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

ЭЛЕКТРОНИКА

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.01 Радиотехника**
Направленность (профиль) / специализация: **Программируемые радиотехнические устройства**
Форма обучения: **заочная**
Кафедра: **телекоммуникаций и основ радиотехники (ТОР)**
Курс: **2, 3**
Семестр: **4, 5**
Учебный план набора 2024 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	4 семестр	5 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	4		4	часов
Практические занятия	2	2	4	часов
Лабораторные занятия		4	4	часов
Самостоятельная работа	30	125	155	часов
Контрольные работы		4	4	часов
Подготовка и сдача экзамена		9	9	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	36	144	180	часов
			5	з.е.

Формы промежуточной аттестации	Семестр	Количество
Экзамен	5	
Контрольные работы	5	1

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 № 80658

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Целью преподавания дисциплины является изучение студентами элементной базы, применяемой в многоканальных телекоммуникационных системах, телевизионной, радиорелейной, тропосферной, космической и радиолокационной связи.

1.2. Задачи дисциплины

1. Изучение принципов действия, характеристик, параметров и особенностей устройства важнейших полупроводниковых, электровакуумных и оптоэлектронных приборов, используемых в аудиовизуальной технике. К их числу относятся диоды, биполярных и полевые транзисторы, приборы с отрицательной дифференциальной проводимостью, оптоэлектронные и электровакуумные приборы, элементы интегральных схем и основы технологии их производства.
2. Изучение главных элементов цифровой и аналоговой схемотехники, выполненных на основе полупроводниковых, электровакуумных и оптоэлектронных приборов.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).
Часть блока дисциплин: Обязательная часть.
Модуль дисциплин: Модуль направления подготовки (spicial hard skills - SHS).
Индекс дисциплины: Б1.О.03.03.
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		
ОПК-1. Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	ОПК-1.1. Знает фундаментальные законы естественных наук и математики	Знать фундаментальные законы полупроводниковых приборов
	ОПК-1.2. Умеет анализировать проблемы, процессы и явления в области физики, использовать на практике базовые знания и методы физических исследований, а также умеет применять методы решения математических задач в профессиональной области	Уметь анализировать процессы и явления в полупроводниковых приборах
	ОПК-1.3. Владеет практическими навыками решения инженерных задач	Владеть практическими навыками построения характеристик и вычисления параметров полупроводниковых приборов
Профессиональные компетенции		

Согласована на портале № 80658

ПК-3. Способен исследовать и эксплуатировать радиоэлектронные средства и технологии, обеспечивающие передачу, обработку и прием информации по сетям связи различного назначения	ПК-3.1. Знает методы исследования радиоэлектронных средств и технологий передачи, обработки и приема информации	Знать методы исследования полупроводниковых приборов
	ПК-3.2. Умеет эксплуатировать радиоэлектронные средства в соответствии с инструкциями и типовыми методиками работы	Уметь эксплуатировать полупроводниковых приборов в соответствии с типовыми методиками работы
	ПК-3.3. Владеет навыками проведения исследований характеристик радиоэлектронных средств и технологий	Владеть навыками проведения исследований характеристик диодов, биполярных и полевых транзисторов

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	
		4 семестр	5 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	16	6	10
Лекционные занятия	4	4	
Практические занятия	4	2	2
Лабораторные занятия	4		4
Контрольные работы	4		4
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	155	30	125
Написание конспекта самоподготовки	72	12	60
Подготовка к контрольной работе	38	8	30
Подготовка к тестированию	30	6	24
Подготовка к выступлению (докладу)	4	4	
Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	11		11
Подготовка и сдача экзамена	9		9
Общая трудоемкость (в часах)	180	36	144
Общая трудоемкость (в з.е.)	5	1	4

