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

ЦИФРОВАЯ ИНЖЕНЕРИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ

Уровень образования: **высшее образование - специалитет**
Направление подготовки / специальность: **25.05.03 Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования**
Направленность (профиль) / специализация: **Информационно-телекоммуникационные системы на транспорте и их информационная защита**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Институт радиоэлектронной техники (ИРЭТ)**
Кафедра: **конструирования и производства радиоаппаратуры (КИПР)**
Курс: **3**
Семестр: **6**
Учебный план набора 2025 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	6 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	28	28	часов
Практические занятия	28	28	часов
Самостоятельная работа	124	124	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	180	180	часов
	5	5	з.е.

Формы промежуточной аттестации	Семестр
Зачет	6

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 № 83761

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Сформировать способность к разработке проектов, технических условий, требований, технологий, программ решения производственных задач и нормативной документации для новых объектов профессиональной деятельности, способность к участию в модернизации объектов профессиональной деятельности.

1.2. Задачи дисциплины

1. Сформировать у студентов способность выполнять проектирование конструкций, в частности лицевых панелей, электронных средств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием на основе заданной схемы электрической принципиальной и перечня электронных элементов с использованием средств автоматизации проектирования.
2. Изучение принципов системного подхода к автоматизации проектирования РЭС, позволяющих обеспечивать эффективность и качество проектируемой аппаратуры.
3. Формирование у студентов практических навыков ведения автоматизированного проектирования РЭС на основе прогрессивных технических и программных средств с использованием современной элементной базы.
4. Овладение методами автоматизированной разработки конструкторско-технологической документации с применением стандартов ЕСКД и другой современной нормативно-технической и справочной документации.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).
Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.
Модуль дисциплин: Модуль специализации (major).
Индекс дисциплины: Б1.В.02.04.
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 № 83761

ПК-5. Способностью к разработке проектов, технических условий, требований, технологий, программ решения производственных задач и нормативной документации для новых объектов профессиональной деятельности	ПК-5.1. Знает принципы системной инженерии и принципы инженерии требований, знает правила выполнения и оформления проектной документации в соответствии с требованиями нормативно-технических документов на проектную документацию, знает стандарты ЕСКД, ЕСТД и ЕСПД, знает средства проектирования электронных схем и конструкций радиооборудования, знает технологии производства электронной аппаратуры	Знает принципы системной инженерии и принципы инженерии требований, знает правила выполнения и оформления проектной документации в соответствии с требованиями нормативно-технических документов на проектную документацию, знает стандарты ЕСКД, ЕСТД и ЕСПД, знает средства проектирования электронных схем и конструкций радиооборудования, знает технологии производства электронной аппаратуры
	ПК-5.2. Умеет разрабатывать проекты, технические условия, требования, технологии, программы решения производственных задач и нормативной документации для новых объектов профессиональной деятельности	Умеет разрабатывать проекты, технические условия, требования, технологии, программы решения производственных задач и нормативной документации для новых объектов профессиональной деятельности
	ПК-5.3. Владеет навыками разработки проектов, технических условий, требований, технологий, программ решения производственных задач и нормативной документации для новых объектов профессиональной деятельности	Владеет навыками разработки проектов, технических условий, требований, технологий, программ решения производственных задач и нормативной документации для новых объектов профессиональной деятельности

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 5 зачетных единиц, 180 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
		6 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	56	56
Лекционные занятия	28	28
Практические занятия	28	28

Согласована на портале № 83761

Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	124	124
Подготовка к зачету	70	70
Подготовка к тестированию	54	54
Общая трудоемкость (в часах)	180	180
Общая трудоемкость (в з.е.)	5	5

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	Прак. зан., ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
6 семестр					
1 Основы конструирования электронных средств	4	-	12	16	ПК-5
2 Введение в цифровую инженерию электронных средств	2	-	12	14	ПК-5
3 Основные принципы и методология применения информационных технологий при проектировании радиоэлектронных средств	2	-	12	14	ПК-5
4 Информационные технологии на различных этапах проектирования радиоэлектронных средств	4	2	12	18	ПК-5
5 Автоматизированное проектирование конструкций и технологических процессов радиоэлектронных средств	4	12	18	34	ПК-5
6 Информационные технологии проектирования деталей и сборок конструкций радиоэлектронных средств с помощью САПР	4	8	18	30	ПК-5
7 Проектирование печатных узлов с помощью информационных технологий	4	6	16	26	ПК-5
8 Обеспечение качества, надёжности и оптимизация радиоэлектронных средств	2	-	12	14	ПК-5
9 Оформление конструкторской документации с помощью САПР	2	-	12	14	ПК-5
Итого за семестр	28	28	124	180	
Итого	28	28	124	180	

