МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
И.о. проректора по УРиМД
_____Нариманова Г.Н.
«05» _____03_____ 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВЫ КОМПЬЮТЕРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ РЭС

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.01 Радиотехника**
Направленность (профиль) / специализация: **Инженерия радиоэлектронных устройств и комплексов**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Институт радиоэлектронной техники (ИРЭТ)**
Кафедра: **институт радиоэлектронной техники (ИРЭТ)**
Курс: **3**
Семестр: **5**
Учебный план набора 2025 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	5 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	18	18	часов
Практические занятия	24	24	часов
Лабораторные занятия	24	24	часов
Самостоятельная работа	78	78	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	144	144	часов
	4	4	з.е.

Формы промежуточной аттестации	Семестр
Зачет	5

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Нариманова Г.Н.
Должность: И.о. проректора по УРиМД
Дата подписания: 05.03.2025
Уникальный программный ключ:
eb4e14e0-de8d-48f7-bf05-ceacb167edfe

Томск

Согласована на портале № 83663

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. формирование у студентов багажа знаний и навыков, необходимых для проектирования различных радиоэлектронных средств (РЭС) с применением компьютерных систем автоматизированного проектирования (САПР), а также интегрированных систем моделирования и измерений.

1.2. Задачи дисциплины

1. Изучение основных разновидностей моделей элементов РЭС.
2. Изучение методов симуляции электрических цепей и структур.
3. Изучение методов синтеза и оптимизации электрических цепей и структур.
4. Изучение расчетно-экспериментальных методов проектирования.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).
Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.
Модуль дисциплин: Модуль направленности (major).
Индекс дисциплины: Б1.В.01.ДВ.01.01.01.
Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 3.1):
Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Компетенция	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Универсальные компетенции		
-	-	-
Общепрофессиональные компетенции		
-	-	-
Профессиональные компетенции		

Согласована на портале № 83663

ПК-2. Способен выполнять расчет и проектирование радиоэлектронных средств и их составных частей в соответствии с техническим заданием, в том числе с использованием средств автоматизации проектирования	ПК-2.1. Знает основы расчёта и проектирования радиоэлектронных средств и их составных частей в соответствии с техническим заданием, в том числе с использованием средств автоматизации проектирования	Знает модели электрорадиоэлементов, алгоритмы компьютерного анализа цепей, методы и средства параметрического и структурного синтеза РЭС.
	ПК-2.2. Умеет выполнять расчет и проектирование радиоэлектронных средств и их составных частей в соответствии с техническим заданием, в том числе с использованием средств автоматизации проектирования	Умеет составлять схемы из библиотечных элементов в основных САПР, умеет настраивать симуляционные алгоритмы и выводить результаты расчета.
	ПК-2.3. Владеет методами расчета и проектирования радиоэлектронных средств и их составных частей в соответствии с техническим заданием, в том числе с использованием средств автоматизации проектирования	Владеет навыками расчета, оптимизации и синтеза РЭС в основных САПР.

4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 академических часов.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		5 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	66	66
Лекционные занятия	18	18
Практические занятия	24	24
Лабораторные занятия	24	24
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	78	78
Подготовка к зачету	20	20
Подготовка к тестированию	10	10
Подготовка к контрольной работе	30	30
Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	18	18
Общая трудоемкость (в часах)	144	144
Общая трудоемкость (в з.е.)	4	4

5. Структура и содержание дисциплины

Согласована на портале № 83663

5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Структура дисциплины по разделам (темам) и видам учебной деятельности приведена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Названия разделов (тем) дисциплины	Лек. зан., ч	Прак. зан., ч	Лаб. раб.	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
5 семестр						
1 Этапы и аспекты проектирования РЭС, охватываемые современными САПР, и их интеграция в единый цикл проектирования	4	5	6	15	30	ПК-2
2 Основные разновидности моделей элементов РЭС	4	5	6	15	30	ПК-2
3 Методы симуляции электрических цепей и структур	4	5	6	18	33	ПК-2
4 Синтез и оптимизация электрических цепей и структур	4	5	6	18	33	ПК-2
5 Расчетно-экспериментальные методы проектирования. Интегрированные системы моделирования и измерений	2	4	-	12	18	ПК-2
Итого за семестр	18	24	24	78	144	
Итого	18	24	24	78	144	