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

Согласована на портале № 80658

Названия разделов (тем) дисциплины	Лек. зан., ч	Прак. зан., ч	Лаб. раб.	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
4 семестр						
1 Введение в физику полупроводников.	-	-	-	4	4	ОПК-1
2 Физические процессы при контакте разнородных материалов (p-n- переход, контакт металл-полупроводник, гетеропереход).	1	1	-	8	10	ОПК-1, ПК-3
3 Физические процессы в структуре с двумя взаимодействующими p-n переходами и её статические характеристики.	1	-	-	5	6	ОПК-1
4 Физические процессы в структуре металл- диэлектрик-полупроводник и её статические характеристики.	1	-	-	5	6	ОПК-1
5 Физические основы управления током канала с помощью управляющего p-n перехода.	1	1	-	4	6	ОПК-1, ПК-3
6 Фотоэлектрические явления в полупроводниках.	-	-	-	4	4	ОПК-1
Итого за семестр	4	2	0	30	36	
5 семестр						
8 Логические элементы И, ИЛИ, НЕ. Основные характеристики и параметры логических элементов.	-	-	4	47	55	ОПК-1, ПК-3
9 Особенности работы биполярных и полевых транзисторов в ключевых режимах и логических схемах	-	2	-	39	41	ОПК-1, ПК-3
10 Математическое описание моделей полупроводниковых приборов	-	-	-	39	39	ОПК-1
Итого за семестр	0	2	4	125	131	
Итого	4	4	4	155	167	

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
4 семестр			
1 Введение в физику полупроводников.	Собственные и примесные полупроводники. Зонная теория полупроводников. Основные и неосновные носители заряда в примесных полупроводниках.	0	ОПК-1
	Итого	-	

Согласована на портале № 80658

2 Физические процессы при контакте разнородных материалов (p-n- переход, контакт металл-полупроводник, гетеропереход).	Плоскостной p-n переход. Формирование потенциального барьера на границе раздела p-n слоёв полупроводников. Контактные явления на границе раздела металл-полупроводник. Полупроводниковые диоды.	1	ОПК-1
	Итого	1	
3 Физические процессы в структуре с двумя взаимодействующими p-n переходами и её статические характеристики.	Биполярные транзисторы npn и pnp. Принцип работы, вольт-амперные характеристики, параметры для трёх схем включения. Составные транзисторы.	1	ОПК-1
	Итого	1	
4 Физические процессы в структуре металл- диэлектрик-полупроводник и её статические характеристики.	Полевые МДП транзисторы с встроенными и индуцированными каналами. Принцип работы, вольт-амперные характеристики, параметры для трёх схем включения.	1	ОПК-1
	Итого	1	
5 Физические основы управления током канала с помощью управляющего p-n перехода.	Полевые транзисторы с p и n каналами и управляющим p-n переходом. Принцип работы, вольт-амперные характеристики, параметры в трёх схемах включения.	1	ОПК-1
	Итого	1	
6 Фотоэлектрические явления в полупроводниках.	Светодиоды и фотодиоды, их принцип работы, вольт-амперные характеристики, параметры. Диодные и транзисторные оптопары.	0	ОПК-1
	Итого	-	
	Итого за семестр	4	
5 семестр			
8 Логические элементы И, ИЛИ, НЕ. Основные характеристики и параметры логических элементов.	Принципы построения логических элементов на диодах, биполярных и полевых транзисторах.	-	ОПК-1
	Итого	-	

Согласована на портале № 80658

9 Особенности работы биполярных и полевых транзисторов в ключевых режимах и логических схемах	Переходные процессы в схемах логического отрицания, умножения и суммирования на биполярных и полевых транзисторах.	-	ОПК-1
	Итого	-	
10 Математическое описание моделей полупроводниковых приборов	Физические и математические модели полупроводниковых приборов.	-	ОПК-1
	Итого	-	
Итого за семестр		-	
Итого		4	

5.3. Контрольные работы

Виды контрольных работ и часы на контрольные работы приведены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Контрольные работы

№ п.п.	Виды контрольных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
5 семестр			
1	Контрольная работа	4	ОПК-1
Итого за семестр		4	
Итого		4	

5.4. Лабораторные занятия

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
5 семестр			
8 Логические элементы И, ИЛИ, НЕ. Основные характеристики и параметры логических элементов.	Исследование характеристик интегральных схем ТТЛ и КМДП	4	ОПК-1, ПК-3
	Итого	4	
Итого за семестр		4	
Итого		4	

5.5. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 5.5.

