МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Твердотельные приборы и устройства

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль): **Квантовая и оптическая электроника**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**
Кафедра: **ЭП, Кафедра электронных приборов**
Курс: **3**
Семестр: **6**
Учебный план набора 2014 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	6 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	12	12	часов
2	Практические занятия	10	10	часов
3	Лабораторные занятия	12	12	часов
4	Всего аудиторных занятий	34	34	часов
5	Из них в интерактивной форме	28	28	часов
6	Самостоятельная работа	38	38	часов
7	Всего (без экзамена)	72	72	часов
8	Общая трудоемкость	72	72	часов
		2.0	2.0	З.Е

Зачет: 6 семестр

Томск 2016

Согласована на портале № 4760

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 51 от « 1 » 7 2016 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.04 Электроника и наноэлектроника, утвержденного 2015-03-12 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

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

Рабочая программа согласована с факультетом, профилирующей и выпускающей кафедрами направления подготовки (специальности).

Декан ФЭТ	_____	Воронин А. И.
Заведующий выпускающей каф. ЭП	_____	Шандаров С. М.

Эксперты:

председатель методической комиссии кафедры ЭП, профессор каф. ЭП	_____	Орликов Л. Н.
доцент каф. ЭП	_____	Аксенов А. И.

Согласована на портале № 4760

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Целью изучения дисциплины «Твердотельные приборы и устройства» является необходимость овладения основами проектирования и исследований и эксплуатации твердотельных приборов.

1.2. Задачи дисциплины

– Задачи дисциплины состоят в изучении традиционных методов проектирования твердотельных приборов, основ проектирования твердотельных приборов с применением ЭВМ, построение алгоритмов, формализованных и математических моделей процессов в твердотельных приборах.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Твердотельные приборы и устройства» (Б1.В.ДВ.7.1) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Специальные разделы физики, Твердотельная электроника, Физика конденсированного состояния.

Последующими дисциплинами являются: Вакуумные и плазменные приборы и устройства, Квантовые приборы и устройства, Микроволновая электроника.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПК-5 готовностью выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования;

– ПК-6 способностью разрабатывать проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы;

В результате изучения дисциплины студент должен:

– **знать** физические принципы работы приборов электроники и наноэлектроники; основные приемы построения схем электроники и наноэлектроники

– **уметь** ориентироваться в многообразии современных приборов электроники и наноэлектроники; разрабатывать принципиальные схемы взаимодействия приборов электроники различных типов; определять экспериментальным или расчетным путем оптимальные режимы работы приборов в схеме; использовать для выполнения отдельных операций стандартные программные продукты; владеть основными навыками анализа схем на приборах электроники и наноэлектроники

– **владеть** представлениями о перспективах и тенденциях развития изделий электроники и наноэлектроники

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		6 семестр
Аудиторные занятия (всего)	34	34
Лекции	12	12
Практические занятия	10	10
Лабораторные занятия	12	12
Из них в интерактивной форме	28	28
Самостоятельная работа (всего)	38	38

Согласована на портале № 4760

Подготовка к контрольным работам	8	8
Оформление отчетов по лабораторным работам	12	12
Проработка лекционного материала	8	8
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	10	10
Всего (без экзамена)	72	72
Общая трудоемкость час	72	72
Зачетные Единицы Трудоемкости	2.0	2.0

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	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
1	Основы физики полупроводников	2	0	0	2	4	ПК-5, ПК-6
2	Полупроводниковые диоды	1	6	0	8	15	ПК-5, ПК-6
3	Биполярные транзисторы	1	0	8	10	19	ПК-5, ПК-6
4	Полевые транзисторы	1	2	4	8	15	ПК-5, ПК-6
5	Применение биполярных и полевых транзисторов	1	2	0	4	7	ПК-5, ПК-6
6	Приборы с «S» - образной характеристикой	2	0	0	2	4	ПК-5, ПК-6
7	Цифровые интегральные микросхемы	2	0	0	2	4	ПК-5, ПК-6
8	Аналоговые интегральные микросхемы	2	0	0	2	4	ПК-5, ПК-6
	Итого	12	10	12	38	72	

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
6 семестр			
1 Основы физики полупроводников	История развития полупроводниковых приборов. Основные понятия	2	ПК-5, ПК-6