5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)

Названия разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)	Трудоемкость (лекционные занятия), ч	Формируемые компетенции
5 семестр			

Согласована на портале № 83663

1 Этапы и аспекты проектирования РЭС, охватываемые современными САПР, и их интеграция в единый цикл проектирования	Проектирование на уровне структурных схем и основные САПР, обеспечивающие такое проектирование. Компонент Visual System Simulator (VSS) САПР AWR Design Environment (AWRDE). Проектирование на уровне принципиальных схем и основные САПР, обеспечивающие такое проектирование. Компонент Analog Office САПР AWRDE. Проектирование РЭС с учетом волновых эффектов и САПР, обеспечивающие такое проектирование. Компонент Microvawe Office (MWO) САПР AWRDE. Интегрированные системы моделирования и измерений. Программно-аппаратные комплексы с использованием системы прикладных программ AWRDE + LabVIEW и модульных измерительных платформ PXI.	4	ПК-2
	Итого	4	
2 Основные разновидности моделей элементов РЭС	Модели линейных элементов на уровне структурных и принципиальных схем. Нелинейно-инерционные модели диодов, биполярных и полевых транзисторов в виде эквивалентных схем.	4	ПК-2
	Итого	4	
3 Методы симуляции электрических цепей и структур	Симуляция линейных цепей методом комплексных амплитуд. Симуляция нелинейных цепей методом решения нелинейных дифференциальных уравнений во временной области. Симуляция нелинейных цепей методом гармонического баланса.	4	ПК-2
	Итого	4	

Согласована на портале № 83663

4 Синтез и оптимизация электрических цепей и структур	Параметрический и структурный синтез электрических цепей. САПР, обеспечивающие такие виды синтеза. Параметрический синтез (оптимизация): выбор варьируемых параметров, целевых функций и граничных условий. Основные оптимизационные алгоритмы; их преимущества и недостатки. Однокритериальная и многокритериальная оптимизации. Структурный синтез (автоматизированный синтез схем).	4	ПК-2
	Итого	4	
5 Расчетно-экспериментальные методы проектирования. Интегрированные системы моделирования и измерений	Общая идея и преимущества расчетно-экспериментального метода проектирования. Аппаратное обеспечение расчетно-экспериментального метода проектирования. Гибкие измерительные платформы на базе интерфейса PXI и пакета программ LabVIEW. Интеграция измерительных систем (LabVIEW) с системами моделирования (AWRDE).	2	ПК-2
	Итого	2	
Итого за семестр		18	
Итого		18	

5.3. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 5.3.

Таблица 5.3. – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
5 семестр			
1 Этапы и аспекты проектирования РЭС, охватываемые современными САПР, и их интеграция в единый цикл проектирования	Исследование функциональных возможностей AWR Design Environment	5	ПК-2
	Итого	5	
2 Основные разновидности моделей элементов РЭС	Исследование ВАХ и ВФХ инерционной и безынерционной модели диода	5	ПК-2
	Итого	5	

Согласована на портале № 83663

3 Методы симуляции электрических цепей и структур	Расчет импульсной и переходной характеристик цепи	5	ПК-2
	Итого	5	
4 Синтез и оптимизация электрических цепей и структур	Синтез и оптимизация полосового фильтра	5	ПК-2
	Итого	5	
5 Расчетно-экспериментальные методы проектирования. Интегрированные системы моделирования и измерений	Программирование гибких средств измерения с применением LabVIEW и платформы PXI для системы проектирования AWR Design Environment	4	ПК-2
	Итого	4	
Итого за семестр		24	
Итого		24	

5.4. Лабораторные занятия

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
5 семестр			
1 Этапы и аспекты проектирования РЭС, охватываемые современными САПР, и их интеграция в единый цикл проектирования	Исследование функциональных возможностей AWR Design Environment	6	ПК-2
	Итого	6	
2 Основные разновидности моделей элементов РЭС	Исследование ВАХ и ВФХ инерционной и безынерционной модели диода	6	ПК-2
	Итого	6	
3 Методы симуляции электрических цепей и структур	Расчет импульсной и переходной характеристик цепи	6	ПК-2
	Итого	6	
4 Синтез и оптимизация электрических цепей и структур	Синтез и оптимизация полосового фильтра	6	ПК-2
	Итого	6	
Итого за семестр		24	
Итого		24	