Таблица 5.5. – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
4 семестр			
2 Физические процессы при контакте разнородных материалов (p-n- переход, контакт металл-полупроводник, гетеропереход).	Плоскостные и точечные диоды, диоды Шотки и Ганна, и другие разновидности диодов.	1	ОПК-1, ПК-3
	Итого	1	

Согласована на портале № 80658

5 Физические основы управления током канала с помощью управляющего p-n перехода.	Полевые транзисторы с управляющим p-n переходами в трёх схемах включения. Аналоговый и ключевой режимы.	1	ОПК-1, ПК-3
	Итого	1	
Итого за семестр		2	
5 семестр			
9 Особенности работы биполярных и полевых транзисторов в ключевых режимах и логических схемах	Переходные процессы в логических элементах. Быстродействующие логические элементы. Запоминающие устройства на биполярных и полевых транзисторах. Запоминающие устройств на полевых транзисторах с плавающим затвором.	2	ОПК-1, ПК-3
	Итого	2	
Итого за семестр		2	
Итого		4	

5.6. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено учебным планом

5.7. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.7.

Таблица 5.7. – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов (тем) дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
4 семестр				
1 Введение в физику полупроводников.	Написание конспекта самоподготовки	2	ОПК-1	Конспект самоподготовки
	Подготовка к контрольной работе	1	ОПК-1	Контрольная работа
	Подготовка к тестированию	1	ОПК-1	Тестирование
	Итого	4		

Согласована на портале № 80658

2 Физические процессы при контакте разнородных материалов (p-n- переход, контакт металл-полупроводник, гетеропереход).	Написание конспекта самоподготовки	2	ОПК-1	Конспект самоподготовки
	Подготовка к контрольной работе	1	ОПК-1, ПК-3	Контрольная работа
	Подготовка к тестированию	1	ОПК-1, ПК-3	Тестирование
	Подготовка к выступлению (докладу)	4	ОПК-1, ПК-3	Выступление (доклад) на занятии
	Итого	8		
3 Физические процессы в структуре с двумя взаимодействующими p-n переходами и её статические характеристики.	Написание конспекта самоподготовки	2	ОПК-1	Конспект самоподготовки
	Подготовка к контрольной работе	2	ОПК-1	Контрольная работа
	Подготовка к тестированию	1	ОПК-1	Тестирование
	Итого	5		
4 Физические процессы в структуре металл-диэлектрик-полупроводник и её статические характеристики.	Написание конспекта самоподготовки	2	ОПК-1	Конспект самоподготовки
	Подготовка к контрольной работе	2	ОПК-1	Контрольная работа
	Подготовка к тестированию	1	ОПК-1	Тестирование
	Итого	5		
5 Физические основы управления током канала с помощью управляющего p-n перехода.	Написание конспекта самоподготовки	2	ОПК-1	Конспект самоподготовки
	Подготовка к контрольной работе	1	ОПК-1, ПК-3	Контрольная работа
	Подготовка к тестированию	1	ОПК-1, ПК-3	Тестирование
	Итого	4		
6 Фотоэлектрические явления в полупроводниках.	Написание конспекта самоподготовки	2	ОПК-1	Конспект самоподготовки
	Подготовка к контрольной работе	1	ОПК-1	Контрольная работа
	Подготовка к тестированию	1	ОПК-1	Тестирование
	Итого	4		
Итого за семестр		30		

