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.
«13» _____12_____ 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ И ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ

Уровень образования: **высшее образование - специалитет**
Направление подготовки / специальность: **11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы**
Направленность (профиль) / специализация: **Антенные системы и сверхвысокочастотные устройства**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Радиотехнический факультет (РТФ)**
Кафедра: **Кафедра сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники (СВЧиКР)**
Курс: **5**
Семестр: **9**
Учебный план набора 2024 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	9 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	18	18	часов
Практические занятия	18	18	часов
Лабораторные занятия	12	12	часов
Самостоятельная работа	60	60	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	108	108	часов
	3	3	з.е.

Формы промежуточной аттестация	Семестр
Зачет	9

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сенченко П.В.
Должность: Проректор по УР
Дата подписания: 13.12.2023
Уникальный программный ключ:
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

Согласована на портале № 78966

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Сформировать у студентов способность осуществлять проектирование конструкций электронных средств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ.
2. Сформировать у студентов способность разрабатывать проектно-конструкторскую документацию в соответствии с нормативными требованиями и осуществлять выпуск технической документации с использованием пакетов прикладных программ.
3. Сформировать у студентов способность применять методы проектирования технологических процессов производства устройств радиоэлектронной техники с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства.

1.2. Задачи дисциплины

1. Ознакомление студентов с современными методами конструирования и технологическими процессами производства РЭС.
2. Формирование у студентов способности решения задач по проектированию деталей, узлов и радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием, требуемой надежностью на базе широкого использования унификации, нормализации и стандартизации конструктивных элементов и узлов РЭС с использованием средств автоматизации проектирования.
3. Формирование у студентов на основе системных представлений о процессе создания РЭС умения вести практическую конструкторскую разработку модулей, блоков и приборов РЭС на современной нормативной, элементной и технологической базе.
4. Формирование у студентов способности решения задачи выбора оптимальных конструкторско-технологических решений на всех этапах процесса проектирования РЭС: от технического задания до производства изделий, отвечающих целям функционирования, технологии производства и обеспечения характеристик объекта, определяющих его качество.
5. Формирование у студентов способности оформления конструкторско-технологической документации на объекты проектирования радиоэлектронных средств; участие в деятельности конструкторско-технологических служб по выполнению задач проектирования радиоэлектронных средств.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).
Часть блока дисциплин: Обязательная часть.
Модуль дисциплин: Модуль специальности (general hard skills – GHS).
Индекс дисциплины: Б1.О.03.22.
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		

Согласована на портале № 78966

ОПК-6. Способен учитывать существующие и перспективные технологии производства радиоэлектронной аппаратуры при выполнении научно-исследовательской и опытно-конструкторских работ	ОПК-6.1. Знает современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий	Знает тенденции развития информационных CALS-технологий поддержки электронных средств на всех этапах жизненного цикла, этапы развития и краткую характеристику современного состояния САПР радиоэлектронных средств, систем и комплексов, классификацию задач проектирования, основные принципы создания эскизов и твердотельных моделей деталей и сборок электронных средств, методику проектирования электронных блоков с использованием САПР Solid Works. Знает методологические основы конструирования электронных средств.
	ОПК-6.2. Умеет оценивать преимущества и недостатки технологии производства радиоэлектронной аппаратуры	Умеет оценивать и выбирать базовые технологические процессы производства электронных средств согласно требованиям технического задания на научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы.
	ОПК-6.3. Владеет навыками выбора подходящего оборудования при выполнении научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ	Владеет навыками выбора подходящего САПР (Inventor, Altium Designer, Kompas 3D, Solid Works и другие) при выполнении научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ.
Профессиональные компетенции		
-	-	-

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
		9 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	48	48
Лекционные занятия	18	18
Практические занятия	18	18
Лабораторные занятия	12	12
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	60	60
Подготовка к зачету	30	30
Подготовка к тестированию	22	22
Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	8	8
Общая трудоемкость (в часах)	108	108