5.5. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено учебным планом

5.6. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6. – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Согласована на портале № 83663

Названия разделов (тем) дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
5 семестр				
1 Этапы и аспекты проектирования РЭС, охватываемые современными САПР, и их интеграция в единый цикл проектирования	Подготовка к зачету	4	ПК-2	Зачёт
	Подготовка к тестированию	2	ПК-2	Тестирование
	Подготовка к контрольной работе	6	ПК-2	Контрольная работа
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	3	ПК-2	Лабораторная работа
	Итого	15		
2 Основные разновидности моделей элементов РЭС	Подготовка к зачету	4	ПК-2	Зачёт
	Подготовка к тестированию	2	ПК-2	Тестирование
	Подготовка к контрольной работе	6	ПК-2	Контрольная работа
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	3	ПК-2	Лабораторная работа
	Итого	15		
3 Методы симуляции электрических цепей и структур	Подготовка к зачету	4	ПК-2	Зачёт
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	6	ПК-2	Лабораторная работа
	Подготовка к тестированию	2	ПК-2	Тестирование
	Подготовка к контрольной работе	6	ПК-2	Контрольная работа
	Итого	18		

Согласована на портале № 83663

4 Синтез и оптимизация электрических цепей и структур	Подготовка к зачету	4	ПК-2	Зачёт
	Подготовка к тестированию	2	ПК-2	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	6	ПК-2	Лабораторная работа
	Подготовка к контрольной работе	6	ПК-2	Контрольная работа
	Итого	18		
5 Расчетно-экспериментальные методы проектирования. Интегрированные системы моделирования и измерений	Подготовка к зачету	4	ПК-2	Зачёт
	Подготовка к тестированию	2	ПК-2	Тестирование
	Подготовка к контрольной работе	6	ПК-2	Контрольная работа
	Итого	12		
Итого за семестр		78		
Итого		78		

5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Формируемые компетенции	Виды учебной деятельности				Формы контроля
	Лек. зан.	Прак. зан.	Лаб. раб.	Сам. раб.	
ПК-2	+	+	+	+	Зачёт, Контрольная работа, Лабораторная работа, Тестирование

6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

6.1. Балльные оценки для форм контроля

Балльные оценки для форм контроля представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Балльные оценки

Формы контроля	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
5 семестр				
Зачёт	0	0	0	0
Контрольная работа	10	10	10	30
Лабораторная работа	15	15	30	60
Тестирование	0	5	5	10

Согласована на портале № 83663

Итого максимум за период	25	30	45	100
Нарастающим итогом	25	55	100	100

6.2. Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Пересчет баллов в оценки за текущий контроль представлен в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Баллы на дату текущего контроля	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату ТК	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату ТК	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату ТК	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату ТК	2

6.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично) (зачтено)	90 – 100	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 – 89	B (очень хорошо)
	75 – 84	C (хорошо)
	70 – 74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 – 69	
	60 – 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

1. Трухин, М. П. Основы компьютерного проектирования и моделирования радиоэлектронных средств : учебное пособие / М. П. Трухин. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2017. — 386 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/111111.

7.2. Дополнительная литература

1. Разевиг В.Д., Потапов Ю.В., Курушин А.А. Проектирование СВЧ-устройств с помощью Microwave Office. Под ред. В.Д. Разевига. – М.: СОЛОН-Пресс, 2003. – 496 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 14 экз.).

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Компьютерное проектирование РЭС: Учебно-методическое пособие по практической и самостоятельной работе студентов / С. А. Артищев - 2018. 69 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/8306.

2. Организация самостоятельной работы: Учебно-методическое пособие / Д. О. Ноздреватых, Б. Ф. Ноздреватых - 2018. 23 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7867.

3. Исследование функциональных возможностей AWR Design Environment: Методические указания к лабораторной работе / С. А. Артищев - 2018. 18 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/8080.

Согласована на портале № 83663

4. Исследование ВАХ и ВФХ инерционной и безынерционной модели диода: Методические указания по выполнению лабораторной работы / С. А. Артищев - 2018. 18 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/8119.

5. Расчет импульсной и переходной характеристик цепи: Методические указания по выполнению лабораторной работы / С. А. Артищев - 2018. 12 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/8115.