Согласована на портале № 80658

5 семестр				
8 Логические элементы И, ИЛИ, НЕ. Основные характеристики и параметры логических элементов.	Написание конспекта самоподготовки	20	ОПК-1	Конспект самоподготовки
	Подготовка к контрольной работе	10	ОПК-1	Контрольная работа
	Подготовка к тестированию	6	ОПК-1	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	11	ОПК-1, ПК-3	Лабораторная работа
	Итого	47		
9 Особенности работы биполярных и полевых транзисторов в ключевых режимах и логических схемах	Написание конспекта самоподготовки	20	ОПК-1	Конспект самоподготовки
	Подготовка к контрольной работе	10	ОПК-1	Контрольная работа
	Подготовка к тестированию	9	ОПК-1, ПК-3	Тестирование
	Итого	39		
10 Математическое описание моделей полупроводниковых приборов	Написание конспекта самоподготовки	20	ОПК-1	Конспект самоподготовки
	Подготовка к контрольной работе	10	ОПК-1	Контрольная работа
	Подготовка к тестированию	9	ОПК-1	Тестирование
	Итого	39		
Итого за семестр		125		
	Подготовка и сдача экзамена	9		Экзамен
Итого		164		

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

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.8.

Таблица 5.8 – 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-1	+	+	+	+	Выступление (доклад) на занятии, Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Лабораторная работа, Тестирование, Экзамен

Согласована на портале № 80658

ПК-3		+	+	+	Выступление (доклад) на занятии, Контрольная работа, Лабораторная работа, Тестирование, Экзамен

6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

Рейтинговая система не используется

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

1. Электроника. Часть 1: Учебное пособие / В. М. Ицкович, В. А. Шалимов - 2016. 209 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7278.
2. Электроника. Часть 2: Учебное пособие / В. М. Ицкович, В. А. Шалимов - 2016. 120 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7279.
3. Электроника: Учебное пособие / В. Ф. Коновалов - 2012. 266 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7314.

7.2. Дополнительная литература

1. Гусев В.Г. Электроника: Учебное пособие для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 1991. – 622 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 73 экз.).
2. Степаненко И.П. Основы теории транзисторов и транзисторных схем: научное издание. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергия, 1977. – 671 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 81 экз.).
3. Жеребцов И.П. Основы электроники. – 5-е изд., перераб. и доп. – Л.: Энергоатомиздат, 1990. – 352 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 53 экз.).
4. Ефимов, И. Е. Основы микроэлектроники : учебник / И. Е. Ефимов, И. Я. Козырь. — 3-е изд. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 384 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/210218.
5. Пасынков, В. В. Полупроводниковые приборы : учебное пособие / В. В. Пасынков, Л. К. Чиркин. — 9-е изд. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 480 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/210338.

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Электроника: Учебно-методическое пособие / В. М. Ицкович, В. А. Шалимов - 2016. 76 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7280.
2. Исследование насыщенного транзисторного ключа: Руководство к лабораторной работе / А. М. Заболоцкий, В. А. Шалимов - 2018. 18 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7988.
3. Исследование базового элемента транзисторно-транзисторной логики: Руководство к лабораторной работе / А. М. Заболоцкий, В. А. Шалимов - 2018. 15 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7991.
4. Исследование логического элемента на комплементарных полевых транзисторах с индуцированным каналом (КМДП): Руководство к лабораторной работе / А. М. Заболоцкий, В. А. Шалимов - 2018. 15 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7992.
5. Исследование характеристик светодиодов и параметров оптопар: Методические указания к лабораторным работам / М. Самойличенко, А. М. Заболоцкий - 2023. 13 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/10646.
6. Исследование характеристик биполярных транзисторов: Методические указания к лабораторным работам / М. Самойличенко, А. М. Заболоцкий - 23. 17 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/10644.
7. Исследование характеристик полевых транзисторов: Методические указания к лабораторным работам / М. Самойличенко, А. М. Заболоцкий - 2023. 14 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/10645.