Согласована на портале № 4760

	интегральной микроэлектроники. Классификация и обозначение полупроводниковых приборов и интегральных микросхем (ИМС).Собственные и примесные полупроводники. Уровень Ферми. Электропроводность полупровод-ников, процессы генерации и рекомбинации. Диффузионный и дрейфовые токи в полупроводниках.Электронно-дырочный переход (p-n переход). Равновесное состояние p-n перехода, прямое и обратное включение перехода. Барьерная и диффузионная емкости p-n перехода		
	Итого	2	
2 Полупроводниковые диоды	Вольтамперная характеристика реального диода. Классификация полупроводниковых диодов по функциональному назначению. Выпрямительные диоды, стабилитроны, СВЧ диоды, диоды с использованием объемной неустойчивости Переходные процессы в полупроводниковых диодах, параметры переключения	1	ПК-5, ПК-6
	Итого	1	
3 Биполярные транзисторы	Физические явления в биполярном транзисторе. Характеристики и параметры биполярного транзистора. Динамический режим транзистора, динамические характеристики и параметры. Транзистор в импульсном режиме. Работа транзистора на высоких частотах. Режимы и параметры транзисторов. Дрейфовые транзисторы	1	ПК-5, ПК-6
	Итого	1	
4 Полевые транзисторы	Полевые полупроводниковые приборы. Полевой транзистор с управляемым p-n переходом. Процессы в структуре металл – диэлектрик-полупроводник (МДП). МДП транзисторы. Приборы с зарядовой связью. Полевые транзисторы с индуцированным каналом.	1	ПК-5, ПК-6
	Итого	1	
5 Применение биполярных и полевых транзисторов	Характеристики и режимы использования мощных полевых транзисторов. Фотоприемники.	1	ПК-5, ПК-6

Согласована на портале № 4760

	Фототранзисторы. Фотоприемные устройства		
	Итого	1	
6 Приборы с «S» - образной характеристикой	Четырехслойная p-n-p-n — структура. Физические процессы, приводящие к переключению. Динистор. Триодный тиристор. Симистор. Параметры и характеристики. Особенности применения.Одноперехо дный транзистор. Структура, принцип действия, параметры. Применение однопереходных транзисторов и диодов с S - образной характеристикой.	2	ПК-5, ПК-6
	Итого	2	
7 Цифровые интегральные микросхемы	Логические элементы на биполярных транзисторах. Классификация логических элементов. Основные характеристики логических элементов. Элементы транзисторно-транзисторной логики. Логические элементы на полевых транзисторах. Логические элементы И-НЕ и ИЛИ-НЕ. Логические элементы динамического типа	2	ПК-5, ПК-6
	Итого	2	
8 Аналоговые интегральные микросхемы	Общие сведения. Каскады формирователей тока. Дифференциальные каскады на биполярных транзисторах. Дифференциальные каскады на полевых транзисторах. Выходные каскады. Схемотехника операционных усилителей	2	ПК-5, ПК-6
	Итого	2	
Итого за семестр		12	

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 представ-лены 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
Предшествующие дисциплины									
1	Специальные разделы физики	+	+	+				+	+
2	Твердотельная электроника	+	+	+	+	+	+	+	+
3	Физика конденсированного состояния			+	+				

Согласована на портале № 4760

Последующие дисциплины									
1	Вакуумные и плазменные приборы и устройства	+	+			+	+	+	
2	Квантовые приборы и устройства	+		+			+		+
3	Микроволновая электроника		+		+		+		+

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

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4

Таблица 5. 4 – Соответствие компетенций и видов занятий, формируемых при изучении дисциплины

Компетенции	Виды занятий				Формы контроля
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа	
ПК-5	+	+	+	+	Контрольная работа, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях
ПК-6	+	+	+	+	Контрольная работа, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах приведены в таблице 6.1

Таблица 6.1 – Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах

Методы	Интерактивные практические занятия	Интерактивные лабораторные занятия	Интерактивные лекции	Всего
6 семестр				
Презентации с использованием слайдов с обсуждением			10	10
Решение ситуационных задач	6	4		10
Работа в команде	2	6		8
Итого за семестр:	8	10	10	28
Итого	8	10	10	28

7. Лабораторный практикум

Содержание лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Согласована на портале № 4760

Таблица 7. 1 – Содержание лабораторных работ

Названия разделов	Содержание лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
6 семестр			
3 Биполярные транзисторы	Исследование статических характеристик транзистора	4	ПК-5, ПК-6
	Исследование импульсных свойств биполярного транзистора	4	
	Итого	8	
4 Полевые транзисторы	Исследование статических характеристик полевого транзистора	4	ПК-5, ПК-6
	Итого	4	
Итого за семестр		12	

8. Практические занятия

Содержание практических работ приведено в таблице 8.1.

