МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента образования
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Электроника и электронные приборы

Уровень образования: **высшее образование - специалитет**
Направление подготовки / специальность: **11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы**
Направленность (профиль) / специализация: **Радиоэлектронные системы космических комплексов**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **РТС, Кафедра радиотехнических систем**
Курс: **2**
Семестр: **4**
Учебный план набора 2018 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	4 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	34	34	часов
2	Практические занятия	18	18	часов
3	Лабораторные работы	16	16	часов
4	Всего аудиторных занятий	68	68	часов
5	Самостоятельная работа	40	40	часов
6	Всего (без экзамена)	108	108	часов
7	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
8	Общая трудоемкость	144	144	часов
		4.0	4.0	З.Е.

Экзамен: 4 семестр

Томск 2018

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шелупанов А.А.
Должность: Ректор
Дата подписания: 20.12.2017
Уникальный программный ключ:
c53e145e-8b20-45aa-9347-a5e4dbb90e8d

Согласована на портале № 39663

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 66 от «20» 4 2018 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы, утвержденного 11.08.2016 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ЭП «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

профессор каф. ЭП	_____	Л. Н. Орликов
Заведующий обеспечивающей каф. ЭП	_____	С. М. Шандаров

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан РТФ	_____	К. Ю. Попова
Заведующий выпускающей каф. РТС	_____	С. В. Мелихов

Эксперты:

доцент кафа ЭП	_____	А. И. Аксенов
Старший преподаватель кафедры радиотехнических систем (РТС)	_____	Д. О. Ноздреватых

Согласована на портале № 39663

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Подготовка специалистов в области радиотехники, способных к решению задач в области электроники и электронных приборов.

Изучение дисциплины обеспечивает базовую подготовку для освоения последующих схемотехнических курсов

1.2. Задачи дисциплины

– изучение физических эффектов и процессов, положенных в основу принципа действия полупроводниковых, электровакуумных и оптоэлектронных приборов, используемых в устройствах современных радиоэлектронных систем;

– изучение электрических и шумовых параметров и их взаимосвязи в различного вида электрических контактах, применяемых полупроводниковой электронике

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Электроника и электронные приборы» (Б1.Б.18) относится к блоку 1 (базовая часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Математика, Основы теории цепей, Физика.

Последующими дисциплинами являются: Материалы и компоненты электронных средств, Радиоавтоматика, Схемотехника аналоговых электронных устройств.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОПК-6 готовностью учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности;

– ПК-3 способностью осуществлять проектирование конструкций электронных средств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** физические явления и эффекты, определяющие принцип действия основных полупроводниковых, электровакуумных и оптоэлектронных приборов; особенности физических процессов, происходящих на границе раздела различных сред; физический смысл основных параметров и характеристик электрических контактов различного вида в полупроводниковой электронике; влияние температуры на физические процессы в структурах и их характеристики;

– **уметь** находить в справочной литературе значения электрофизических параметров полупроводниковых материалов (кремния, германия, арсенида галлия) для оценки их влияния на параметры структур, объяснять принцип действия и связь физических параметров со статическими характеристиками и параметрами изучаемых структур; экспериментально определять статические характеристики и параметры различных структур;

– **владеть** навыками составления эквивалентных схем основных структур; навыками работы с типовыми средствами измерений при экспериментальном определении основных параметров и статических характеристик изучаемых структур

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		4 семестр
Аудиторные занятия (всего)	68	68
Лекции	34	34

Согласована на портале № 39663

Практические занятия	18	18
Лабораторные работы	16	16
Самостоятельная работа (всего)	40	40
Оформление отчетов по лабораторным работам	16	16
Проработка лекционного материала	14	14
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	10	10
Всего (без экзамена)	108	108
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость, ч	144	144
Зачетные Единицы	4.0	4.0