6. Синтез и оптимизация полосового фильтра: Методические указания по выполнению лабораторной работы / С. А. Артищев - 2018. 9 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/8120.

7.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Для лиц с нарушениями зрения:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

7.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к современным базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh.

8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

8.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с достаточным количеством посадочных мест для учебной группы, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются мультимедийное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

8.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Лаборатория "Центр магистерской подготовки" / "Центр технологий National Instruments": учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 416 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Доска магнитно-маркерная;
- Генератор импульсов АКИП-3308/1;
- Экран с электроприводом DRAPER BARONET;
- Мультимедийный проектор;
- Измерительмодуля коэфиц. передачи отражR2M-04;
- Источник питания постоянного тока GPS-4303;
- Компактный коммутатор D-Link 24 порта;
- Измеритель иммитанса МНИПИ Е7-24;
- Измерительный комплекс;
- Комплект универсальных программируемых приемопередатчиков;
- Програмно-аппаратный комплекс на базе PXI;

Согласована на портале № 83663

- Ноутбук LIREBOOK AH532 (2 шт.);
- Осциллограф-стробоскоп USB АКИП-4132/1;
- Генератор сигналов DG5102,RIGOL;
- Осциллограф DS-1150C (5шт.)
- Цифровой осциллограф GDS-810C(2шт.);
- Цифровой комплекс учебно-научных лаборат. ГПО;
- Генератор сигналов АКИП-3428/3
- Системный блок Intant A3280 (9шт.);
- МониторAser 23.8"IPS(9шт.);
- Генератор сигналов HANTEK HDG6202B;
- Рабочее место слесаря сборщика РМ-4315;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
- AWR Design Environment;
- Adobe Reader;
- National Instruments LabVIEW;

8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Лаборатория "Центр магистерской подготовки" / "Центр технологий National Instruments": учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 416 ауд.

Описание имеющегося оборудования:
- Доска магнитно-маркерная;
- Коммутатор D-Link Switch 24 port;
- Экран с электроприводом DRAPER BARONET;
- Мультимедийный проектор;
- Генератор Г5-78;
- Генератор ГСС- 120;
- Генератор ГСС- 80;
- Измеритель иммитанса МНИПИ Е7-24;
- Измерительный комплекс;
- Комплект универсальных программируемых приемопередатчиков;
- Компьютер С540 (2 шт.);
- Ноутбук LIREBOOK AH532 (3 шт.);
- Ноутбук Fujisu;
- Компьютер intant i3001 (3 шт.);
- Осциллограф DS-1250C;
- Цифровой осциллограф GDS-810C;
- Цифровой комплекс учебно-научных лабораторий ГПО;
- Цифровой мультиметр;
- Сетевой адаптер (2шт.);
- Мультиметр цифровой АРРА 82;
- Установка для исследования нелинейных объектов при короткоимпульсном воздействии (1 шт.);
- Лабораторные макеты для исследования приёмопередающих модулей СВЧ (5 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
- AWR Design Environment;
- Adobe Reader;
- National Instruments LabVIEW;

8.4. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Согласована на портале № 83663

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 101 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 107 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 130 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду ТУСУРа.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

8.5. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями зрения** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

9. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы, представленные в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

Названия разделов (тем) дисциплины	Формируемые компетенции	Формы контроля	Оценочные материалы (ОМ)

Согласована на портале № 83663

1 Этапы и аспекты проектирования РЭС, охватываемые современными САПР, и их интеграция в единый цикл проектирования	ПК-2	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
2 Основные разновидности моделей элементов РЭС	ПК-2	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
3 Методы симуляции электрических цепей и структур	ПК-2	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
4 Синтез и оптимизация электрических цепей и структур	ПК-2	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
5 Расчетно-экспериментальные методы проектирования. Интегрированные системы моделирования и измерений	ПК-2	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий

Шкала оценки сформированности отдельных планируемых результатов обучения по дисциплине приведена в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