Таблица 8. 1 – Содержание практических работ

Названия разделов	Содержание практических занятий	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
6 семестр			
2 Полупроводниковые диоды	Полупроводниковые диоды	2	ПК-5, ПК-6
	Свервысокочастотные приборы	2	
	Биполярные транзисторы	2	
	Итого	6	
4 Полевые транзисторы	Полевые транзисторы	2	ПК-5, ПК-6
	Итого	2	
5 Применение биполярных и полевых транзисторов	Фотоприемники	2	ПК-5, ПК-6
	Итого	2	
Итого за семестр		10	

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

Согласована на портале № 4760

6 семестр				
1 Основы физики полупроводников	Проработка лекционного материала	1	ПК-5, ПК-6	Конспект самоподготовки, Контрольная работа
	Подготовка к контрольным работам	1		
	Итого	2		
2 Полупроводниковые диоды	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-5, ПК-6	Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Опрос на занятиях
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2		
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2		
	Проработка лекционного материала	1		
	Подготовка к контрольным работам	1		
	Итого	8		
3 Биполярные транзисторы	Проработка лекционного материала	1	ПК-5, ПК-6	Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Подготовка к контрольным работам	1		
	Итого	10		
4 Полевые транзисторы	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-5, ПК-6	Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Подготовка к контрольным работам	1		
	Итого	8		
5 Применение биполярных и полевых транзисторов	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-5, ПК-6	Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Опрос на занятиях
	Проработка лекционного материала	1		
	Подготовка к	1		

Согласована на портале № 4760

	контрольным работам			
	Итого	4		
6 Приборы с «S» - образной характеристикой	Проработка лекционного материала	1	ПК-5, ПК-6	Конспект самоподготовки, Контрольная работа
	Подготовка к контрольным работам	1		
	Итого	2		
7 Цифровые интегральные микросхемы	Проработка лекционного материала	1	ПК-5, ПК-6	Конспект самоподготовки, Контрольная работа
	Подготовка к контрольным работам	1		
	Итого	2		
8 Аналоговые интегральные микросхемы	Проработка лекционного материала	1	ПК-5, ПК-6	Конспект самоподготовки, Контрольная работа
	Подготовка к контрольным работам	1		
	Итого	2		
Итого за семестр		38		
Итого		38		

10. Курсовая работа

Не предусмотрено РУП

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Бальные 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
6 семестр				
Конспект самоподготовки	3	3	3	9
Контрольная работа	10	10	10	30
Опрос на занятиях	8	8	8	24
Отчет по лабораторной работе	12	12	13	37
Итого максимум за период	33	33	34	100
Нарастающим итогом	33	66	100	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

Согласована на портале № 4760

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)
	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. Твердотельная электроника: Учебное пособие для студентов направления 2100100 «Электроника и наноэлектроника», профиль «Электронные приборы и устройства» / Давыдов В. Н. - 2013. 175 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/3715, свободный.

2. Твердотельные приборы и устройства: Учебное пособие / Шангин А. С. - 2012. 156 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/2438, свободный.

3. Полупроводниковые приборы : учебное пособие / В. В. Пасынков, Л. К. Чиркин. - 8-е изд., испр. - СПб. : Лань, 2006. - 478[2] с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Предм. указ.: с. 468-474. - ISBN 5-8114-0368-2 (наличие в библиотеке ТУСУР - 98 экз.)

12.2. Дополнительная литература

1. 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 5-93208-045-0 (наличие в библиотеке ТУСУР - 224 экз.)

2. Твердотельная электроника [Текст] : учебное пособие / Н. С. Легостаев, П. Е. Троян, К. В. Четвергов ; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. - Томск : ТУСУР, 2007. - 476 с. : граф., табл. - (Приоритетные национальные проекты. Образование). - ISBN 978-5-86889-422-0 (наличие в библиотеке ТУСУР - 90 экз.)

3. Аналоговые и цифровые интегральные микросхемы : Справочное пособие / С. В. Якубовский [и др.] ; ред. С. В. Якубовский. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Радио и связь, 1984 ; М. : Радио и связь, 1985. - 431[1] с. : ил., табл. - (Проектирование радиоэлектронной аппаратуры на интегральных микросхемах) (наличие в библиотеке ТУСУР - 8 экз.)