Согласована на портале № 78966

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	Прак. зан., ч	Лаб. раб.	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
9 семестр						
1 Введение	2	-	-	4	6	ОПК-6
2 Методологические основы конструирования РЭС	1	-	-	6	7	ОПК-6
3 Проектирование конструкций РЭС различных уровней и функционального назначения	2	-	-	6	8	ОПК-6
4 Автоматизированное проектирование конструкций и технологических процессов РЭС	2	-	4	8	14	ОПК-6
5 Информационные технологии проектирования деталей и сборок конструкций РЭС с помощью САПР	2	4	8	8	22	ОПК-6
6 Проектирование печатных узлов с помощью ИТ	2	6	-	4	12	ОПК-6
7 Основы защиты РЭС от воздействия дестабилизирующих факторов окружающей среды	2	4	-	6	12	ОПК-6
8 Базовые технологические процессы в производстве РЭС	2	-	-	6	8	ОПК-6
9 Обеспечение качества, надёжности и оптимизация РЭС	2	-	-	4	6	ОПК-6
10 Оформление конструкторской документации с помощью САПР	1	4	-	8	13	ОПК-6
Итого за семестр	18	18	12	60	108	
Итого	18	18	12	60	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
9 семестр			

Согласована на портале № 78966

1 Введение	Содержание и задачи курса, рекомендации по его изучению. Информационные технологии в профессиональной деятельности инженера-проектировщика РЭС. Термины и понятия, используемые при ИТ проектировании РЭС	2	ОПК-6
	Итого	2	
2 Методологические основы конструирования РЭС	Организация проектирования РЭС с помощью ИТ. Системный подход к проектированию РЭС с использованиеминформационных технологий. Информационные CALS–технологии поддержки РЭС на всех этапах жизненного цикла. Стадии разработки конструкторской документации при проектировании с помощью ИТ	1	ОПК-6
	Итого	1	
3 Проектирование конструкций РЭС различных уровней и функционального назначения	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 электрическихпринципиальных, моделирования их работы, проектирования печатных плат, размещения цифровой электрической схемы в устройствах ПЛИС. Перспективы развития автоматизированного проектирования.	2	ОПК-6
	Итого	2	

Согласована на портале № 78966

4 Автоматизированное проектирование конструкций и технологических процессов РЭС	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.	2	ОПК-6
	Итого	2	
5 Информационные технологии проектирования деталей и сборок конструкций РЭС 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. Тепловыеи электромагнитные расчёты. Связь с другими САПР. Особенности трёхмерного проектирования узлов и деталей РЭС в САПР Компас и Инвертор.	2	ОПК-6
	Итого	2	
6 Проектирование печатных узлов с помощью ИТ	Проектирование печатных узлов с помощью ИТ	2	ОПК-6
	Итого	2	
7 Основы защиты РЭС от воздействия дестабилизирующих факторов окружающей среды	Основы защиты РЭС от воздействия дестабилизирующих факторов окружающей среды	2	ОПК-6
	Итого	2	
8 Базовые технологические процессы в производстве РЭС	Базовые технологические процессы в производстве РЭС	2	ОПК-6
	Итого	2	
9 Обеспечение качества, надёжности и оптимизация РЭС	Обеспечение качества, надёжности и оптимизация РЭС	2	ОПК-6
	Итого	2	

Согласована на портале № 78966

10 Оформление конструкторской документации с помощью САПР	Оформление конструкторской документации с помощью САПР	1	ОПК-6
	Итого	1	
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
9 семестр			
5 Информационные технологии проектирования деталей и сборок конструкций РЭС с помощью САПР	Составление Технического задания (ТЗ) на проектирование блока РЭС	4	ОПК-6
	Итого	4	
6 Проектирование печатных узлов с помощью ИТ	Знакомство с системой автоматизированного проектирования печатных плат. Организация и ведение библиотек ЭРЭ. Проектирование электрических схем. Размещение электрорадиоэлементов на печатной плате и трассировки проводников	6	ОПК-6
	Итого	6	
7 Основы защиты РЭС от воздействия дестабилизирующих факторов окружающей среды	Расчет теплового режима блока РЭС. Расчёт надёжности.	4	ОПК-6
	Итого	4	
10 Оформление конструкторской документации с помощью САПР	Оформление конструкторской документации с помощью САПР	4	ОПК-6
	Итого	4	
Итого за семестр		18	
Итого		18	

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
9 семестр			
4 Автоматизированное проектирование конструкций и технологических процессов РЭС	Altium Designer. SolidWorks. Часть 1. Разработка элементной базы	4	ОПК-6
	Итого	4	

Согласована на портале № 78966

5 Информационные технологии проектирования деталей и сборок конструкций РЭС с помощью САПР	Altium Designer. SolidWorks. Часть 2. Схемотехническое проектирование	4	ОПК-6
	Altium Designer. SolidWorks. Часть 3. Топологическое проектирование	4	ОПК-6
	Итого	8	
Итого за семестр		12	
Итого		12	