Согласована на портале № 83663

Оценка	Баллы за ОМ	Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения		
		знать	уметь	владеть
2 (неудовлетворительно)	< 60% от максимальной суммы баллов	отсутствие знаний или фрагментарные знания	отсутствие умений или частично освоенное умение	отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков
3 (удовлетворительно)	от 60% до 69% от максимальной суммы баллов	общие, но не структурированные знания	в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение	в целом успешное, но не систематическое применение навыков
4 (хорошо)	от 70% до 89% от максимальной суммы баллов	сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков
5 (отлично)	≥ 90% от максимальной суммы баллов	сформированные систематические знания	сформированное умение	успешное и систематическое применение навыков

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

Оценка	Формулировка требований к степени компетенции
2 (неудовлетворительно)	Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале или Знать на уровне **ориентирования**, представлений. Обучающийся знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения.
3 (удовлетворительно)	Знать и уметь на **репродуктивном** уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях.
4 (хорошо)	Знать, уметь, владеть на **аналитическом** уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения.
5 (отлично)	Знать, уметь, владеть на **системном** уровне. Обучающийся знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания дисциплины, его значимость в содержании дисциплины.

9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

Согласована на портале № 83663

1. Отметьте все особенности узлов РЭС, которые не учитываются при анализе на уровне структурных схем.
   а) входной и выходной импеданс цепей;
   б) нелинейные искажения сигналов цепями;
   в) передача сигналов с выхода на вход;
   г) ни в каком случае не оцифровывается гармоническое заполнение модулированных сигналов.
2. Выберите неправильный вариант модели нелинейного конденсатора.
   а) $q = C(u)\ u$;
   б) $i = C(u)\ du/dt$;
   в) $dq/dt = C(u)\ du/dt$;
   г) $i = C(du/dt)\ du/dt$.
3. Эквивалентная схема диода представляет собой:
   а) параллельное соединение индуктивности и емкости;
   б) последовательное соединение сопротивления и емкости;
   в) параллельное соединение сопротивления и емкости;
   г) последовательное соединение индуктивности и емкости.
4. Как включены нелинейные источники тока в модели транзистора Эберса-Мола?
   а) один источник база-коллектор, второй база-эмиттер;
   б) один источник коллектор-эмиттер, второй база-эмиттер;
   в) один источник база-коллектор, второй коллектор-эмиттер;
   г) один источник база-коллектор, второй база-эмиттер, третий коллектор-эмиттер.
5. Как включены емкости в модели транзистора Эберса-Мола?
   а) одна база-коллектор, вторая база-эмиттер;
   б) одна база-эмиттер, вторая коллектор-эмиттер;
   в) одна база-коллектор, вторая коллектор-эмиттер;
   г) одна база-коллектор, вторая база-эмиттер, третья коллектор-эмиттер.
6. Расчет нелинейных цепей по постоянному току может быть выполнен...
   а) аналитически, без применения численных методов последовательного приближения;
   б) рекурсивным способом;
   в) численно, методом последовательного приближения;
   г) численно, прямым вычислением без последовательных приближений.
7. Уравнения, описывающие переходные процессы в нелинейных цепях, решаются посредством...
   а) рекурсии;
   б) итерационного метода;
   в) интегрирования уравнений;
   г) прямым вычислением независимо для каждого момента времени.
8. В рамках метода гармонического баланса схема разбивается на две подсхемы. Далее...
   а) нелинейная подсхема рассчитывается в частотной области, а линейная во временной;
   б) нелинейная подсхема рассчитывается во временной области, а линейная в частотной;
   в) обе подсхемы рассчитываются в частотной области;
   г) обе подсхемы рассчитываются во временной области.
9. Параметрический синтез цепей в обычно выполняется...
   а) последовательными приближениями начиная с начального приближения;
   б) скрещиванием и мутациями нескольких начальных приближений;
   в) аналитическим расчетом параметров элементов по заданным параметрам цепи;
   г) аналитическим расчетом параметров цепи по заданным параметрам элементов.
10. При наличии нескольких критериев синтеза цели параметрического синтеза обычно задаются в виде...
    а) взвешенной суммы частных критериев;
    б) простой суммы частных критериев;
    в) произведения частных критериев;
    г) выбором наиболее значимого критерия.

9.1.2. Перечень вопросов для зачета

1. Особенности симуляции РЭС на уровне структурных схем.