Согласована на портале № 80658

8. Исследование характеристик полупроводниковых диодов: Методическое указание к лабораторным работам / М. Самойличенко, А. М. Заболоцкий - 2023. 13 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/10643.

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

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

Для лиц с нарушениями зрения:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

7.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

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

8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

8.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

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

8.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Учебная лаборатория цифровых устройств и микропроцессоров: 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; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 218 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Генераторы: Г3-53 (3 шт.), Г3-112/1 (3 шт.), Г5-54 (6 шт.);
- Осциллографы GOS-620 (6 шт.);
- Макеты (6 шт.);
- Доска аудиторная;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Учебная лаборатория цифровых устройств и микропроцессоров: 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,

Согласована на портале № 80658

помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 218 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Генераторы: Г3-53 (3 шт.), Г3-112/1 (3 шт.), Г5-54 (6 шт.);
- Осциллографы GOS-620 (6 шт.);
- Макеты (6 шт.);
- Доска аудиторная;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

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

Согласована на портале № 80658

Названия разделов (тем) дисциплины	Формируемые компетенции	Формы контроля	Оценочные материалы (ОМ)
1 Введение в физику полупроводников.	ОПК-1	Конспект самоподготовки	Примерный перечень тем для конспектов самоподготовки
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
2 Физические процессы при контакте разнородных материалов (p-n- переход, контакт металл-полупроводник, гетеропереход).	ОПК-1, ПК-3	Выступление (доклад) на занятии	Примерный перечень тем для выступления (доклада) на занятии
		Конспект самоподготовки	Примерный перечень тем для конспектов самоподготовки
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
3 Физические процессы в структуре с двумя взаимодействующими p-n переходами и её статические характеристики.	ОПК-1	Конспект самоподготовки	Примерный перечень тем для конспектов самоподготовки
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
4 Физические процессы в структуре металл-диэлектрик-полупроводник и её статические характеристики.	ОПК-1	Конспект самоподготовки	Примерный перечень тем для конспектов самоподготовки
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
5 Физические основы управления током канала с помощью управляющего p-n перехода.	ОПК-1, ПК-3	Конспект самоподготовки	Примерный перечень тем для конспектов самоподготовки
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий

Согласована на портале № 80658

6 Фотоэлектрические явления в полупроводниках.	ОПК-1	Конспект самоподготовки	Примерный перечень тем для конспектов самоподготовки
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
8 Логические элементы И, ИЛИ, НЕ. Основные характеристики и параметры логических элементов.	ОПК-1, ПК-3	Конспект самоподготовки	Примерный перечень тем для конспектов самоподготовки
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
9 Особенности работы биполярных и полевых транзисторов в ключевых режимах и логических схемах	ОПК-1, ПК-3	Конспект самоподготовки	Примерный перечень тем для конспектов самоподготовки
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
10 Математическое описание моделей полупроводниковых приборов	ОПК-1	Конспект самоподготовки	Примерный перечень тем для конспектов самоподготовки
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов

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 № 80658

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. Полупроводниковый диод включен в обратном направлении. При увеличении запирающего напряжения ширина p-n перехода:
   а) Увеличивается.

Согласована на портале № 80658

б) Уменьшается.
в) Остается неизменной.
г) Равна 0.