4. Электронные, квантовые приборы и микроэлектроника : Учебное пособие для вузов / Ю. Л. Бобровский [и др.] ; ред. : Н. Д. Федоров. - М. : Радио и связь, 2002. - 560 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 61 экз.)

12.3. Учебно-методическое пособие и программное обеспечение

1. Исследование статических характеристик транзистора: Методические указания к

Согласована на портале № 4760

лабораторной работе для студентов направления 210100.62 - «Электроника и наноэлектроника» / Арестов С. И., Шангин А. С. - 2013. 21 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/3465, свободный.

2. Исследование импульсных свойств биполярного транзистора: Методические указания к лабораторной работе для студентов направления 210100.62 -«Электроника и наноэлектроника» / Арестов С. И., Шангин А. С. - 2013. 14 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/3466, свободный.

3. Исследование статических характеристик полевого транзистора: Методические указания к лабораторной работе для студентов направления 210100.62 -«Электроника и наноэлектроника» / Арестов С. И., Шангин А. С. - 2013. 17 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/3467, свободный.

4. Твердотельные приборы и устройства: Методические указания к практическим занятиям для студентов направления 210100.62 – Электроника и микроэлектроника / Орликов Л. Н. - 2013. 26 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/3468, свободный.

5. Твердотельные приборы и устройства: Методические указания по самостоятельной работе для студентов направления 210100.62 – Электроника и наноэлектроника / Орликов Л. Н. - 2013. 17 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/3469, свободный.

12.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. Образовательный портал университета, библиотека университета

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Компьютерный класс, оборудованный компьютерами класса Pentium II и выше, включенный в сеть Internet.

14. Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств приведен в приложении 1.

15. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Без рекомендаций.

Согласована на портале № 4760

Приложение 1

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Твердотельные приборы и устройства

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль): **Квантовая и оптическая электроника**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**
Кафедра: **ЭП, Кафедра электронных приборов**
Курс: **3**
Семестр: **6**

Учебный план набора 2014 года

Разработчики:

- профессор каф. ЭП Орликов Л. Н.

Зачет: 6 семестр

Томск 2016

Согласована на портале № 4760

1. Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины (практики) и представляет собой совокупность контрольно-измерительных материалов (типовые задачи (задания), контрольные работы, тесты и др.) и методов их использования, предназначенных для измерения уровня достижения студентом установленных результатов обучения.

ФОС по дисциплине (практике) используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

Перечень закрепленных за дисциплиной (практикой) компетенций приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

Код	Формулировка компетенции	Этапы формирования компетенций
ПК-5	готовностью выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	Должен знать физические принципы работы приборов электроники и наноэлектроники; основные приемы построения схем электроники и наноэлектроники ; Должен уметь ориентироваться в многообразии современных приборов электроники и наноэлектроники; разрабатывать принципиальные схемы взаимодействия приборов электроники различных типов; определять экспериментальным или расчетным путем оптимальные режимы работы приборов в схеме; использовать для выполнения отдельных операций стандартные программные продукты; владеть основными навыками анализа схем на приборах электроники и наноэлектроники ; Должен владеть представлениями о перспективах и тенденциях развития изделий электроники и наноэлектроники;
ПК-6	способностью разрабатывать проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы	

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций на всех этапах приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций по этапам

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем	Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы
Хорошо (базовый уровень)	Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования	Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем

Согласована на портале № 4760

Удовлетворительно (пороговый уровень)	Обладает базовыми общими знаниями	Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач	Работает при прямом наблюдении

2 Реализация компетенций

2.1 Компетенция ПК-5

ПК-5: готовностью выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	методы расчета и проектирования схем с твердотельными электронных приборами типа полупроводниковых диодов, биполярных и полевых транзисторов, приборов с «S» - образной характеристикой, аналоговыми и цифровыми интегральными микросхемами с использованием средств автоматизации проектирования	выполнять расчет и проектирование электрических схем с твердотельными электронными приборами с использованием средств автоматизации проектирования	методами расчета и проектирования схем и устройств с твердотельными приборами с использованием средств автоматизации проектирования
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные занятия; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Конспект самоподготовки;	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Конспект самоподготовки;	• Отчет по лабораторной работе; • Зачет;

Согласована на портале № 4760

	• Зачет;	• Зачет;	