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

Названия разделов дисциплины	Лек., ч	Прак. зан., ч	Лаб. раб., ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
4 семестр						
1 Основы физики полупроводников.	2	2	0	4	8	ОПК-6, ПК-3
2 Физические процессы при контакте разнородных материалов (p-n переход, контакт металл-полупроводник, гетеропереход).	2	2	2	4	10	ОПК-6, ПК-3
3 Физические процессы в структуре металл-диэлектрик-полупроводник.	2	2	2	4	10	ОПК-6, ПК-3
4 Фотоэлектрические явления в полупроводниках.	4	2	2	6	14	ОПК-6, ПК-3
5 Физические основы электровакуумных приборов	2	4	2	5	13	ОПК-6, ПК-3
6 Классификация электронных приборов	2	0	0	1	3	ОПК-6, ПК-3
7 Полупроводниковые диоды.	4	2	2	5	13	ОПК-6, ПК-3
8 Биполярные и полевые транзисторы	4	2	2	3	11	ОПК-6, ПК-3
9 Основные электровакуумные приборы	6	0	2	3	11	ОПК-6, ПК-3
10 Классификация интегральных схем и основы функциональной электроники	6	2	2	5	15	ОПК-6, ПК-3
Итого за семестр	34	18	16	40	108	
Итого	34	18	16	40	108	

Согласована на портале № 39663

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины (по лекциям)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
4 семестр			
1 Основы физики полупроводников.	Физические основы процессов в полупроводниковых материалах. Зонная теория. Зонный спектр полупроводников	2	ОПК-6, ПК-3
	Итого	2	
2 Физические процессы при контакте разнородных материалов (p-n переход, контакт металл-полупроводник, гетеропереход).	Физические процессы при контакте материалов. Контактная разность потенциалов p-n переход. Контакт металл- полупроводник. Гетеропереход.	2	ОПК-6, ПК-3
	Итого	2	
3 Физические процессы в структуре металл-диэлектрик-полупроводник.	Фотопроводимость (внутренний фотоэффект). Взаимодействие света с носителями заряда в p-n переходе, фотодетекторный режим, фотоэдс. Понятие о прямом и обратном пьезоэлектрическом эффекте в полупроводниках.	2	ОПК-6, ПК-3
	Итого	2	
4 Фотоэлектрические явления в полупроводниках.	Фотоэлектрические и пьезоэлектрические явления в полупроводниках . Фотопроводимость (внутренний фотоэффект). Взаимодействие света с носителями заряда в p-n переходе, фотодетектор-ный режим, фотоэдс. Вольтамперная характеристика и параметры. Понятие о прямом и обратном пьезоэлектрическом эффекте в полупроводниках	4	ОПК-6, ПК-3
	Итого	4	
5 Физические основы электровакуумных приборов	Недостатки полупроводниковых приборов. Электровакуумные приборы: достоинства, недостатки. Типы электровакуумных приборов. Особенности применения электровакуумных приборов	2	ОПК-6, ПК-3
	Итого	2	
6 Классификация электронных приборов	Проектирование конструкций электронных средств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ. Классификация электронных приборов.	2	ОПК-6, ПК-3
	Итого	2	
7 Полупроводниковые диоды.	Классификация, назначение, характеристики и параметры. Электрические модели некоторых диодов. Стабилитроны. Импульсные диоды. СВЧ-диоды. Диоды с барьером Шоттки (ДБШ). Вари-	4	ОПК-6, ПК-3

Согласована на портале № 39663

	капы. P-i-n – диоды. Влияние конструктивно-технологических особенностей структуры на параметры диодов		
	Итого	4	
8 Биполярные и полевые транзисторы	Схемы включения биполярных транзисторов (БТ): с общей базой (ОБ), общим эмиттером (ОЭ) и общим коллектором (ОК). Режимы работы БТ. Использование статических вольт-амперных характеристик для расчета рабочих точек. Система дифференциальных параметров БТ. Связь токов электродов и дифференциальных h-параметров в различных схемах включения. Частотные свойства БТ, характеристические частоты, эквивалентные схемы в режиме малого сигнала. Дрейфовый транзистор, роль встроенного внутреннего поля. Импульсные свойства БТ в схемах ОБ и ОЭ в ключевом режиме работы, его параметры и преимущества. Виды и источники шумов, способы их оценки в БТ.Полупроводниковые приборы с отрицательным сопротивлением. Физический смысл отрицательного дифференциального сопротивления в приборах с ВАХ N- и S-типа. Принципы действия, ВАХ, основные параметры, и применение однопереходного транзистора, туннельного диода.Полевые транзисторы (ПТ) и их классификация. Статические характеристики и параметры ПТ с управляющим переходом. ПТ с изолированным затвором со встроенным и индуцированным каналом. Особенности ПТ на арсениде галлия с затвором на основе барьера Шоттки и ПТ на основе гетеропереходов. Частотные свойства ПТ, электрические модели и их параметры. Влияние параметров структуры и режимов работы на параметры ПТ. Виды и источники шумов в ПТ. Сравнение параметров ПТ и БТ.	4	ОПК-6, ПК-3
	Итого	4	
9 Основные электровакуумные приборы	Основы эмиссионной электроники. Виды эмиссии: термо-электронная, вторичная электронная, электростатическая, фотоэлектронная. Движение электронов в электрическом и магнитном полях. Принцип электростатического управления плотностью электронного потока в электронных лампах. СВЧ-приборы и принцип их работы. Управление током электронного луча и положением луча в электронно-лучевых приборах. Газовый и дуговой разряд. Физические процессы в газоразрядных приборах. Тиратроны. Газоразрядные коммутаторы.Тригатроны, игнитроны. Магнетроны. Лампы бегущей волны. Клистроны. Особенности применения электровакуумных приборов.	6	ОПК-6, ПК-3
	Итого	6	
10 Классификация интегральных схем и	Основные термины и определения. Критерии оценки сложности микросхемы. Классификация	6	ОПК-6, ПК-3