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
9 семестр				
1 Введение	Подготовка к зачету	2	ОПК-6	Зачёт
	Подготовка к тестированию	2	ОПК-6	Тестирование
	Итого	4		
2 Методологические основы конструирования РЭС	Подготовка к зачету	4	ОПК-6	Зачёт
	Подготовка к тестированию	2	ОПК-6	Тестирование
	Итого	6		
3 Проектирование конструкций РЭС различных уровней и функционального назначения	Подготовка к зачету	4	ОПК-6	Зачёт
	Подготовка к тестированию	2	ОПК-6	Тестирование
	Итого	6		
4 Автоматизированное проектирование конструкций и технологических процессов РЭС	Подготовка к зачету	2	ОПК-6	Зачёт
	Подготовка к тестированию	2	ОПК-6	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	4	ОПК-6	Лабораторная работа
	Итого	8		
5 Информационные технологии проектирования деталей и сборок конструкций РЭС с помощью САПР	Подготовка к зачету	2	ОПК-6	Зачёт
	Подготовка к тестированию	2	ОПК-6	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	4	ОПК-6	Лабораторная работа
	Итого	8		

Согласована на портале № 78966

6 Проектирование печатных узлов с помощью ИТ	Подготовка к зачету	2	ОПК-6	Зачёт
	Подготовка к тестированию	2	ОПК-6	Тестирование
	Итого	4		
7 Основы защиты РЭС от воздействия дестабилизирующих факторов окружающей среды	Подготовка к зачету	4	ОПК-6	Зачёт
	Подготовка к тестированию	2	ОПК-6	Тестирование
	Итого	6		
8 Базовые технологические процессы в производстве РЭС	Подготовка к зачету	4	ОПК-6	Зачёт
	Подготовка к тестированию	2	ОПК-6	Тестирование
	Итого	6		
9 Обеспечение качества, надёжности и оптимизация РЭС	Подготовка к зачету	2	ОПК-6	Зачёт
	Подготовка к тестированию	2	ОПК-6	Тестирование
	Итого	4		
10 Оформление конструкторской документации с помощью САПР	Подготовка к зачету	4	ОПК-6	Зачёт
	Подготовка к тестированию	4	ОПК-6	Тестирование
	Итого	8		
Итого за семестр		60		
Итого		60		

5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности 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.	
ОПК-6	+	+	+	+	Зачёт, 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
9 семестр				
Зачёт	10	10	10	30
Лабораторная работа	0	20	20	40
Тестирование	10	10	10	30
Итого максимум за период	20	40	40	100

Согласована на портале № 78966

Нарастающим итогом	20	60	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. Лопаткин, А. Проектирование печатных плат в системе Altium Designer : учебное пособие / А. Лопаткин. — 2-е изд. — Москва : ДМК Пресс, 2017. — 554 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/97334.

2. Основы компьютерных технологий проектирования радиоэлектронных средств: Учебное пособие / Ю. П. Кобрин - 2018. 56 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7906.

7.2. Дополнительная литература

1. Основы конструирования и технологии производства радиоэлектронных средств. Электронные радиационные технологии : учебник для вузов / А. С. Сигов, В. И. Иванов, П. А. Лучников, А. П. Суржиков ; под редакцией А. С. Сигова. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 321 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://urait.ru/bcode/490269.

2. Основы конструирования и технологии производства радиоэлектронных средств. Интегральные схемы : учебник для вузов / Ю. В. Гуляев [и др.] ; под редакцией Ю. В. Гуляева. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 460 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://urait.ru/bcode/490268.

3. Основы конструирования и технологии производства радиоэлектронных средств. Ионно-плазменные технологии : учебник для вузов / А. С. Сигов, В. И. Иванов, П. А. Лучников, А. П. Суржиков ; под редакцией А. С. Сигова. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 270 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://urait.ru/bcode/490270.

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

Согласована на портале № 78966

1. 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.

2. 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.

3. 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.

4. Выбор и расчет системы амортизации блока РЭС: Методическое пособие для выполнения практического занятия / А. К. Кондаков - 2012. 11 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1045.

5. Расчёт теплового режима блока РЭС : Методическое пособие для выполнения практического занятия / А. К. Кондаков - 2012. 8 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1044.

6. Художественно – конструкторская разработка лицевой панели радиоэлектронного устройства: Методическое пособие по выполнению практического занятия / А. К. Кондаков - 2009. 19 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1175.