Согласована на портале № 83663

2. Линейные модели элементов.
3. Нелинейно-инерционные модели диодов и транзисторов в виде эквивалентных схем.
4. Симуляция нелинейных цепей по постоянному току.
5. Симуляция переходных процессов в нелинейных цепях.
6. Метод гармонического баланса.
7. Что необходимо задать, чтобы определить задачу автоматизированного параметрического синтеза?
8. Автоматизированный структурный синтез цепей.

9.1.3. Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ

1. Уровни проектирования РЭС, охватываемые современными САПР, и способы их интеграции в общий проект.
2. Особенности симуляции РЭС на уровне структурных схем.
3. Классификация моделей по степени отражения физики работы объекта.
4. Классификация моделей по линейности.
5. Классификация моделей по учету инерционных свойств объекта (с примерами).
6. Безынерционная модель диода.
7. Модель реактивных свойств диода.
8. Нелинейно-инерционная модель биполярного транзистора Эберса-Мола.
9. Нелинейно-инерционная модель биполярного транзистора Гуммеля-Пуна.
10. Модель полевого транзистора с изоляцией затвора p-n-переходом.
11. Модель полевого транзистора с изоляцией затвора диэлектрической пленкой.
12. Симуляция линейных цепей с учетом реактивности.
13. Нелинейный анализ цепей по постоянному току.
14. Симуляция переходных процессов в нелинейных цепях с учетом реактивности.
15. Расходимость симуляции нелинейно-инерционных цепей и методы борьбы с ней.
16. Метод гармонического баланса.
17. Задача параметрического синтеза цепи: что нужно задать для компьютерной системы.
18. Цели оптимизации.
19. Особенности задания варьируемых параметров в электрических цепях.
20. Ограничения на варьирование параметров.
21. Оптимизационные алгоритмы.
22. Структурный синтез частотных фильтров.
23. Структурный синтез согласующих цепей.
24. Сущность и особенности расчетно-экспериментального метода проектирования.
25. Интегрированные системы проектирования и измерений при покаскадной отработке сложных систем.
26. Программная интеграция систем моделирования и измерений.
27. Аппаратное обеспечение расчетно-экспериментального метода проектирования.

9.1.4. Темы лабораторных работ

1. Исследование функциональных возможностей AWR Design Environment
2. Исследование ВАХ и ВФХ инерционной и безынерционной модели диода
3. Расчет импульсной и переходной характеристик цепи
4. Синтез и оптимизация полосового фильтра

9.2. Методические рекомендации

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах;

Согласована на портале № 83663

пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

– чтение или просмотр материала осуществляйте со скоростью, достаточной для индивидуального понимания и освоения материала, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

– если в тексте встречаются незнакомые или малознакомые термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

– осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации, в т.ч. с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия, в т.ч. в форме вебинаров. Расписание вебинаров и записи вебинаров публикуются в электронном курсе / электронном журнале по дисциплине.

9.3. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 9.4.

Таблица 9.4 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами, определяющимися исходя из состояния обучающегося на момент проверки

9.4. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

– в печатной форме;

– в печатной форме с увеличенным шрифтом;

– в форме электронного документа;

– методом чтения ассистентом задания вслух;

– предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

– письменно на бумаге;

Согласована на портале № 83663

– набор ответов на компьютере;
– набор ответов с использованием услуг ассистента;
– представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 83663

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РСС
протокол № 6 от «13» 2 2025 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. ИРЭТ	А.М. Заболоцкий	Согласовано, 47c2d4ff-8c0e-484c-b856-20e4ba4f0e52
Заведующий обеспечивающей каф. РСС	А.В. Фатеев	Согласовано, 595be322-a579-4ae5-8d93-e5f4ee9ceb7d
Начальник учебного управления	И.А. Лариошина	Согласовано, c3195437-a02f-4972-a7c6-ab6ee1f21e73

ЭКСПЕРТЫ:

Директор, каф. ИРЭТ	А.М. Заболоцкий	Согласовано, 47c2d4ff-8c0e-484c-b856-20e4ba4f0e52
Заведующий кафедрой, каф. РСС	А.В. Фатеев	Согласовано, 595be322-a579-4ae5-8d93-e5f4ee9ceb7d

РАЗРАБОТАНО:

Профессор, каф. РСС	Э.В. Семенов	Разработано, 939a637f-4814-47d4-a9c2-785d44cc0e9d

Согласована на портале № 83663