2. Полупроводниковый диод включен в обратном направлении. При уменьшении запирающего напряжения величина барьерной емкости:
   а) Уменьшается.
   б) Остается неизменной.
   в) Увеличивается.
   г) Стремится к 0.
3. Какие типы полупроводниковых материалов используются при создании p-n переходов:
   а) «n» полупроводниковые материалы.
   б) «p» полупроводниковые материалы.
   в) «i» полупроводниковые материалы.
   г) «p-n».
4. Какой полупроводниковый материал обеспечивает наибольшую рабочую температуру:
   а) Ge.
   б) Si.
   в) GaAs.
   г) GaN.
5. Для чего одну из областей p-n перехода выполняют относительно, высокоомной:
   а) Для увеличения быстродействия.
   б) Для увеличения максимального тока.
   в) Для увеличения напряжения пробоя.
   г) Для уменьшения напряжения пробоя.
6. При каком включении диода на p-n переходе выделяется наибольшая мощность:
   а) Обратном.
   б) Прямом.
   в) В области пробоя.
   г) В импульсном режиме.
7. Как меняется емкость p-n перехода при обратном включении и увеличении запирающего напряжения:
   а) Увеличивается.
   б) Не меняется.
   в) Уменьшается.
   г) Равно 0.
8. В какой схеме включения биполярные транзисторы имеют максимальный коэффициент усиления по мощности:
   а) ОБ.
   б) ОК.
   в) ОЭ.
   г) ОИ.
9. При каком включении диода на p-n переходе выделяется наименьшая мощность:
   а) Обратном.
   б) Прямом.
   в) В области пробоя.
   г) В импульсном режиме.
10. Для полевого транзистора с индуцированным «n» каналом в схеме «общий исток» при увеличении отрицательного напряжения на затворе ток стока:
    а) Уменьшается.
    б) Увеличивается.
    в) Остается неизменным.
    г) Равен 0.

9.1.2. Перечень экзаменационных вопросов

1. Разрешенные и запрещенные энергетические зоны. Собственная электропроводность полупроводника.
2. Примесная электропроводность полупроводника. Акцепторные примеси. Донорные

Согласована на портале № 80658

примеси.

3. Процессы переноса зарядов в полупроводниках. Диффузия носителей заряда. Дрейф носителей заряда.
4. Электрические переходы. Электронно-дырочный переход. Вентильное свойство p-n перехода. Емкость p-n перехода. Виды пробоев p-n перехода.
5. Полупроводниковый диод. Классификация диодов. Основные параметры.
6. Стабилитрон.
7. Варикап.
8. Туннельный диод.
9. Диод Шоттки.
10. Точечный диод.
11. Лавинный диод.
12. Импульсный диод.
13. Биполярный транзистор. Структура и основные режимы работы.
14. Физические процессы в биполярном транзисторе. Основные параметры биполярных транзисторов.
15. Схемы включения транзистора. Схема с общей базой. Схема с общим эмиттером. Схема с общим коллектором. Основные параметры, характеризующие эти схемы включения.
16. Статические характеристики биполярного транзистора.
17. Предельные режимы работы транзистора.
18. Влияние температуры на работу усилительных каскадов. Схема эмиттерной стабилизации. Схема коллекторной стабилизации.
19. Составной транзистор. Схемы составного транзистора.
20. Полевой транзистор. Разновидности полевых транзисторов.
21. Основные параметры полевых транзисторов.
22. Физические процессы в полевом транзисторе с управляющим p-n переходом. Статические характеристики.
23. Структуры полевых транзисторов с изолированным затвором (МДП-транзисторы): со встроенным каналом; с индуцированным каналом.
24. Физические процессы в МДП-транзисторах. Статические характеристики.
25. Схемы включения полевых транзисторов.
26. Принципиальная схема ключа на биполярном транзисторе (pnp, npn). Статический режим работы транзисторного ключа.
27. Переходные процессы в ключевых цепях с биполярными транзисторами (Открывание транзисторного ключа, закрывание транзисторного ключа, временные диаграммы токов и напряжений). Как можно уменьшить время рассасывания, длительности фронта и спада в насыщенном ключе.
28. Принципиальная схема транзисторного ключа с ускоряющей емкостью. Объясните, почему включение конденсатора позволяет сократить время рассасывания, длительности фронта и спада.
29. Принципиальная схема транзисторного ключа с нелинейной обратной связью. Объяснить принцип работы
30. Принципиальная схема ключа на n-канальных МДП-транзисторах. Объяснить принцип работы.
31. Принципиальная схема ключа на p-канальных МДП-транзисторах. Объяснить принцип работы.
32. Принципиальная схема ключа на КМДП-структурах. Объяснить принцип работы.
33. h-параметры. Физический смысл коэффициентов. Эквивалентная схема транзистора с учетом h-параметров.
34. y-параметры. Физический смысл коэффициентов. Эквивалентная схема транзистора с учетом y-параметров.
35. Фотоэлектрические приборы на основе внешнего фотоэффекта. Фотоэлемент. Основные характеристики. Основные параметры.
36. Фотоэлектрические приборы на основе внутреннего фотоэффекта. Фотодиод. Способы включения. Принцип действия. Основные характеристики. Основные параметры.
37. Фототранзистор. Принцип действия. Основные характеристики.
38. Светодиод. Структура. Принцип действия.