Согласована на портале № 39663

основы функциональной электроники	микросхем по функциональному назначению – цифровые и аналоговые. Конструктивно-технологические типы интегральных микросхем – полупроводниковые и гибридные. Основные тенденции развития полупроводниковых микросхем.Технология гибридных микросхем. Формирование пассивных элементов тонкоплёночных гибридных микросхем. Особенности структур биполярных транзисторов интегральных микросхем. Методы изоляции отдельных элементов интегральных схем. Многоэмиттерные транзисторы. Транзисторы с диодом Шоттки. Диодное включение транзисторов. Модель инте-грального биполярного транзистора.МДП-транзисторы с каналами n-типа и самосовмещёнными затворами. Комплементарные структуры. Полевые транзисторы с управляющим переходом. Простейшая структура МЕП-транзистора. Полупроводниковые резисторы. Недостатки полупроводниковых резисторов и ограничения на величину сопротивления. Плёночные резисторы. Конденсаторы и индуктивные элементы.Логические элементы. Понятия о логических функциях И, НЕ, ИЛИ. Основные статические и динамические параметры и характеристики логических элементов		
	Итого	6	
Итого за семестр		34	

5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Предшествующие дисциплины										
1 Математика	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2 Основы теории цепей				+				+	+	+
3 Физика	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Последующие дисциплины										
1 Материалы и компоненты электронных средств	+	+	+	+	+		+	+	+	+
2 Радиоавтоматика	+	+	+	+		+	+	+		+
3 Схемотехника аналоговых электронных устройств		+					+	+		+

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

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Согласована на портале № 39663

представлено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Компетенции	Виды занятий				Формы контроля
	Лек.	Прак. зан.	Лаб. раб.	Сам. раб.	
ОПК-6	+	+	+	+	Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест
ПК-3	+	+	+	+	Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
4 семестр			
2 Физические процессы при контакте разнородных материалов (p-n переход, контакт металл-полупроводник, гетеропереход).	Исследование статических характеристик биполярных транзисторов	2	ОПК-6, ПК-3
	Итого	2	
3 Физические процессы в структуре металл-диэлектрик-полупроводник.	Исследование характеристик полевых транзисторов	2	ОПК-6, ПК-3
	Итого	2	
4 Фотоэлектрические явления в полупроводниках.	Исследование фотоэлементов	2	ОПК-6, ПК-3
	Итого	2	
5 Физические основы электровакуумных приборов	Исследование тиратрона	2	ОПК-6, ПК-3
	Итого	2	
7 Полупроводниковые диоды.	Исследование статических вольтамперных характеристик диодов	2	ОПК-6, ПК-3
	Итого	2	
8 Биполярные и полевые транзисторы	Исследование электронного ключа на БТ	2	ОПК-6, ПК-3
	Итого	2	

Согласована на портале № 39663

9 Основные электровакуумные приборы	Исследование электронно-лучевой трубки с электростатическим отклонением луча	2	ОПК-6, ПК-3
	Итого	2	
10 Классификация интегральных схем и основы функциональной электроники	Исследование и измерение параметров базового элемента ТТЛ	2	ОПК-6, ПК-3
	Итого	2	
Итого за семестр		16	