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

Согласована на портале № 83761

6 семестр			
1 Основы конструирования электронных средств	Основы конструирования электронных средств	4	ПК-5
	Итого	4	
2 Введение в цифровую инженерию электронных средств	Основные понятия	2	ПК-5
	Итого	2	
3 Основные принципы и методология применения информационных технологий при проектировании радиоэлектронных средств	Организация проектирования РЭС с помощью ИТ. Системный подход к проектированию РЭС с использованием информационных технологий. Информационные CALS–технологии поддержки РЭС на всех этапах жизненного цикла. Стадии разработки конструкторской документации при проектировании с помощью ИТ	2	ПК-5
	Итого	2	

Согласована на портале № 83761

4 Информационные технологии на различных этапах проектирования радиоэлектронных средств	Классификация задач проектирования, их формализация. Математические модели (ММ) РЭС. Этапы развития и краткая характеристика современного состояния САПР радиоэлектронных средств, систем и комплексов. Комплексные интеллектуальные (интегрированные) САПР. Специализированные САПР для создания схем электрических принципиальных, моделирования их работы, проектирования печатных плат, размещения цифровой электрической схемы в устройствах ПЛИС. Перспективы развития автоматизированного проектирования	4	ПК-5
	Итого	4	

Согласована на портале № 83761

5 Автоматизированное проектирование конструкций и технологических процессов радиоэлектронных средств	Роль ИТ в процессе создания РЭС. Уровни проектирования – системный, функциональный, конструкторский, технологический. Типовые проектные процедуры при проектировании РЭС. Обобщённая методика проектирования РЭС с применением ИТ. Информационная модель проекта, базы данных (БД), системы управления базами данных (СУБД), распределённые БД. Сравнительный обзор основных характеристик различных типов современных технических средств. Концепция автоматизированного рабочего места (АРМ) проектировщика РЭС на базе ПК. Задачи управления и оптимизации, методы их решения	4	ПК-5
	Итого	4	

Согласована на портале № 83761

6 Информационные технологии проектирования деталей и сборок конструкций радиоэлектронных средств с помощью САПР	Основные принципы создания эскизов и твердотельных моделей деталей и сборок РЭС. Особенности проектирования литых, выточенных деталей и деталей из листового металла. Создание чертежей деталей и сборок. Методика проектирования электронных блоков с использованием САПР Solid Works. Проектирование электрожгутов. Тепловые и электромагнитные расчёты. Связь с другими САПР. Особенности трёхмерного проектирования узлов и деталей РЭС в САПР Компас и Инвертор.	4	ПК-5
	Итого	4	

Согласована на портале № 83761

7 Проектирование печатных узлов с помощью информационных технологий	Особенности проектирования печатных узлов с помощью ИТ. Возможности и особенности интерфейсов различных САПР. Методика проектирования печатных узлов в комплексных САПР P-CAD, Altium Designer, OrCAD, DipTrace и др. Организация и ведение библиотек ЭРЭ. Создание условных графических обозначений ЭРЭ, установка ЭРЭ на печатные платы и разработка посадочных мест ЭРЭ. Создание компонентов РЭС. Разработка схем электрических принципиальных. Диалоговое размещение ЭРЭ. Диалоговая и автоматическая трассировка проводников печатных плат. Связь с другими САПР.	4	ПК-5
	Итого	4	

Согласована на портале № 83761

8 Обеспечение качества, надёжности и оптимизация радиоэлектронных средств	Комплекс ТРиАНА, (подсистемы «АСОНИКА-Т») для моделирования на ПК стационарных и нестационарных тепловых процессов, протекающих в конструкциях РЭС (стоечные конструкции, блоки с регулярной и нерегулярной структурами, печатные узлы, функциональные ячейки, микросборки). Комплекс АСОНИКА-К для управления надёжностью изделий на ранних этапах проектирования, изготовления, эксплуатации и утилизации. Универсальная программная система конечноэлементного анализа ANSYS для решения линейных и нелинейных стационарных и нестационарных пространственных задач механики конструкций, задач теплопередачи и теплообмена, электродинамики. САПР мультифизического моделирования CadFLO	2	ПК-5
	Итого	2	
9 Оформление конструкторской документации с помощью САПР	Особенности автоматизированного оформления конструкторской документации РЭС в соответствии с ЕСКД	2	ПК-5
	Итого	2	
Итого за семестр		28	
Итого		28	

