МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ТВЕРДОТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ И УСТРОЙСТВА

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль) / специализация: **Квантовая и оптическая электроника**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Факультет электронной техники (ФЭТ)**
Кафедра: **Кафедра электронных приборов (ЭП)**
Курс: **3**
Семестр: **5**
Учебный план набора 2023 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	5 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	18	18	часов
Практические занятия	18	18	часов
в т.ч. в форме практической подготовки	18	18	часов
Лабораторные занятия	12	12	часов
Самостоятельная работа	60	60	часов
Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	144	144	часов
	4	4	з.е.

Формы промежуточной аттестация	Семестр
Экзамен	5

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ким М.Ю.
Должность: Директор департамента по учебной работе
Дата подписания: 27.05.2026
Уникальный программный ключ:
ed789cd8-2cc6-4431-a59e-8f386b1d44fa

Томск

Согласована на портале № 71743

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Изучение физических процессов, происходящих в электронных приборах.
2. Ввести студента в круг знаний, умений и навыков, составляющих основы проектирования и управления электронными приборами.

1.2. Задачи дисциплины

1. Изучение физических процессов в полупроводниковых электронных приборах.
2. Построения математических моделей полупроводниковых приборов.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).
Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.
Модуль дисциплин: Модуль направленности (профиля) (major).
Индекс дисциплины: Б1.В.02.13.
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		
ПК-2. Способен аргументировано выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения	ПК-2.1. Знает методики проведения исследований параметров и характеристик узлов, блоков приборов квантовой и оптической электроники	Знать принципы проведения экспериментальных исследований параметров и характеристик полупроводниковых приборов, а также узлов на их основе
	ПК-2.2. Умеет проводить исследования характеристик электронных приборов	Уметь проводить экспериментальные исследования параметров и характертик полупроводниковых приборов
	ПК-2.3. Владеет современными методами расчета и проектирования устройств квантовой и оптической электроники	Владеть методами расчета и проектирования устройств на основе полупроводниковых приборов

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

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

Согласована на портале № 71743

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

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		5 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	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
Выполнение индивидуального задания	12	12
Выполнение практического задания	12	12
Подготовка к тестированию	12	12
Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	10	10
Написание отчета по лабораторной работе	14	14
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость (в часах)	144	144
Общая трудоемкость (в з.е.)	4	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

Названия разделов (тем) дисциплины	Лек. зан., ч	Прак. зан., ч	Лаб. раб.	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
5 семестр						
1 Энергетические зоны полупроводников	3	3	-	6	12	ПК-2
2 Носители заряда в полупроводниках	3	3	-	6	12	ПК-2
3 Физические явления в p-n-переходе	3	3	4	18	28	ПК-2
4 Физические принципы работы полевых транзисторов	3	3	4	12	22	ПК-2
5 Физические принципы работы транзистора и тиристора	3	3	4	12	22	ПК-2
6 Биполярные интегральные схемы	3	3	-	6	12	ПК-2
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

Согласована на портале № 71743

5 семестр			
1 Энергетические зоны полупроводников	Модель энергетических зон. Математическая модель энергетических зон.	3	ПК-2
	Итого	3	
2 Носители заряда в полупроводниках	Равновесное состояние полупроводника. Неравновесные процессы в полупроводниках. Основные уравнения, описывающие процессы в полупроводниковых приборах.	3	ПК-2
	Итого	3	
3 Физические явления в p-n-переходе	Равновесное состояние p-n-перехода. Работа p-n-перехода при внешнем напряжении. Явления пробоя. Малосигнальные модели диода. Процессы переключения в диоде. Режим большого сигнала. Переход металл-полупроводник. Переход полупроводник-полупроводник (гетеропереход). Диоды для оптоэлектроники.	3	ПК-2
	Итого	3	
4 Физические принципы работы полевых транзисторов	Введение в теорию идеального МОП-конденсатора. Идеальный МОП-конденсатор. Реальный МОП-конденсатор. Идеальный МОП-транзистор. Реальный МОП-транзистор. Полевой транзистор с управляющим p-n-переходом. Полевой транзистор с управляющим переходом металл-полупроводник.	3	ПК-2
	Итого	3	
5 Физические принципы работы транзистора и тиристора	Структура биполярного транзистора и принцип его работы. Параметры транзистора. Частотные свойства транзистора. Явления, наблюдаемые при высоком уровне инжекции. Статистическая модель биполярного транзистора. Модели транзистора в режиме малого сигнала. Зарядовая модель биполярного транзистора. Транзистор в режиме переключения. Тиристоры.	3	ПК-2
	Итого	3	
6 Биполярные интегральные схемы	Биполярные транзисторы ИС. Диоды ИС. Электрические модели биполярных ИС. Применение электротермических моделей. Семейства биполярных логических ИС. Основные типы аналоговых биполярных ИС.	3	ПК-2
	Итого	3	
Итого за семестр		18	
Итого		18	