8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
4 семестр			
1 Основы физики полупроводников.	Определение режимов работы полупроводниковых приборов (диоды, транзисторы)	2	ОПК-6, ПК-3
	Итого	2	
2 Физические процессы при контакте разнородных материалов (p-n переход, контакт металл-полупроводник, гетеропереход).	Расчет величины контактной разности потенциалов при изменении концентрации примеси в одной из областей перехода	2	ПК-3
	Итого	2	
3 Физические процессы в структуре металл-диэлектрик-полупроводник.	Расчет ширины перехода в зависимости от модуля и полярности приложенного напряжения. Расчет барьерной и диффузионной емкостей перехода.Расчет вольтамперных характеристик идеализированных переходов при различной температуре .	2	ОПК-6
	Итого	2	
4 Фотоэлектрические явления в полупроводниках.	Решение задач на фотоэлектрические явления в фотоэлектронных приборах	2	ОПК-6, ПК-3
	Итого	2	
5 Физические основы электровакуумных приборов	Решение задач на движение заряженных частиц в вакууме, в электрическом и магнитном поле	2	ОПК-6, ПК-3
	Решение задач на расчет электрофизических параметров электровакуумных приборов	2	
	Итого	4	
7 Полупроводниковые диоды.	Проектирование конструкций электронных средств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ. Классификация электронных приборов	2	ОПК-6, ПК-3

Согласована на портале № 39663

	Итого	2	
8 Биполярные и полевые транзисторы	Схемы включения биполярных транзисторов (БТ): с общей базой (ОБ), общим эмиттером (ОЭ) и общим коллектором (ОК). Режимы работы БТ. Использование статических вольт-амперных характеристик для расчета рабочих точек. Система дифференциальных параметров БТ	2	ОПК-6, ПК-3
	Итого	2	
10 Классификация интегральных схем и основы функциональной электроники	Критерии оценки сложности микросхемы. Классификация микросхем по функциональному назначению – цифровые и аналоговые. Конструктивно-технологические типы интегральных микросхем – полупроводниковые и гибридные.	2	ОПК-6, ПК-3
	Итого	2	
Итого за семестр		18	

9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
4 семестр				
1 Основы физики полупроводников.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1	ОПК-6, ПК-3	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	2		
	Итого	4		
2 Физические процессы при контакте разнородных материалов (p-n переход, контакт металл-полупроводник, гетеропереход).	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1	ОПК-6, ПК-3	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	2		
	Итого	4		
3 Физические процессы в структуре металл-диэлектрик-полупроводник.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1	ОПК-6, ПК-3	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	1		

Согласована на портале № 39663

	Оформление отчетов по лабораторным работам	2		
	Итого	4		
4 Фотоэлектрические явления в полупроводниках.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-6, ПК-3	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	2		
	Итого	6		
5 Физические основы электровакуумных приборов	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-6, ПК-3	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	2		
	Итого	5		
6 Классификация электронных приборов	Проработка лекционного материала	1	ОПК-6, ПК-3	Опрос на занятиях, Тест, Экзамен
	Итого	1		
7 Полупроводниковые диоды.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1	ОПК-6, ПК-3	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	2		
	Итого	5		
8 Биполярные и полевые транзисторы	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1	ОПК-6, ПК-3	Опрос на занятиях, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	3		
9 Основные электровакуумные приборы	Проработка лекционного материала	1	ОПК-6, ПК-3	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Оформление отчетов по лабораторным работам	2		
	Итого	3		
10 Классификация интегральных схем и основы функциональной электроники	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1	ОПК-6, ПК-3	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного	2		

Согласована на портале № 39663

	материала			
	Оформление отчетов по лабораторным работам	2		
	Итого	5		
Итого за семестр		40		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		76		

10. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено РУП.

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

Элементы учебной деятельности	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
4 семестр				
Опрос на занятиях	6	6	6	18
Отчет по лабораторной работе	12	12	13	37
Тест	5	5	5	15
Итого максимум за период	23	23	24	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	23	46	70	100

11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 11.2.

Таблица 11.2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Баллы на дату контрольной точки	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату КТ	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату КТ	2

11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 11.3.

