МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по УР
_____Сенченко П.В.
«22» _____02_____ 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

КОНСТРУИРОВАНИЕ БЫСТРОДЕЙСТВУЮЩИХ ЦИФРОВЫХ УСТРОЙСТВ

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.03 Конструирование и технология электронных средств**
Направленность (профиль) / специализация: **Проектирование и технология электронно-вычислительных средств**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Радиоконструкторский факультет (РКФ)**
Кафедра: **конструирования узлов и деталей радиоэлектронной аппаратуры (КУДР)**
Курс: **4**
Семестр: **7**
Учебный план набора 2023 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	7 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	18	18	часов
Лабораторные занятия	24	24	часов
Самостоятельная работа	66	66	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	108	108	часов
	3	3	з.е.

Формы промежуточной аттестации	Семестр
Зачет с оценкой	7

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сенченко П.В.
Должность: Проректор по УР
Дата подписания: 22.02.2023
Уникальный программный ключ:
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

Согласована на портале № 70874

СВЕДЕНИЯ ОБ АКТУАЛИЗАЦИИ

Содержание рабочей программы было актуализировано в следующих разделах:

1. Изменено количество, наименования и содержание разделов дисциплин.
2. Изменен перечень лабораторных работ. Переопределены наименования и содержание.
3. Изменен комплект учебно-методических пособий.
4. Актуализирован перечень вопросов для зачета с оценкой в разделе оценочных материалов.

Актуализированная рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры КУДР, протокол № 264 от «15» 05 2026 г.

Согласована на портале № 70874

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Целью изучения дисциплины является обеспечение необходимого уровня компетенций студентов-бакалавров в области конструирования печатных плат для быстродействующей цифровой аппаратуры.

1.2. Задачи дисциплины

1. Знакомство с современной и перспективной элементной базой.
2. Рассмотрение электрофизических параметров печатных плат и линий передач в их составе.
3. Изучение методов анализа помех в цифровых узлах быстродействующей аппаратуры.
4. Знакомство со стандартными пакетами автоматизированного проектирования и исследования печатных плат.
5. Получение практических навыков моделирования узлов быстродействующей цифровой аппаратуры.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).
Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.
Модуль дисциплин: Модуль направленности (профиля) (major).
Индекс дисциплины: Б1.В.02.11.
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 № 70874

ПК-3. Способен выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	ПК-3.1. Знает основные методики расчета электрических схем, режимов работы электронных устройств и расчета их характеристик с применением специализированных САПР	Знает: – состояние современной и перспективной элементной базы; – основные электрофизические параметры печатных плат и линий передач в их составе; – источники и методы минимизации помех в цифровых узлах быстродействующей аппаратуры.
	ПК-3.2. Умеет проводить оценочные расчеты характеристик электронных приборов	Умеет: – моделировать узлы быстродействующей цифровой аппаратуры с использованием современных САПР и пакетов математического моделирования; – конструировать печатные платы быстродействующей цифровой аппаратуры с учетом требований электромагнитной совместимости.
	ПК-3.3. Владеет навыками анализа характеристик схем электрических принципиальных, узлов и блоков электронных приборов и устройств	Имеет навыки работы в современных программах для разработки и моделирования схем быстродействующих цифровых устройств.
ПК-10. Способен разрабатывать цифровые электронные устройства используя техническую документацию, современные информационные технологии и языки программирования	ПК-10.1. Знает особенности проектирования цифровых электронных устройств с применением специализированных САПР	Знает: – состояние современных САПР для выполнения задач проектирования цифровых быстродействующих устройств; – этапы проектирования узлов быстродействующей аппаратуры и способы их моделирования.
	ПК-10.2. Умеет использовать техническую документацию при разработке цифровых электронных устройств	Умеет использовать техническую документацию элементов и узлов цифровых электронных устройств для получения информации о принципе работы и технических параметрах изделий
	ПК-10.3. Владеет навыками разработки программ для работы цифровых электронных устройств	Владеет навыками работы в современных САПР, предназначенных для разработки электронных блоков и программ для цифровых устройств.