7. Основы компьютерного проектирования и моделирования радиоэлектронных средств : Учебно-методическое пособие для студентов при выполнении заданий по практике и лабораторным работам / В. И. Тисленко - 2016. 23 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6547.

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

1. 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 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

Согласована на портале № 78966

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;
- ANSYS AIM Student;
- Acrobat Reader;
- Advanced Design Studio (ADS);
- Altium Designer;
- EMPro;
- Genesys;
- Google Chrome;
- MatLab v7.5;
- MicroCAP;
- Microsoft Office;
- Microsoft Windows;
- Mozilla Firefox;
- OpenOffice;
- PTC Mathcad 13, 14;
- SystemVue;
- Visual Studio Professional 2017;

Лаборатория прикладного программирования: 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, 302 ауд.

Описание имеющегося оборудования:
- Мультимедиа устройство Hisense H50N5300;
- Магнитно-маркерная доска;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
- 7-Zip;
- ANSYS AIM Student;
- Acrobat Reader;
- Advanced Design Studio (ADS);
- Altium Designer;
- EMPro;
- Genesys;
- Google Chrome;
- MatLab v7.5;
- MicroCAP;
- Microsoft Office;
- Microsoft Windows;
- Mozilla Firefox;
- OpenOffice;
- PTC Mathcad 13, 14;

Согласована на портале № 78966

- SystemVue;
- Visual Studio Professional 2017;
- wxDEV C++ – FREE;

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;
- Altium Designer;
- Google Chrome;
- MicroCAP;
- Microsoft Office;
- Microsoft Windows;
- Mozilla Firefox;
- OpenOffice;
- PTC Mathcad 13, 14;

8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

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;
- Altium Designer;
- Google Chrome;
- MicroCAP;
- Microsoft Office;
- Microsoft Windows;
- Mozilla Firefox;
- OpenOffice;
- PTC Mathcad 13, 14;

Согласована на портале № 78966

8.4. 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, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 209 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 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)
1 Введение	ОПК-6	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий

Согласована на портале № 78966

2 Методологические основы конструирования РЭС	ОПК-6	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
3 Проектирование конструкций РЭС различных уровней и функционального назначения	ОПК-6	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
4 Автоматизированное проектирование конструкций и технологических процессов РЭС	ОПК-6	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
5 Информационные технологии проектирования деталей и сборок конструкций РЭС с помощью САПР	ОПК-6	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
6 Проектирование печатных узлов с помощью ИТ	ОПК-6	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
7 Основы защиты РЭС от воздействия дестабилизирующих факторов окружающей среды	ОПК-6	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
8 Базовые технологические процессы в производстве РЭС	ОПК-6	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
9 Обеспечение качества, надёжности и оптимизация РЭС	ОПК-6	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
10 Оформление конструкторской документации с помощью САПР	ОПК-6	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

Согласована на портале № 78966

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

1. К какой проблеме относится определение основных характеристик системы при некоторой выбранной (фиксированной) структуре?
   а) проблема синтеза

Согласована на портале № 78966

b) проблема анализа
c) проблема обобщения
d) проблема экстракции

2. К какой проблеме относится выбор числа уровней и подсистем (иерархия системы)?
   a) проблема синтеза
   b) проблема анализа
   c) проблема обобщения
   d) проблема экстракции
3. К какому виду подсистем относятся подсистемы трассировки соединений в печатных платах?
   a) обслуживающие подсистемы
   b) проектирующие подсистемы
   c) эксплуатирующие подсистемы
   d) разрабатываемые подсистемы
4. К какому виду подсистем относятся подсистемы разработки и сопровождения программного обеспечения CASE (Computer Aided Software Engineering)?
   a) обслуживающие подсистемы
   b) проектирующие подсистемы
   c) эксплуатирующие подсистемы
   d) разрабатываемые подсистемы
5. К какому виду подсистем относятся подсистемы изготовления конструкторской документации и схемотехнического анализа?
   a) обслуживающие подсистемы
   b) проектирующие подсистемы
   c) эксплуатирующие подсистемы
   d) разрабатываемые подсистемы
6. Какую машинную графику следует использовать для решения задач проектирования конструкции?
   a) интерактивную машинную графику
   b) пакетную обработку графической информации
   c) векторную
   d) растровую
7. Какая графическая система должна использоваться для оформления технической документации?
   a) специализированные графические системы
   b) системы общего назначения
   c) home version
   d) нет верного ответа
8. Какая графическая система должна использоваться для оформления графических зависимостей РЭС?
   a) специализированные графические системы
   b) системы общего назначения
   c) home version
   d) нет верного ответа
9. Какие подходы необходимы для решения задач трассировки соединений между элементами?
   a) внедрение существующего программного обеспечения
   b) построение математических моделей
   c) разработка соответствующих программ
   d) разработка алгоритмов
10. 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
11. В результате проведения научно-исследовательских работ создана документация для