Таблица 11.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка (ГОС)	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично) (зачтено)	90 - 100	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 - 89	B (очень хорошо)

Согласована на портале № 39663

	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)

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Электроника : Учебное пособие для вузов / В. М. Ицкович ; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. - Томск : Издательство Томского университета, 2006. - 358[2] с. : ил. - Библиогр.: с. 356. - ISBN 5-94621-191-9 (наличие в библиотеке ТУСУР - 113 экз.)
2. Электроника [Текст] : учебное пособие для вузов / В. Ф. Коновалов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (Томск). - Томск : В-Спектр, 2011. - 276 с. : ил. - Библиогр.: с. 275. - ISBN 978-5-91191-234-1 (наличие в библиотеке ТУСУР - 72 экз.)
3. Основы микроэлектроники : учебное пособие для вузов / И. П. Степаненко. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Лаборатория Базовых Знаний, 2004. - 488 с. : ил. - (Технический университет). - Библиогр.: с. 419. -Предм. указ.: с. 488. - ISBN 5-93208-045- (наличие в библиотеке ТУСУР - 224 экз.)

12.2. Дополнительная литература

1. Электроника и микропроцессорная техника : Учебник для вузов / В. Г. Гусев, Ю. М. Гусев. - 4-е изд., доп. - М. : Высшая школа, 2006. - 797[3] с. : ил., табл. - (Для высших учебных заведений. Электронная техника). - Библиогр.: с. 786-787. - ISBN 5-06-005680-5 (наличие в библиотеке ТУСУР - 78 экз.)
2. Основы микроэлектроники : / Н. А Аваев, Ю. Е. Наумов, В. Т. Фролкин. - М. : Радио и связь, 1991. - 288 с. : ил. - Библиогр.: с. 283-284. - Предм. указ.: с. 285-286. - ISBN 5-256-00692-4 : 02.00 (наличие в библиотеке ТУСУР - 87 экз.)
3. Технология материалов электронной техники : Учебное пособие / А. А. Жигальский ; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. - Томск : ТУСУР, 2007. - 151[1] с (наличие в библиотеке ТУСУР - 98 экз.)

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Задачник по электровакуумным и полупроводниковым приборам : учебное пособие для втузов / В. А. Терехов. - М. : Энергия, 1971. – 126 [2] с. : ил. - Библиогр.: с. 126-127 (к практическим занятиям) (наличие в библиотеке ТУСУР - 49 экз.)
2. Задачник по электронным приборам : Учебное пособие для вузов / Владимир Анатольевич Терехов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Энергоатомиздат, 1983. - 276, [4] с. : ил. - Библиогр.: с. 276-277 (к практическим занятиям) (наличие в библиотеке ТУСУР - 5 экз.)
3. Электроника 1. Физические основы электроники [Электронный ресурс]: Методические указания к практическим занятиям для студентов специальности 210601.65 - "Радиоэлектронные системы и комплексы" / Орликов Л. Н., Давыдов В. Н. - 2014. 91 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/4161 (дата обращения: 18.07.2018).
4. Электроника 1. Физические основы электроники [Электронный ресурс]: Методические указания по самостоятельной работе для студентов специальности 210601.65 - "Радиоэлектронные системы и комплексы" / Орликов Л. Н. - 2014. 15 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/4162 (дата обращения: 18.07.2018).
5. Электроника 2. Электронные приборы [Электронный ресурс]: Методические указания по самостоятельной работе для студентов специальности 210601.65 - "Радиоэлектронные системы и комплексы" / Орликов Л. Н. - 2014. 16 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/4157

Согласована на портале № 39663

(дата обращения: 18.07.2018).

6. Исследование статических характеристик транзистора [Электронный ресурс]: Методические указания к лабораторной работе для студентов специальности 210601.65 - "Радиоэлектронные системы и комплексы" / С. И. Арестов, А. С. Шангин - 2014. 21 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/4159 (дата обращения: 18.07.2018).

7. Исследование статических характеристик полевого транзистора [Электронный ресурс]: Методические указания к лабораторной работе для студентов специальности 210601.65 - "Радиоэлектронные системы и комплексы" / С. И. Арестов, А. С. Шангин - 2014. 17 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/4160 (дата обращения: 18.07.2018).

8. Исследование фотоэлектронных приборов [Электронный ресурс]: Методические указания к лабораторной работе / А. И. Аксенов - 2013. 17 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3547 (дата обращения: 18.07.2018).

9. Исследование тиратронов тлеющего разряда [Электронный ресурс]: Методические указания к лабораторной работе / А. И. Аксенов - 2013. 16 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3549 (дата обращения: 18.07.2018).