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
6 семестр			

Согласована на портале № 83761

4 Информационные технологии на различных этапах проектирования радиоэлектронных средств	Выполнение чертежей компонентов РЭС в Solid Works	2	ПК-5
	Итого	2	
5 Автоматизированное проектирование конструкций и технологических процессов радиоэлектронных средств	Составление Технического задания (ТЗ) на автоматизированное проектирование блока РЭС	2	ПК-5
	Компоновка и разработка общего вида конструкции РЭС	4	ПК-5
	Проектирование лицевой панели РЭС в SolidWorks	2	ПК-5
	Проектирование несущей конструкции РЭС в SolidWorks	2	ПК-5
	Знакомство с системой автоматизированного проектирования печатных плат. Организация и ведение библиотек ЭРЭ. Создание условных графических обозначений (УГО) электрорадиоэлементов. Проектирование электрических схем	2	ПК-5
	Итого	12	
6 Информационные технологии проектирования деталей и сборок конструкций радиоэлектронных средств с помощью САПР	Детали, сборки, чертежи, Массивы элементов, рисование трёхмерных эскизов в SolidWorks.	2	ПК-5
	Разработка корпусов РЭС из листового металла в SolidWorks	2	ПК-5
	Использование стандартных крепёжных компонентов в SolidWorks	2	ПК-5
	Разработка посадочных мест на печатной плате для монтажа конструктивных элементов	2	ПК-5
	Итого	8	
7 Проектирование печатных узлов с помощью информационных технологий	Диалоговое размещение электрорадиоэлементов на печатной плате	2	ПК-5
	Ручная и интерактивная трассировки проводников печатных плат	2	ПК-5
	Автоматическая трассировка проводников печатных плат	2	ПК-5
	Итого	6	
Итого за семестр		28	
Итого		28	

5.4. Лабораторные занятия

Не предусмотрено учебным планом

5.5. Курсовой проект / курсовая работа

Согласована на портале № 83761

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
6 семестр				
1 Основы конструирования электронных средств	Подготовка к зачету	6	ПК-5	Зачёт
	Подготовка к тестированию	6	ПК-5	Тестирование
	Итого	12		
2 Введение в цифровую инженерию электронных средств	Подготовка к зачету	6	ПК-5	Зачёт
	Подготовка к тестированию	6	ПК-5	Тестирование
	Итого	12		
3 Основные принципы и методология применения информационных технологий при проектировании радиоэлектронных средств	Подготовка к зачету	6	ПК-5	Зачёт
	Подготовка к тестированию	6	ПК-5	Тестирование
	Итого	12		
4 Информационные технологии на различных этапах проектирования радиоэлектронных средств	Подготовка к зачету	6	ПК-5	Зачёт
	Подготовка к тестированию	6	ПК-5	Тестирование
	Итого	12		
5 Автоматизированное проектирование конструкций и технологических процессов радиоэлектронных средств	Подготовка к зачету	12	ПК-5	Зачёт
	Подготовка к тестированию	6	ПК-5	Тестирование
	Итого	18		
6 Информационные технологии проектирования деталей и сборок конструкций радиоэлектронных средств с помощью САПР	Подготовка к зачету	12	ПК-5	Зачёт
	Подготовка к тестированию	6	ПК-5	Тестирование
	Итого	18		
7 Проектирование печатных узлов с помощью информационных технологий	Подготовка к зачету	10	ПК-5	Зачёт
	Подготовка к тестированию	6	ПК-5	Тестирование
	Итого	16		
8 Обеспечение качества, надёжности и оптимизация радиоэлектронных средств	Подготовка к зачету	6	ПК-5	Зачёт
	Подготовка к тестированию	6	ПК-5	Тестирование
	Итого	12		

Согласована на портале № 83761

9 Оформление конструкторской документации с помощью САПР	Подготовка к зачету	6	ПК-5	Зачёт
	Подготовка к тестированию	6	ПК-5	Тестирование
	Итого	12		
Итого за семестр		124		
Итого		124		

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.	Сам. раб.	
ПК-5	+	+	+	Зачёт, 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
6 семестр				
Зачёт	0	0	30	30
Тестирование	15	20	35	70
Итого максимум за период	15	20	65	100
Нарастающим итогом	15	35	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)

Согласована на портале № 83761

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. Основы компьютерных технологий проектирования радиоэлектронных средств: Учебное пособие / Ю. П. Кобрин - 2018. 56 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7906.
2. Проектирование функциональных узлов и модулей радиоэлектронных средств : Учебное пособие для вузов / Д. Ю. Муромцев, И. В. Тюрин, О. А. Белоусов, Р. Ю. Курносов. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 252 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/181532.