5.3. Практические занятия (семинары)

Согласована на портале № 71743

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 5.3.

Таблица 5.3. – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
5 семестр			
1 Энергетические зоны полупроводников	Математическая модель энергетических зон	3	ПК-2
	Итого	3	
2 Носители заряда в полупроводниках	Основные уравнения, описывающие процессы в полупроводниковых приборах	3	ПК-2
	Итого	3	
3 Физические явления в p-n-переходе	Равновесное состояние p-n-перехода. Работа p-n-перехода при внешнем напряжении.	3	ПК-2
	Итого	3	
4 Физические принципы работы полевых транзисторов	Идеальный МОП-транзистор. Полевой транзистор с управляющим p-n-переходом	3	ПК-2
	Итого	3	
5 Физические принципы работы транзистора и тиристора	Статистическая модель биполярного транзистора.	3	ПК-2
	Итого	3	
6 Биполярные интегральные схемы	Биполярные транзисторы ИС.	3	ПК-2
	Итого	3	
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
5 семестр			
3 Физические явления в p-n-переходе	Исследование полупроводниковых диодов.	2	ПК-2
	Исследование полупроводниковых стабилитронов.	2	ПК-2
	Итого	4	
4 Физические принципы работы полевых транзисторов	Исследование статических характеристик полевого транзистора	4	ПК-2
	Итого	4	
5 Физические принципы работы транзистора и тиристора	Исследование статических характеристик транзистора	4	ПК-2
	Итого	4	
Итого за семестр		12	
Итого		12	

Согласована на портале № 71743

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
5 семестр				
1 Энергетические зоны полупроводников	Выполнение индивидуального задания	2	ПК-2	Индивидуальное задание
	Выполнение практического задания	2	ПК-2	Практическое задание
	Подготовка к тестированию	2	ПК-2	Тестирование
	Итого	6		
2 Носители заряда в полупроводниках	Выполнение индивидуального задания	2	ПК-2	Индивидуальное задание
	Выполнение практического задания	2	ПК-2	Практическое задание
	Подготовка к тестированию	2	ПК-2	Тестирование
	Итого	6		
3 Физические явления в p-n-переходе	Выполнение индивидуального задания	2	ПК-2	Индивидуальное задание
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	6	ПК-2	Лабораторная работа
	Написание отчета по лабораторной работе	6	ПК-2	Отчет по лабораторной работе
	Выполнение практического задания	2	ПК-2	Практическое задание
	Подготовка к тестированию	2	ПК-2	Тестирование
	Итого	18		

Согласована на портале № 71743

4 Физические принципы работы полевых транзисторов	Выполнение индивидуального задания	2	ПК-2	Индивидуальное задание
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	2	ПК-2	Лабораторная работа
	Написание отчета по лабораторной работе	4	ПК-2	Отчет по лабораторной работе
	Выполнение практического задания	2	ПК-2	Практическое задание
	Подготовка к тестированию	2	ПК-2	Тестирование
	Итого	12		
5 Физические принципы работы транзистора и тиристора	Выполнение индивидуального задания	2	ПК-2	Индивидуальное задание
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	2	ПК-2	Лабораторная работа
	Написание отчета по лабораторной работе	4	ПК-2	Отчет по лабораторной работе
	Выполнение практического задания	2	ПК-2	Практическое задание
	Подготовка к тестированию	2	ПК-2	Тестирование
	Итого	12		
6 Биполярные интегральные схемы	Выполнение индивидуального задания	2	ПК-2	Индивидуальное задание
	Выполнение практического задания	2	ПК-2	Практическое задание
	Подготовка к тестированию	2	ПК-2	Тестирование
	Итого	6		
Итого за семестр		60		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		96		

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.	