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 3 зачетных единиц, 108 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
		7 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	42	42

Согласована на портале № 70874

Лекционные занятия	18	18
Лабораторные занятия	24	24
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	66	66
Подготовка к зачету с оценкой	14	14
Подготовка к тестированию	12	12
Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	40	40
Общая трудоемкость (в часах)	108	108
Общая трудоемкость (в з.е.)	3	3

5. Структура и содержание дисциплины

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	Лаб. раб.	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
7 семестр					
1 Печатные платы в цифровых системах	4	-	4	8	ПК-10, ПК-3
2 Электрофизические параметры печатного монтажа	2	4	12	18	ПК-10, ПК-3
3 Линии передачи в печатном монтаже	4	6	12	22	ПК-10, ПК-3
4 Обеспечение целостности сигнала в печатном монтаже	4	14	28	46	ПК-10, ПК-3
5 Проектирование шин питания и заземления	2	-	4	6	ПК-10, ПК-3
6 Печатные платы и элементы электромагнитной совместимости (ЭМС)	2	-	6	8	ПК-10, ПК-3
Итого за семестр	18	24	66	108	
Итого	18	24	66	108	

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
7 семестр			
1 Печатные платы в цифровых системах	Тенденции развития электронных средств и проблемы проектирования печатных плат. Специфика проектирования высокочастотных печатных плат. Материалы для изготовления печатных плат.	4	ПК-3, ПК-10
	Итого	4	

Согласована на портале № 70874

2 Электрофизические параметры печатного монтажа	Полное сопротивление и электрические модели печатного монтажа. Сопротивление и его модели. Физические основы электрической емкости и индуктивности, методы оценки и расчета.	2	ПК-3, ПК-10
	Итого	2	
3 Линии передачи в печатном монтаже	Линии передачи и их модели. Линии передачи с потерями. Волновое сопротивление. Время распространения в линиях передачи высокочастотной цифровой электроники.	4	ПК-3, ПК-10
	Итого	4	
4 Обеспечение целостности сигнала в печатном монтаже	Целостность сигналов в электронных модулях. Целостность сигналов в линиях передачи. Неоднородности в линиях передачи. Перекрестные помехи в связанных линиях передачи.	4	ПК-3, ПК-10
	Итого	4	
5 Проектирование шин питания и заземления	Система питания и заземления. Помехи в шине питания и их устранение.	2	ПК-3, ПК-10
	Итого	2	
6 Печатные платы и элементы электромагнитной совместимости (ЭМС)	ЭМС как показатель качества электронной аппаратуры. Помехоэмиссия от печатных узлов. Восприимчивость печатных плат. Экранирование печатных плат	2	ПК-3, ПК-10
	Итого	2	
Итого за семестр		18	
Итого		18	

5.3. Практические занятия (семинары)

Не предусмотрено учебным планом

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
7 семестр			
2 Электрофизические параметры печатного монтажа	Влияние паразитных параметров компонентов на высоких частотах	4	ПК-3, ПК-10
	Итого	4	

Согласована на портале № 70874

3 Линии передачи в печатном монтаже	Тайминги в высокоскоростных цифровых устройствах	6	ПК-3, ПК-10
	Итого	6	
4 Обеспечение целостности сигнала в печатном монтаже	Цифровые сигналы и их спектры	4	ПК-3, ПК-10
	Распространение сигналов в нерегулярных линиях передачи	4	ПК-3, ПК-10
	Перекрестные помехи в высокоскоростных цифровых устройствах	6	ПК-3, ПК-10
	Итого	14	
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

Названия разделов (тем) дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
7 семестр				
1 Печатные платы в цифровых системах	Подготовка к зачету с оценкой	2	ПК-3, ПК-10	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	2	ПК-3, ПК-10	Тестирование
	Итого	4		
2 Электрофизические параметры печатного монтажа	Подготовка к зачету с оценкой	2	ПК-3, ПК-10	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	2	ПК-3, ПК-10	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	8	ПК-3, ПК-10	Лабораторная работа
	Итого	12		
3 Линии передачи в печатном монтаже	Подготовка к зачету с оценкой	2	ПК-3, ПК-10	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	2	ПК-3, ПК-10	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	8	ПК-3, ПК-10	Лабораторная работа
	Итого	12		

Согласована на портале № 70874

4 Обеспечение целостности сигнала в печатном монтаже	Подготовка к зачету с оценкой	2	ПК-3, ПК-10	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	2	ПК-3, ПК-10	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	24	ПК-3, ПК-10	Лабораторная работа
	Итого	28		
5 Проектирование шин питания и заземления	Подготовка к зачету с оценкой	2	ПК-3, ПК-10	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	2	ПК-3, ПК-10	Тестирование
	Итого	4		
6 Печатные платы и элементы электромагнитной совместимости (ЭМС)	Подготовка к зачету с оценкой	4	ПК-3, ПК-10	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	2	ПК-3, ПК-10	Тестирование
	Итого	6		
Итого за семестр		66		
Итого		66		