7.2. Дополнительная литература

1. Информационные технологии проектирования радиоэлектронных средств : учебное пособие для вузов / Д. Ю. Муромцев, И. В. Тюрин, О. А. Белоусов, Р. Ю. Курносов. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 412 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/378464.
2. Муромцев, Д. Ю. Математическое обеспечение САПР : учебное пособие / Д. Ю. Муромцев, И. В. Тюрин. — 2-е изд. перераб. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 464 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/211466.
3. Киселёв, И. А. Основы моделирования процессов теплообмена в среде Solidworks : учебное пособие / И. А. Киселёв, С. Ю. Страхов. — Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2017. — 48 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/121844.
4. Алямовский, А. А. SOLIDWORKS Simulation и FloEFD. Практика, методология, идеология / А. А. Алямовский. — Москва : ДМК Пресс, 2018. — 658 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/131715.
5. Разработка и оформление конструкторской документации РЭА : Справочник / Э. Т. Романычева, Э. Т. Иванова, А. С. Куликов и др.; Ред. Э. Т. Романычева. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Радио и связь, 1989. - 448 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 20 экз.).
6. Компьютерное моделирование печатных плат с использованием современных САПР : учебное пособие / В. Б. Василевский, А. О. Звонов, К. А. Петухов [и др.]. — Омск : ОмГТУ, 2023. — 212 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/421685.

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Разработка технического задания и технических предложений на проектирование РЭС: Учебное пособие к курсовому проектированию / Ю. П. Кобрин - 2018. 94 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7902.
2. Организация и ведение библиотек в Altium Designer: Методические указания к лабораторной работе / Ю. П. Кобрин - 2018. 28 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7903.
3. Элементная база электронных компонентов РЭС: Учебное пособие к курсовому проектированию / Ю. П. Кобрин - 2018. 64 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7904.
4. Знакомство с САПР Altium Designer: Методические указания к лабораторной работе / Ю. П. Кобрин - 2018. 23 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7905.
5. Оптимизация при проектировании РЭС: Методические указания к лабораторной работе / Ю. П. Кобрин - 2018. 36 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/8087.

Согласована на портале № 83761

6. Altium Designer. SolidWorks. Часть 1. Разработка элементной базы: Сборник практических заданий по проектированию печатных узлов РЭС / Д. В. Озеркин - 2012. 66 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1556.

7. Altium Designer. SolidWorks. Часть 2. Схемотехническое проектирование: Сборник практических заданий по проектированию печатных узлов РЭС / Д. В. Озеркин - 2012. 50 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1554.

8. Altium Designer. SolidWorks. Часть 3. Топологическое проектирование: Сборник практических заданий по проектированию печатных узлов РЭС / Д. В. Озеркин - 2012. 95 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1558.

9. Основы конструирования электронных средств: Методические указания к практическим, лабораторным занятиям и самостоятельной работе / А. А. Чернышев - 2018. 78 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/8145.

10. Автоматизированное проектирование радиоэлектронных средств: Методические указания по самостоятельной работе / Ю. П. Кобрин - 2017. 23 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6621.

11. Материалы для расчетов системы амортизации РЭС: Учебно-методическое пособие для студентов направления «Конструирование и технология электронных средств» / А. А. Чернышев - 2014. 33 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3927.

12. Зиновьев, Д. В. Основы моделирования в SolidWorks / Д. В. Зиновьев ; под редакцией М. И. Азанова. — Москва : ДМК Пресс, 2017. — 240 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/97361.

13. Хотина, Г. К. Создание изделий со сложными поверхностями в среде геометрического моделирования SolidWorks : учебное пособие / Г. К. Хотина, Ф. С. , Л. С. . — Москва : МАИ, 2021. — 52 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/207518.

14. Ватулин, Я. С. Выполнение конструкторской документации на основе электронных геометрических моделей изделий: методические указания для студентов механических и инженерно-технических специальностей : методические указания / Я. С. Ватулин, Н. А. Елисеев, Ю. Г. Параскевопуло. — Санкт-Петербург : ПГУПС, [б. г.]. — Часть 1 : Графический редактор SolidWorks — 2015. — 30 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/91119.