Согласована на портале № 78966

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)

12. 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", "информация является одним из основных универсальных свойств материи"
d) "информация есть отражение реального мира"
13. Какие периферийные устройства необходимы для проектирования однослойных печатных плат?
a) графический процессор
b) графическая РС
c) графические адаптеры
14. Какие периферийные устройства необходимы для проектирования каркасных трёхмерных изображений?
a) графическая РС
b) графические адаптеры
c) графический процессор
15. 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
16. Решение какой задачи проектирования РЭС потребуется для повышения процента выхода годных (т.е. уменьшение брака) приборов?
a) создание новых РЭС
b) существенная модернизация
c) частичная модернизация существующей РЭС
17. Решение какой задачи проектирования РЭС потребуется после внесения существенных изменений в конструкцию прибора?
a) создание новых РЭС
b) существенная модернизация
c) частичная модернизация существующей РЭС
d) Решение какой задачи проектирования РЭС потребуется после внесения изменений в технологию?
e) частичная модернизация существующей РЭС
f) создание новых РЭС
g) существенная модернизация
18. Что представляет собой система автоматизированного проектирования (САПР)?
a) средство автоматизации проектирования
b) система деятельности людей по проектированию объектов
19. Виброустойчивость - это:
a) способность конструкции нормально функционировать в условиях воздействия вибрации
b) способность конструкции противодействовать и устранять вибрацию
c) способность устойчиво функционировать в условиях переменных колебаний
20. Вибропрочность - это:

Согласована на портале № 78966

a) способность конструкции выдерживать вибрацию
b) способность конструкции нормально функционировать после устранения вибрации
c) способность конструкции противостоять разрушающему воздействию вибрации

9.1.2. Перечень вопросов для зачета

1. Что такое проектирование? Примеры проектных процедур и маршрутов проектирования.
2. Основные виды обеспечения САПР.
3. Принципы построения электрических, механических и тепловых моделей РЭС.
4. Основные подходы к автоматизации задач структурного синтеза.
5. Методы решения задач параметрического синтеза
6. Основы автоматизации решения задач анализа.
7. Задачи и типовые проектные процедуры этапа схемотехнического проектирования.
8. Отличия электронной модели от чертежа, достоинства и недостатки
9. Сравнение возможностей 3D-проектирования и 2D-черчения
10. Основные принципы системного подхода к проектированию РЭС
11. Факторы внешней среды и их дестабилизирующее влияние на параметры РЭС
12. Методы защиты РЭС от воздействия климатических факторов окружающей среды
13. Влияние климатических факторов на конструкцию
14. Защита аппаратуры от воздействия влажности и пыли
15. Защита РЭС от механических воздействий
16. Защита аппаратуры от воздействия помех
17. Воздействие ионизирующих излучений на РЭС и защита от излучений
18. Этапы проектирования конструкций РЭС при использовании систем автоматизированного проектирования
19. Базовые технологические процессы в производстве РЭС и этапы их разработки
20. Эргономические и эстетические требования к радиоэлектронным системам
21. Проектирование печатных узлов в Altium Designer
22. Выбор и анализ элементной базы

9.1.3. Темы лабораторных работ

1. Altium Designer. SolidWorks. Часть 1. Разработка элементной базы
2. Altium Designer. SolidWorks. Часть 2. Схемотехническое проектирование
3. Altium Designer. SolidWorks. Часть 3. Топологическое проектирование

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.

Согласована на портале № 78966

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:

– в форме электронного документа;
– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

Согласована на портале № 78966

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 № 78966

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры КИПР
протокол № 32 от «28» 10 2023 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. СВЧиКР	А.М. Заболоцкий	Согласовано, 47c2d4ff-8c0e-484c-b856-20e4ba4f0e52
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:

Заведующий кафедрой, каф. СВЧиКР	А.М. Заболоцкий	Согласовано, 47c2d4ff-8c0e-484c-b856-20e4ba4f0e52
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 № 78966