10. Исследование полупроводниковых диодов [Электронный ресурс]: Методические указания к лабораторной работе для студентов специальности 210601.65 - "Радиоэлектронные системы и комплексы" / С. И. Арестов, А. С. Шангин - 2014. 17 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/4158 (дата обращения: 18.07.2018).

11. Электронно-лучевая трубка с электростатическим управлением [Электронный ресурс]: Методические указания к лабораторной работе для студентов направления 210100.62 "Электроника и наноэлектроника", профиль "Квантовая и оптическая электроника"; Электронные приборы и устройства / А. Ф. Злобина, А. И. Аксенов - 2014. 14 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/4053 (дата обращения: 18.07.2018).

12.3.2. 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.

12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. При изучении дисциплины рекомендуется использовать базы данных, информационно-справочные и поисковые системы, к которым у ТУСУРа есть доступ https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh.

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение

13.1. Общие требования к материально-техническому и программному обеспечению дисциплины

13.1.1. 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 количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

Согласована на портале № 39663

13.1.2. 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, 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.

Программное обеспечение не требуется.

13.1.3. 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.

Программное обеспечение не требуется.

13.1.4. 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, 201 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Состав оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 5 шт.;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

Согласована на портале № 39663

13.2. 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 зрениями** 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.

14. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

14.1. Содержание оценочных материалов и методические рекомендации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы в составе:

14.1.1. Тестовые задания

1. 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».
2. Какой полупроводниковый материал диода обеспечивает наибольшую рабочую частоту:
а) Ge.
б) Si.
в) GaAs.
Г) Se
3. При каком включении диода на p-n переходе выделяется наибольшая мощность:
а) при обратном включении.
б) при прямом включении.
в) в области пробоя.
Г) при выключении
4. 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 обеспечения эффекта лавинного пробоя в зоне перехода
5. В области пробоя сопротивление p-n перехода:
а) $R_{пер} \to \infty$.
б) $R_{пер}=0$.
в) $R_{пер}$ неизменно.
г) $R_{пер} \to 0$

6. Для увеличения быстродействия полупроводникового прибора материал p-n перехода:
а) слабо легируют.
б) сильно легируют.
в) выполняют из i полупроводника.

Согласована на портале № 39663

г) облучают рентгеном

7. При прямом включении p-n перехода сопротивление перехода:

а) Rпер→∞.

б) Rпер=0.

в) Rпер неизменно.

г) Rпер→0

8. При каком включении диода на p-n переходе выделяется наименьшая мощность:

а) обратном.

б) прямом.

в) в области пробоя.

г) при включении со свободной базой

9. В каких режимах могут работать фотодиоды:

а) преобразовывать свет-сигнал.

б) фотогенераторы.

в) преобразовывать переменное напряжение в постоянное .

г) преобразователь постоянного напряжения в переменное

10. Из какого полупроводникового материала следует изготовить полевые транзисторы, обладающие максимальным быстродействием:

а) Ge

б) Si

в) nGaAs

г) InN (Нитрид индия)

11.Укажите электронные приборы не попадающие под классификацию по способу обработки информации

а) электропреобразовательные;

б) пневмоавтоматические;

в) акустоэлектрические;

г) термоэлектрические.

12. Укажите наиболее общий классификационный признак электронного прибора

а) рабочая среда;

б) режим работы;

в) габариты;

г) материал изготовления.

13. Основное достоинство системы h-параметров состоит в том, что …

а) у этих параметров разные размерности, что упрощает расчеты эквивалентной схемы транзистора;

б) они определяются в режимах короткого замыкания на выходе и холостого хода на входе транзисторного четырехполюсника;

в) их можно получить экспериментально: прямым измерением на основе ВАХ;

г) их можно рассчитать теоретически без затрат на проведение натурного эксперимента.

14. Электрод, служащий для регулирования поперечного сечения канала полевого транзистора

а) затвор;

б) исток;

в) сток;

г) коллектор.

15. Вид самостоятельного разряда, используемый в газоразрядных индикаторах

а) тлеющий разряд;

б) дуговой разряд;

в) коронный разряд;

г) искровой разряд.