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.	Лаб. раб.	Сам. раб.	
ПК-3	+	+	+	Зачёт с оценкой, Лабораторная работа, Тестирование
ПК-10	+	+	+	Зачёт с оценкой, 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
7 семестр				
Зачёт с оценкой	0	0	25	25
Лабораторная работа	20	20	20	60
Тестирование	5	5	5	15
Итого максимум за период	25	25	50	100
Нарастающим итогом	25	50	100	100

Согласована на портале № 70874

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. Калабеков, Бениамин Аршакович. Цифровые устройства и микропроцессорные системы : Учебник для средних специальных учебных заведений связи. - М. : Горячая линия-Телеком , 2007. - 336 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 135 экз.).

2. Пирогова, Елена Вячеславовна. Проектирование и технология печатных плат : Учебник для вузов. - М. : Форум . - М. : Инфра-М , 20052005. - 559[1] с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 77 экз.).

3. Кузнецова, Светлана Анатольевна. OrCAD 10. Проектирование печатных плат. - М. : Горячая линия-Телеком , 2005. - 454[2] с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 43 экз.).

7.2. Дополнительная литература

1. Каплан Д. Практические основы аналоговых и цифровых схем : Пер. с англ.. - М. : Техносфера , 2006. - 174[2] с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 35 экз.).

2. Разевиг, Всеволод Данилович. Проектирование СВЧ устройств с помощью Microwave Office : научное издание. - М. : СОЛОН-Пресс , 2003. - 492[4] с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 14 экз.).

3. Бакшеева, Ю. В. Схемотехника цифровых устройств : учебное пособие / Ю. В. Бакшеева. — Санкт-Петербург : ГУАП, 2020. — 113 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/216512.

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Цифровые сигналы и их спектры: методические указания к выполнению лабораторной и самостоятельной работы по дисциплине «Конструирование быстродействующих цифровых устройств» / Е. И. Тренкаль, В. С. Поздняков - 2026. 18 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/11349.

Согласована на портале № 70874

2. Влияние паразитных параметров компонентов на высоких частотах: методические указания к выполнению лабораторной и самостоятельной работы по дисциплине «Конструирование быстродействующих цифровых устройств» / Е. И. Тренкаль, В. С. Поздняков - 2026. 18 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/11348.

3. Тайминги в высокоскоростных цифровых устройствах: методические указания к выполнению лабораторной и самостоятельной работы по дисциплине «Конструирование быстродействующих цифровых устройств» / Е. И. Тренкаль, В. С. Поздняков - 2026. 26 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/11347.

4. Распространение сигналов в нерегулярных линиях передачи: методические указания к выполнению лабораторной и самостоятельной работы по дисциплине «Конструирование быстродействующих цифровых устройств» / Е. И. Тренкаль, В. С. Поздняков - 2026. 17 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/11346.

5. Перекрестные помехи в высокоскоростных цифровых устройствах: методические указания к выполнению лабораторной и самостоятельной работы по дисциплине «Конструирование быстродействующих цифровых устройств» / Е. И. Тренкаль, В. С. Поздняков - 2026. 21 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/11345.

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 лабораторных работ

Лаборатория компьютерного проектирования: учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы; 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 143 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Устройство генерации и обработки сигналов Analog Discovery 2 (National Instruments

Согласована на портале № 70874

Edition) - 10 шт.;

- Испытательный лабораторный стенд узлов аналоговой и цифровой электроники MikroElektronika Analog System Lab Kit PRO - 10 шт.;
- Отладочная плата Arduino UNO - 15 шт.;
- Отладочная плата STM32F429I-disk - 10 шт.;
- Трехканальный линейный источник постоянного тока GPD-73303D - 10 шт.;
- Осциллограф DSOX1102G - 10 шт.;
- Лабораторный макет Basys 3 Artix-7 FPGA Trainer Board - 10 шт.;
- Проектор Acer P1385WB;
- Проекционный экран;
- Магнитно-маркерная доска;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- 7-Zip;
- Apache OpenOffice;
- FoxitReader;
- Google Chrome;
- Microsoft Office;
- NI AWR Design Environment;
- NI Multisim;
- PTC Mathcad 13, 14;
- Unreal Commander;

8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

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.