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• знает основы физики полупроводников, характеристики полупроводниковых диодов, биполярных и полевых транзисторов, приборов с «S» - образной характеристикой, аналоговые и цифровые интегральные микросхемы; передовые методы расчета и проектирования схем любой сложности с твердотельными электронными приборами с использованием средств автоматизации проектирования ;	• свободно выполняет расчеты и проектирование сложных электрических схем с твердотельными электронными приборами с использованием средств автоматизации проектирования;	• свободно владеет: методами расчета и проектирования схем и устройств с твердотельными приборами, использует различные современные средства автоматизации проектирования; в совершенстве ;
Хорошо (базовый уровень)	• знает основы физики полупроводников, характеристики полупроводниковых диодов, биполярных и полевых транзисторов, приборов с «S» - образной характеристикой, аналоговые и цифровые интегральные микросхемы; знает методы расчета и проектирования типовых схем с твердотельными электронными приборами с использованием средств автоматизации проектирования ;	• выполняет расчеты и проектирование типовых электрических схем с твердотельными электронными приборами с использованием типовых средств автоматизации проектирования;	• рассчитывает и проектирует типовые распространенные схемы и устройства с твердотельными приборами; использует стандартные средства автоматизации проектирования;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• методы расчета и проектирования простых схем с использованием средств автоматизации	• выполняет под наблюдением расчеты и проектирование простейших электрических схем с	• методами расчета и проектирования простейших схем твердотельными приборами, использует

Согласована на портале № 4760

	проектирования;	твердотельными электронными приборами, использует средства автоматизации проектирования;	лицензионные средства автоматизации проектирования;

2.2 Компетенция ПК-6

ПК-6: способностью разрабатывать проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	знает международные правила оформления законченных проектно-конструкторских работ и проектно - технической документации при оформлении схем с твердотельными приборами	разрабатывает проектную и техническую документацию любой сложности со схемами на основе твердотельных приборов, оформляет законченные проектно-конструкторские работы с применением ЭВМ	в совершенстве владеет программными средствами, для разработки схем и оформления проектно - технической документации с твердотельными приборами
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные занятия; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Конспект самоподготовки; • Зачет;	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Конспект самоподготовки; • Зачет;	• Отчет по лабораторной работе; • Зачет;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 6.

Таблица 6 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• знает международные правила оформления законченных проектно-	• разрабатывает проектную и техническую	• в совершенстве владеет программными средствами, для

Согласована на портале № 4760

	конструкторских работ и проектно - технической документации при оформлении схем с твердотельными приборами;	документацию любой сложности со схемами на основе твердотельных приборов, оформляет законченные проектно-конструкторские работы с применением ЭВМ;	разработки схем и оформления проектно - технической документации с твердотельными приборами;
Хорошо (базовый уровень)	• знает типовые правила оформления законченных проектно-конструкторских работ и проектно - технической документации.;	• разрабатывает проектную и техническую документацию средней сложности, оформляет законченные проектно-конструкторские работы;	• владеет стандартными программными средствами, для разработки проектно технической документации;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• знает отдельные правила оформления проектно – технической документации;	• выполняет под наблюдением разработку проектной и технической документации;	• под наблюдением пользуется программными средствами, для разработки проектно технической документации;

3 Типовые контрольные задания

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, в следующем составе.

3.1 Вопросы на самоподготовку

– Зависимость положения уровня Ферми от концентрации примесей и температуры полупроводника. Инжекция не основных носителей, сохранение условия нейтральности при инжекции. Зависимость параметров p-n — перехода от режима смещения. Причины отклонения реальной ВАХ диодов от идеальной. Особенности конструкции мощных транзисторов. Сравнительные параметры полевых и биполярных транзисторов. Фазо-импульсный метод управления тиристорами. Применение однопереходных транзисторов и диодов с S - образной характеристикой. Логические элементы на биполярных транзисторах. Классификация логических элементов. Основные характеристики логических элементов. Дифференциальные каскады на полевых транзисторах. Схемотехника операционных усилителей

3.2 Темы опросов на занятиях

– Какую область полупроводникового диода называют базой? Как и по каким причинам изменяется прямая ветвь ВАХ диода с увели-чением его температуры? Как влияют процессы генерации и рекомбинации носителей заряда на ВАХ диода? Что такое p-i-n-диод? Как зависит пробивное напряжение диодов при лавинном пробое от концентрации примесей в базе и от её удельного сопротивления? Объяснить различия в ВАХ германиевых и кремниевых диодов. В чём проявляется инерционность процесса переключения в диодах и как она уменьшается в импульсных диодах? Назвать основные параметры стабилитрона. Как зависит напряжения пробоя от температуры? Изобразить схему параметрического стабилизатора напряжения и объяснить его работу.