Согласована на портале № 71743

ПК-2	+	+	+	+	Индивидуальное задание, Лабораторная работа, Отчет по лабораторной работе, Практическое задание, Тестирование, Экзамен

6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

6.1. Балльные оценки для форм контроля

Балльные оценки для форм контроля представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Балльные оценки

Формы контроля	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
5 семестр				
Индивидуальное задание	5	5	10	20
Лабораторная работа	5	5	5	15
Практическое задание	5	5	5	15
Тестирование	1	2	2	5
Отчет по лабораторной работе	5	5	5	15
Экзамен				30
Итого максимум за период	21	22	27	100
Нарастающим итогом	21	43	70	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)

Согласована на портале № 71743

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

1. Ситникова, С. В. Электроника : учебное пособие / С. В. Ситникова. — Самара : ПГУТИ, 2018. — 220 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — Режим доступа: [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/182312.

2. Волович, Г. И. Схемотехника аналоговых и аналогово-цифровых электронных устройств / Г. И. Волович. — 4-е, изд. — Москва : ДМК Пресс, 2018. — 636 с. — ISBN 978-5-97060-623-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — Режим доступа: [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/107891.

7.2. Дополнительная литература

1. Твердотельные приборы и устройства: Учебное пособие / А. С. Шангин - 2012. 156 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2438.

2. Физические основы оптоэлектроники: Учебное пособие / В. Н. Давыдов - 2016. 139 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/5963.

3. Твердотельная электроника: Учебное пособие / В. Н. Давыдов - 2011. 175 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1804.

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Твердотельные приборы и устройства: Методические указания к самостоятельной работе / Л. Н. Орликов - 2012. 15 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2442.

2. Твердотельные приборы: Методические указания к практическим занятиям / Л. Н. Орликов - 2012. 21 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2842.

3. Исследование статических характеристик полевого транзистора: Методические указания к лабораторной работе / А. С. Шангин - 2012. 16 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2453.

4. Исследование статических характеристик транзистора: Методические указания к лабораторной работе / А. С. Шангин - 2012. 21 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2451.

5. Исследование полупроводниковых стабилитронов: Методические указания к лабораторной работе / А. С. Шангин - 2012. 15 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2450.

6. Исследование полупроводниковых диодов: Методические указания к лабораторной работе / А. С. Шангин - 2012. 17 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2449.

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

Согласована на портале № 71743

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

Учебная лаборатория: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 110 ауд.

Описание имеющегося оборудования:
- Лабораторные стенды (6 шт.);
- Измерительные приборы;
- Доска магнитно-маркерная;
- Оптическая скамья ОСК-4;
- Помещение для хранения учебного оборудования;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Учебная лаборатория: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 313 ауд.

Описание имеющегося оборудования:
- Лабораторные стенды (16 шт.);
- Измерительные приборы;
- Доска магнитно-маркерная;
- Помещение для хранения учебного оборудования;
- 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

Согласована на портале № 71743

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 Энергетические зоны полупроводников	ПК-2	Индивидуальное задание	Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий
		Практическое задание	Темы практических заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов

Согласована на портале № 71743

2 Носители заряда в полупроводниках	ПК-2	Индивидуальное задание	Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий
		Практическое задание	Темы практических заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
3 Физические явления в p-n-переходе	ПК-2	Индивидуальное задание	Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Практическое задание	Темы практических заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ
4 Физические принципы работы полевых транзисторов	ПК-2	Индивидуальное задание	Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Практическое задание	Темы практических заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ

Согласована на портале № 71743

5 Физические принципы работы транзистора и тиристора	ПК-2	Индивидуальное задание	Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Практическое задание	Темы практических заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ
6 Биполярные интегральные схемы	ПК-2	Индивидуальное задание	Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий
		Практическое задание	Темы практических заданий
		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
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