8.4. 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

Согласована на портале № 70874

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)
1 Печатные платы в цифровых системах	ПК-10, ПК-3	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
2 Электрофизические параметры печатного монтажа	ПК-10, ПК-3	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
3 Линии передачи в печатном монтаже	ПК-10, ПК-3	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
4 Обеспечение целостности сигнала в печатном монтаже	ПК-10, ПК-3	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
5 Проектирование шин питания и заземления	ПК-10, ПК-3	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
6 Печатные платы и элементы электромагнитной совместимости (ЭМС)	ПК-10, ПК-3	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		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 № 70874

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 № 70874

1. Что подразумевается под верификацией проектных решений?
   a. моделирование только схемы устройства
   b. физическое моделирование проектируемого устройства
   c. отладка опытного образца
   d. моделирование на ЭВМ схемы и конструкции устройства
2. Где используется согласующий резистор в цифровых схемах?
   a. на входе линии - параллельно к ней
   b. на выходе линии - параллельно к ней
   c. на входе линии - последовательно к ней
   d. на выходе линии - последовательно к ней
3. От чего зависит волновое сопротивление?
   a. только от емкости линии
   b. от отношения индуктивности к емкости линии
   c. от длины линии
   d. только от индуктивности линии
4. Чему равно волновое сопротивление линии передачи, имеющей погонную емкость C= 100 пФ/м и погонную индуктивность L=160 нГн/м ?
   a. 75 Ом
   b. 40 Ом
   c. 50 Ом
5. Чему равно волновое сопротивление линии передачи, имеющей погонную емкость C= 100 пФ/м и погонную индуктивность L=250 нГн/м ?
   a. 75 Ом
   b. 50 Ом
   c. 100 Ом
6. Что определяет динамическая помехоустойчивость микросхемы?
   a. к помехам в цепях питания микросхемы
   b. устойчивость к воздействию медленно меняющегося напряжения на входе
   c. устойчивость к воздействию импульсной помехи
7. Как должна вести себя частичная взаимная индукция между проводниками прямого и обратного токов для снижения полной индуктивности контура с током?
   a. уменьшаться
   b. увеличиваться
   c. не имеет значения
8. Как должна вести себя частичная самоиндукция проводников для снижения полной индуктивности контура с током?
   a. уменьшаться
   b. увеличиваться
   c. не имеет значения
9. Что входит в задачи топологического проектирования?
   a. размещение
   b. трассировка
   c. объединение
   d. разбиение
10. Имеется две линии передачи с равным волновым сопротивлением, выполненные в микрополосковом и полосковом исполнениях. Какая из линий передачи будет иметь меньшую погонную задержку, учитывая, что диэлектрическая проницаемость подложки одинакова?
    a. погонная задержка одинакова
    b. микрополосковая
    c. полосковая
11. Что содержит модель элементарного отрезка линии передачи без потерь?
    a. последовательное сопротивление
    b. параллельную индуктивность
    c. последовательную индуктивность
    d. параллельную емкость e. последовательную емкость f. параллельное сопротивление
12. В каком виде можно реализовать линии передачи на печатной плате?

Согласована на портале № 70874

a. коаксиальной линии
b. витой пары
c. копланарной линии
d. микрополосковой линии

13. Как влияет наличие отверстий в экране на экранирующие свойства?
    a. влияние зависит от частоты
    b. не изменяет экранирующих свойств
    c. улучшает экранирующие свойства
    d. ухудшает экранирующие свойства
14. В чем отличие электрически короткой линии от электрически длинной линии?
    a. в скорости распространения сигнала
    b. в погонной длине
    c. в конфигурации сечения
    d. в отношении к длине волны передаваемого сигнала
15. Как ведет себя парциальная взаимная индуктивность двух проводников при их сближении?
    a. не изменяется
    b. уменьшается
    c. увеличивается
16. Как ведет себя парциальная самоиндукция с увеличением площади поперечного сечения проводника?
    a. увеличивается
    b. не изменяется
    c. уменьшается
17. Что определяет статическая помехоустойчивость микросхем?
    a. устойчивость к воздействию импульсной помехи
    b. к помехам в цепях питания микросхемы
    c. устойчивость к воздействию медленно меняющегося напряжения на входе
18. К чему приводит увеличение ширины сигнального проводника микрополосковой линии передачи?
    a. увеличивает волновое сопротивление
    b. никак не влияет на волновое сопротивление
    c. уменьшает волновое сопротивление
19. К чему приводит увеличение ширины сигнального проводника микрополосковой линии передачи?
    a. уменьшает погонную емкость
    b. увеличивает погонную емкость
    c. никак не влияет на погонную емкость
20. К чему приводит увеличение ширины сигнального проводника микрополосковой линии передачи?
    a. увеличивает погонную индуктивность
    b. уменьшает погонную индуктивность
    c. никак не влияет на погонную индуктивность