Согласована на портале № 80658

39. Оптрон.

9.1.3. Примерный перечень тем для конспектов самоподготовки

1. Структура и особенности работы p-n перехода при прямом и обратном включении.
2. Физические процессы при контакте разнородных материалов (p-n- переход, контакт металлполупроводник, гетеропереход).
3. Физические процессы в структуре с двумя взаимодействующими p-n переходами и её статические характеристики.
4. Физические процессы в структуре металл- диэлектрик- полупроводник и её статические характеристики.
5. Физические основы управления током канала с помощью управляющего p-n перехода.
6. Фотоэлектрические явления в полупроводниках.
7. Логические элементы И, ИЛИ, НЕ. Основные характеристики и параметры логических элементов.
8. Особенности работы биполярных и полевых транзисторов в ключевых режимах и логических схемах.
9. Математическое описание моделей полупроводниковых приборов.

9.1.4. Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ

1. Физические процессы при контакте разнородных материалов.
2. Физические процессы в структуре с двумя взаимодействующими переходами и её статические характеристики.
3. Физические процессы в структуре металл-диэлектрик-полупроводник и её статические характеристики.
4. Физические основы управления током канала с помощью управляющего перехода.
5. Фотоэлектрические явления в полупроводниках.

9.1.5. Примерный перечень тем для выступления (доклада) на занятии

1. Стабилитрон.
2. Варикап.
3. Туннельный диод.
4. Диод Шоттки.
5. Точечный диод.
6. Лавинный диод.
7. Импульсный диод.

9.1.6. Темы лабораторных работ

1. Исследование характеристик интегральных схем ТТЛ и КМДП

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 № 80658

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 № 80658

– 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 № 80658

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТУ
протокол № 28 от «22» 11 2023 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. ТОР	Е.В. Рогожников	Согласовано, b84f9d06-d731-4645-a26c-4b95ce5bb9b9
Заведующий обеспечивающей каф. ТУ	Т.Р. Газизов	Согласовано, dccabe2f-73cc-455a-90f8-2fcc230a841e
Начальник учебного управления	И.А. Лариошина	Согласовано, c3195437-a02f-4972-a7c6-ab6ee1f21e73

ЭКСПЕРТЫ:

Доцент, каф. ТОР	Я.В. Крюков	Согласовано, c2550210-7b25-4114-bb78-df4c7513eecf
Старший преподаватель, каф. ТУ	А.В. Бусыгина	Согласовано, 7d0bdef1-6f57-4269-9fbe-4beb03053805

РАЗРАБОТАНО:

Старший преподаватель, каф. ТУ	А.В. Бусыгина	Разработано, 7d0bdef1-6f57-4269-9fbe-4beb03053805
Заведующий кафедрой, каф. СВЧиКР	А.М. Заболоцкий	Разработано, 47c2d4ff-8c0e-484c-b856-20e4ba4f0e52

Согласована на портале № 80658