16. Эмиттер вторичных электронов в вакуумном фотоэлектронном умножителе

а) динод;

Согласована на портале № 39663

б) анод;
в) катод;
г) коллектор.
17. Фотоэлектронный вакуумный прибор, с помощью которого можно измерять очень слабые световые потоки
а) фотоэлектронный умножитель;
б) амперметр;
в) вольтметр;
г) омметр.
18. Индикаторные приборы, принцип действия которых основан на преобразовании энергии электронов в видимое излучение люминофорного покрытия анодов-сегментов
а) вакуумно-люминесцентные индикаторы;
б) знаковые газоразрядные индикаторы;
в) линейные газоразрядные индикаторы;
г) индикаторные тиратроны.
19. Логическое сложение, операция «ИЛИ»
а) дизъюкция;
б) конъюкция;
в) инверсия;
г) инжекция.
20. Логическое отрицание, операция «НЕ»
а) инверсия;
б) дизъюкция;
в) конъюкция;
г) инжекция.

14.1.2. Экзаменационные вопросы

P-n переход.
Гетеропереход.
Зонная теория.
Зонный спектр полупроводников.
Контакт металл- полупроводник.
Контактная разность потенциалов.
Недостатки полупроводниковых приборов.
Обосновать изменение параметров схемы при работе в различных погодных условиях или в условиях агрессивных излучений.
Обосновать принцип разработанной в индивидуальном задании схемы на основе полупроводниковых, фотоэлектронных или электровакуумных приборов приборов.
Обосновать расчеты основных параметров полупроводниковых приборов и выбрать их марки.
Расчет h -параметров транзисторов.
Расчет барьерной и диффузионной емкостей перехода.
Расчет вольтамперных характеристик идеализированных переходов при различной температуре.
Расчет ширины перехода в зависимости от модуля и полярности приложенного напряжения.
Типы электровакуумных приборов.
Физические основы процессов в полупроводниковых материалах.
Физические процессы в структуре металл- диэлектрик- полупроводник.
Физические процессы при контакте материалов
Фотопроводимость (внутренний фотоэффект).
Взаимодействие света с носителями заряда в p-n переходе, фотодетекторный режим, фотоэдс.
Понятие о прямом и обратном пьезоэлектрическом эффекте в полупроводниках.
Электровакуумные приборы: достоинства, недостатки.
Эмиссионные эффекты в полупроводниках.

Согласована на портале № 39663

Особенности применения электровакуумных приборов.

Электрические модели некоторых диодов.

Схемы включения БТ с общей базой (ОБ), общим эмиттером (ОЭ) и общим коллектором (ОК).

Виды и источники шумов, способы их оценки в БТ.

Базовый логический элемент ТТЛ с повышенной нагрузочной способностью

Электровакуумные фотоэлементы и фотоумножители.

Полевые транзисторы.

Особенности ПТ на арсениде галлия с затвором на основе барьера Шоттки и ПТ на основе гетеропереходов.

Методы и схемные решения позволяющие уменьшить время переходного процесса в насыщенном ключе на биполярном транзисторе.

Особенности структур биполярных транзисторов интегральных микросхем.

Комплементарные структуры.

Полевые транзисторы с управляющим переходом.

Полупроводниковые резисторы.

Недостатки полупроводниковых резисторов и ограничения на величину сопротивления.

Плёночные резисторы.

Конденсаторы и индуктивные элементы.

Классификация электронных приборов.

Классификация, назначение, характеристики и параметры полупроводниковых диодов.

Сравнение параметров ПТ и БТ.

Основы эмиссионной электроники.

Критерии оценки сложности микросхемы.

Основные тенденции развития полупроводниковых микросхем.

14.1.3. Темы опросов на занятиях

Основы физики полупроводников.

Физические процессы при контакте разнородных материалов (p-n переход, контакт металл-полупроводник, гетеропереход).

Физические процессы в структуре металл-диэлектрик-полупроводник

Фотоэлектрические явления в полупроводниках.

Физические основы электровакуумных приборов

Полупроводниковые диоды

Биполярные и полевые транзисторы

Основные электровакуумные приборы

Классификация интегральных схем и основы функциональной электроники

14.1.4. Темы лабораторных работ

Исследование статических характеристик биполярных транзисторов

Исследование статических характеристик полевых транзисторов

Исследование фотоэлементов

Исследование тиратрона

Исследование статических вольтамперных характеристик диодов

Исследование электронного ключа на БТ

Исследование электронно-лучевой трубки с электростатическим отклонением луча

Исследование и измерение параметров базового элемента ТТЛ

14.2. 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 14.

Таблица 14 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	Формы контроля и оценки результатов обучения

Согласована на портале № 39663

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 исходя из состояния обучающегося на момент проверки

14.3. 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 № 39663