9.1.2. Перечень вопросов для зачета с оценкой

1. Развитие методов проектирования и конструкций печатных плат
2. Стратегия разработки и верификации плат
3. Элементы цифровой обработки информации
4. Стандарты передачи сигналов и семейства логических микросхем
5. Цифровой сигнал в электрических соединениях
6. Номенклатура и параметры корпусов микросхемы
7. Материалы для печатных узлов
8. Полное сопротивление и электрические модели печатного монтажа
9. Сопротивление и его модели
10. Электрическая емкость в печатном монтаже
11. Методы расчета электрической емкости в печатном монтаже
12. Эффективная индуктивность проводников

Согласована на портале № 70874

13. Линии передачи и их модели
14. Линии передачи с потерями
15. Целостность сигнала в электронных модулях
16. Целостность сигнала в коротких и длинных одиночных линиях передачи
17. Неоднородности в линиях передачи
18. Перекрестные помехи в связанных линиях передачи
19. Методы снижения перекрестных помех
20. Стратегия и правила проектирования слоев питания
21. Помехи в шине питания и их устранение
22. Общие единицы измерения ЭМС
23. Помехоэмиссия от печатных узлов
24. Экранирование печатных узлов
25. Тенденции в развитии САПР
26. Решение задач целостности сигналов в САПР
27. Перекрестные помехи и их моделирование
28. Сопротивление шин питания и заземления
29. Технологические факторы и целостность сигнала
30. Виды моделей, используемых для расчета и анализа технических решений высокоскоростных цифровых устройств
31. Верификация работы технического средства. Проблемы аппаратной верификации. Верификация на виртуальном прототипе
32. Временные параметры цифровых сигналов (одиночные, тактовые). Спектральное представление
33. Помехоустойчивость. Источники помех. Статическая и динамическая помехоустойчивость
34. Частотные параметры: матрица [S]. ГВЗ. Единицы измерения
35. Импульсное воздействие. Спектры. Связь спектра сигнала, частотных характеристик элементов цепи, временных форм
36. Электрически короткие и длинные линии
37. Модель длинной линии передачи. Погонные параметры. Импеданс и фазовая скорость
38. Влияние потерь, рассогласования, нагрузки в длинных линиях передачи во временной и частотной области

9.1.3. Темы лабораторных работ

1. Влияние паразитных параметров компонентов на высоких частотах
2. Тайминги в высокоскоростных цифровых устройствах
3. Цифровые сигналы и их спектры
4. Распространение сигналов в нерегулярных линиях передачи
5. Перекрестные помехи в высокоскоростных цифровых устройствах

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; 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

Согласована на портале № 70874

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;

– 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:

Согласована на портале № 70874

– 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 № 70874

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры КУДР
протокол № 238 от «13» 10 2022 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. КУДР	А.Г. Лощилов	Согласовано, 55af61de-b8ed-4780-9ba6-8adedc18f4ec
Заведующий обеспечивающей каф. КУДР	А.Г. Лощилов	Согласовано, 55af61de-b8ed-4780-9ba6-8adedc18f4ec
Начальник учебного управления	И.А. Лариошина	Согласовано, c3195437-a02f-4972-a7c6-ab6ee1f21e73

ЭКСПЕРТЫ:

Доцент, каф. КУДР	С.А. Артищев	Согласовано, 681e3bf8-552d-43b0-9038-80b95cad2721
Доцент, каф. КУДР	Е.И. Тренкаль	Согласовано, b613d4df-d0ea-4bce-897e-cfdd95ae1b46

РАЗРАБОТАНО:

Доцент, каф. КУДР	Е.И. Тренкаль	Разработано, b613d4df-d0ea-4bce-897e-cfdd95ae1b46
Преподаватель, каф. КУДР	В. Поздняков	Разработано, e17b9494-4957-4fef-92c9-15c18c216326

Согласована на портале № 70874