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

Согласована на портале № 83761

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 ГПО / Лаборатория автоматизированного 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; 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 403 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Мультимедийный проектор TOSHIBA;
- Телевизор-монитор SAMSUNG;
- Магнитно-маркерная доска;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- 7-Zip;
- Acrobat Reader;
- Google Chrome;
- MicroCAP;
- Microsoft Office;
- Microsoft Windows;
- Mozilla Firefox;
- OpenOffice;
- PTC Mathcad 13, 14;

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

Согласована на портале № 83761

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)
1 Основы конструирования электронных средств	ПК-5	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
2 Введение в цифровую инженерию электронных средств	ПК-5	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
3 Основные принципы и методология применения информационных технологий при проектировании радиоэлектронных средств	ПК-5	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
4 Информационные технологии на различных этапах проектирования радиоэлектронных средств	ПК-5	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
5 Автоматизированное проектирование конструкций и технологических процессов радиоэлектронных средств	ПК-5	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
6 Информационные технологии проектирования деталей и сборок конструкций радиоэлектронных средств с помощью САПР	ПК-5	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
7 Проектирование печатных узлов с помощью информационных технологий	ПК-5	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий

Согласована на портале № 83761

8 Обеспечение качества, надёжности и оптимизация радиоэлектронных средств	ПК-5	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
9 Оформление конструкторской документации с помощью САПР	ПК-5	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		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

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.

Согласована на портале № 83761

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

1. Какие подходы необходимы для решения задач размещения элементов электрической схемы после того, как задача компоновки уже решена?
   a) внедрение существующего программного обеспечения;
   b) разработка алгоритмов;
   c) построение математических моделей;
   d) разработка соответствующих программ;
2. В результате проведения научно-исследовательских работ создана документация для решения задачи трассировки. К какой системе относится полученная документация?
   a) SCM-система (управление цепочками поставок);
   b) PDM-система (управление проектными данными);
   c) CAD-система (конструкторское проектирование);
   d) CAM-система (технологическая подготовка производства);
   e) CAE-система (функциональное проектирование);
3. Имеем набор конструкторской документации на прибор. Какое из определений понятия "информация" наиболее точно соответствует имеющейся документации?
   a) "информация - сведения, передаваемые одними людьми другим людям устным, письменным или каким-нибудь другим способом" (БСЭ);
   b) "информация есть все сведения, являющиеся объектом хранения, передачи и преобразования";
   c) "информация является одной из фундаментальных сущностей окружающего нас мира"
   d) "информация является одним из основных универсальных свойств материи";
   e) "информация есть отражение реального мира";
4. Какой вид изображений необходим для оформления чертежей?
   a) высококачественные черно-белые изображения;
   b) цветные или двумерные изображения;
   c) проекция трёхмерных изображений с закрашиванием поверхностей;
   d) проекции реалистичных трёхмерных изображений с учётом отражательных характеристик поверхностей объектов и формированием светотеней;
   e) каркасные трёхмерные проекции конструкторских чертежей эскизов с удалением и без удаления невидимых линий
5. Отечественным стандартом ГОСТ Р 53429-2009 предусматривается ____ классов точности (плотности рисунка) печатной платы.
   a) четыре;
   b) пять;
   c) шесть;
   d) семь;
6. На каком этапе проектирования РЭС необходимо решение задачи оптимизации проводных и печатных соединений?
   a) функциональное проектирование;

Согласована на портале № 83761

b) системотехническое проектирование;
c) технологическая подготовка производства;
d) конструкторское проектирование;

7. На каком этапе проектирования РЭС осуществляется выбор элементной базы и электрической схемы проектируемого изделия?
   a) технологическая подготовка производства;
   b) системотехническое проектирование;
   c) функциональное проектирование;
   d) конструкторское проектирование;
8. На каком этапе проектирования РЭС определяются принципы ее работы?
   a) функциональное проектирование;
   b) системотехническое проектирование;
   c) технологическая подготовка производства;
   d) конструкторское проектирование;
9. На какой стадии проектирования РЭС необходимо проведение научно-исследовательских работ?
   a) эскизное проектирование;
   b) предварительное проектирование;
   c) техническое проектирование
10. На какой стадии проектирования РЭС создаётся экспериментальный образец проектируемого изделия?
    a) техническое проектирование;
    b) эскизное проектирование;
    c) предварительное проектирование