Согласована на портале № 71743

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. Сколько основных схем включения биполярного транзистора?
   1) 1
   2) 2
   3) 3
   4) 4
2. Сколько основных схем включения полевого транзистора с управляющим p-n-переходом?
   1) 1
   2) 2
   3) 3
   4) 4
3. Сколько электрических пробоев p-n-перехода существует?
   1) 1
   2) 2
   3) 3
   4) 4
4. Какой из пробоев относится к электрическому пробою?
   1) Тунельный
   2) Лавинный
   3) Тепловая нестабильность
   4) 1 и 2 варианты
   5) 2 и 3 варианты
5. Сколько режимов работы у биполярного транзистора?

Согласована на портале № 71743

1) 1
2) 2
3) 3
4) 4

6. Как смещают переходы биполярного транзистора при его работе в режиме насыщения?
   1) Оба в прямом
   2) Оба в обратном
   3) Один в прямом, второй в обратном
   4) Только один в прямом
7. Как смещают переходы биполярного транзистора при его работе в режиме отсечки?
   1) Оба в прямом
   2) Оба в обратном
   3) Один в прямом, второй в обратном
   4) Только один в прямом
8. Сколько типов биполярных транзисторов существует?
   1) 1
   2) 2
   3) 3
   4) 4
9. Какой биполярный транзистор имеет лучшие характеристики в области высоких частот?
   1) p-n-p
   2) n-p-n
10. Какой биполярный транзистор имеет большее усиление при условии одинаковых концентраций примесей в областях и одинаковой геометрии?
    1) n-p-n
    2) p-n-p

9.1.2. Перечень экзаменационных вопросов

1. Явление дрейфа и диффузии носителей заряда
2. Собственная концентрация, произведение pn и уровень Ферми
3. Процессы в объеме полупроводника
4. Работа p-n-перехода при внешнем напряжении
5. Диоды для оптоэлектроники
6. Физические принципы работы полевых транзисторов
7. Физические принципы работы биполярного транзистора и тиристора
8. Тиристоры

9.1.3. Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий

1. Основы физики полупроводников
2. Выпрямительные диоды, стабилитроны, СВЧ диоды
3. Характеристики и параметры биполярного транзистора
4. Динамический режим транзистора, динамические характеристики и параметры
5. Дрейфовые транзисторы
6. Полевой транзистор с управляемым p-n-переходом
7. Приборы с зарядовой связью

9.1.4. Темы практических заданий

1. Полупроводниковые диоды
2. Свервысокочастотные приборы
3. Биполярные транзисторы
4. Полевые транзисторы
5. Фотоприемники
6. Излучающие полупроводниковые диоды

9.1.5. Темы лабораторных работ

1. Исследование полупроводниковых диодов.

Согласована на портале № 71743

2. Исследование полупроводниковых стабилитронов.
3. Исследование статических характеристик полевого транзистора
4. Исследование статических характеристик транзистора

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.

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

Согласована на портале № 71743

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 № 71743

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ЭП
протокол №01-23 от «13» 1 2023 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. ЭП	Н.И. Буримов	Согласовано, 393931b1-af66-45e5-a537-c5831244e4ca
Заведующий обеспечивающей каф. ЭП	Н.И. Буримов	Согласовано, 393931b1-af66-45e5-a537-c5831244e4ca
И.О. начальника учебного управления	И.А. Лариошина	Согласовано, c3195437-a02f-4972-a7c6-ab6ee1f21e73

ЭКСПЕРТЫ:

Доцент, каф. ЭП	А.И. Аксенов	Согласовано, d90d5f87-f1a9-4440-b971-ce4f7e994961
Профессор, каф. ЭП	Л.Н. Орликов	Согласовано, 8afa57b7-3fcf-44bc-922a-3c3f168876e6

РАЗРАБОТАНО:

Доцент, каф. ЭП	С.С. Шмаков	Разработано, 88e475f2-a75f-42f8-9429-534b8c83ef1e

Согласована на портале № 71743