9.1.2. Перечень вопросов для зачета

1. Автоматизированное проектирование (АП), как технология проектно-конструкторской деятельности. Цели АП.
2. Определение понятия САПР.
3. Классификация САПР. Задачи, решаемые на основе классификации.
4. Классификационные признаки и группы САПР.
5. Общая характеристика процесса автоматизированного проектирования.
6. Структура процесса автоматизированного проектирования, его принципиальные свойства - иерархичность, итерационность, альтернативность.
7. Функциональные составляющие САПР - проектирующие и обслуживающие подсистемы.
8. Виды обеспечения САПР. Горизонтальные и вертикальные системные связи в САПР.
9. Системный подход к автоматизации проектно-конструкторских работ. Связь САПР с системами автоматизации других видов. Интегрированные (комплексные) САПР.
10. АСНИ, САПР изделий, АСТПП, АСУ ТП, АСКИО. Их характеристики.
11. САПР и их место среди других систем. Разновидности САПР. Виды обеспечения САПР. Примеры САПР.
12. CAE/CAD/CAM - системы. Функции и характеристики.
13. Электронная (безбумажная) форма введения конструкторско-технологической документации.
14. CALS – технологии информационной поддержки жизненного цикла изделий РЭС.
15. Техническое обеспечение САПР. Анализ требований к комплексу технических средств (КТС).
16. Структура технического обеспечения САПР. Технические средства. Машинные носители информации, виды каналов связи, средства вычислительной техники. Понятия клиентсервера, файл-сервера, сервера баз данных, сервера приложений, коммутационного сервера, специализированного сервера.
17. Специализированные КТС САПР - автоматизированные рабочие места.
18. Компьютерные сети в САПР.
19. Обеспечения безопасности информационных технологий проектирования РЭС.
20. Устройства вывода текстовой документации в САПР - печатающие устройства (ПУ).
21. Устройства вывода графической информации в САПР - графопостроители и координатографы векторного типа.

Согласована на портале № 83761

22. Устройства вывода графической информации в САПР - графопостроители и координатографы растрового типа.
23. Устройства ввода графической информации в САПР - кодировщики графической информации. Классификация.
24. Потребительские характеристики.
25. Устройства 3D-прототипирования (3D-принтеры) в САПР РЭС.
26. Функциональная схема САПР на уровне программного, информационного и лингвистического обеспечения.
27. Состав программного обеспечения САПР.
28. Состав информационного и лингвистического обеспечения САПР.
29. Типовые процессы проектирования в САПР подготовительного, основного и заключительного этапов.
30. Состав и структура систем PCAD и Altium Designer.
31. Организация операционной среды в графических редакторах систем PCAD и Altium Designer.
32. Алгоритм работы с САПР схемотехника РЭС.
33. Алгоритм работы с САПР конструктора РЭС.
34. Алгоритм работы с САПР технолога РЭС.
35. Формат языка текстового описания электрической схемы в системах PCAD и Altium Designer.
36. Структура библиотечного описания УГО компонента в системах PCAD и Altium Designer.
37. Структура библиотечного описания КТО компонента в системах PCAD и Altium Designer.
38. Работа с библиотечными компонентами в системах PCAD и Altium Designer. Общие сведения, порядок работы.
39. Структура описания конструктива в системах PCAD и Altium Designer.
40. Автоматическая процедура размещения в системах PCAD и Altium Designer.
41. Процедуры размещения и улучшения размещения компонентов на ПП.
42. Ручная и интерактивная трассировка соединений в системах PCAD и Altium Designer.
43. Автоматическая процедура трассировки в системах PCAD и Altium Designer.

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 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.

Согласована на портале № 83761

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:

– 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 № 83761

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры КИПР
протокол № 45 от «20» 2 2025 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. КИПР	Н.Н. Кривин	Согласовано, 61bb81d6-898a-4d50-b92b-bf79399fcfac
Заведующий обеспечивающей каф. КИПР	Н.Н. Кривин	Согласовано, 61bb81d6-898a-4d50-b92b-bf79399fcfac
Начальник учебного управления	И.А. Лариошина	Согласовано, c3195437-a02f-4972-a7c6-ab6ee1f21e73

ЭКСПЕРТЫ:

Доцент, каф. КИПР	Н.Н. Кривин	Согласовано, 61bb81d6-898a-4d50-b92b-bf79399fcfac
Доцент, каф. КИПР	А.А. Чернышев	Согласовано, 72a81577-12a0-4023-8fe9-e3b84d6716fc

РАЗРАБОТАНО:

Заведующий кафедрой, каф. КИПР	Н.Н. Кривин	Разработано, 61bb81d6-898a-4d50-b92b-bf79399fcfac

Согласована на портале № 83761