– Объяснить принцип работы полевого транзистора с p-n-переходом и его статистические характеристики. Объяснить принцип работы полевого транзистора с изолированным за-твором.

Согласована на портале № 4760

Какие разновидности МДП-транзисторов вы знаете? Поясните физиче-ские явления, на основе которых эти транзисторы работают. Какой участок характеристик полевого транзистора используется в усилителях? Какой участок характеристик транзистора используется в управляе¬мых делителях напряжения? Нарисуйте схему управляемого делителя напряжения. Представьте схему генератора стабильного тока на полевом транзи-сторе. Объясните эквивалентную схему полевого транзистора для малого сиг-нала. Почему входное сопротивление полевых транзисторов очень большое?

– Характеристики полевого транзистора со статической индукцией Физические основы эксплуатации мощных полевых транзисторов в усилительном режиме Применение полевых транзисторов как приборов с зарядовой связью (ПЗС) Фото-ПЗС Преимущества и недостатки ПЗС перед другими классами устройств Применение ПЗС для приема и преобразования аналоговых сигналов Фильтры и линии задержки на полевых транзисторах

3.3 Темы контрольных работ

– Расчет выпрямителя на полупроводниковых диодах Расчет удвоителя напряжения на полупроводниковых диодах Расчет усилителя на биполярном транзисторе Расчет регулятора напряжения на тиристоре

3.4 Темы лабораторных работ

– Исследование статических характеристик транзистора
– Исследование импульсных свойств биполярного транзистора
– Исследование статических характеристик полевого транзистора

3.5 Зачёт

– Объясните смысл электронной и дырочной проводимости. Чем обусловлена контактная разность потенциалов? Каково влияние внутреннего электрического поля p-n –перехода на движение основных и неосновных носителей тока? Объясните вольт-амперную характеристику диода? Что такое емкость p-n-перехода? Объясните зависимость емкости от напряжения на переходе. Как изменяется сопротивление диода от полярности приложенного напряжения? Чем объясняется сильное влияние температуры на характеристики диода? Назовите основные параметры диода. Нарисуйте устройство плоскостного диода. Нарисуйте устройство точечного диода. Нарисуйте устройство плоскостного транзистора. Как обозначается на схемах биполярный транзистор p-n-p и n-p-n типа. Назовите основные технологические способы изготовления плоскостных транзисторов. Объяснить работу транзистора. Назовите механизм переноса носителей в базе. Нарисуйте три схемы включения транзистора. Нарисуйте основные характеристики транзистора при включении с общей базой. Нарисуйте основные характеристики транзистора при включении с общим эмиттером. Нарисуйте и объясните зависимость коэффициента передачи транзистора от тока эмиттера. Каков физический смысл h –параметров. Как обозначается на схемах полевые транзисторы с каналами n и p типа. Нарисуйте схему включения полевого транзистора. Расскажите о принципе работы полевого транзистора. Как устроен полевой транзистор с управляющим p-n –переходом. МДП транзисторы Что такое напряжение насыщения. Что такое напряжение отсечки. Нарисуйте эквивалентную схему полевого транзистора. Расскажите о преимуществах полевого транзистора по сравнению с биполярным. Однопереходной транзистор, устройство и принцип его работы. Расскажите принцип работы тиристора. Устройство тиристора и обозначение его на схеме. Вольт амперная характеристика тиристора. Основные параметры тиристора. Динистор, устройство и принцип его работы. Симистор, устройство и принцип его работы. Общие сведения о аналоговых интегральных микросхемах.

4 Методические материалы

Для обеспечения процесса обучения и решения задач обучения используются следующие материалы:

– методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы фор-мирования компетенций, согласно п. 12 рабочей программы.

Согласована на портале № 4760

4.1. Основная литература

1. Твердотельная электроника: Учебное пособие для студентов направления 2100100 «Электроника и наноэлектроника», профиль «Электронные приборы и устройства» / Давыдов В. Н. - 2013. 175 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/3715, свободный.
2. Твердотельные приборы и устройства: Учебное пособие / Шангин А. С. - 2012. 156 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/2438, свободный.
3. Полупроводниковые приборы : учебное пособие / В. В. Пасынков, Л. К. Чиркин. - 8-е изд., испр. - СПб. : Лань, 2006. - 478[2] с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Предм. указ.: с. 468-474. - ISBN 5-8114-0368-2 (наличие в библиотеке ТУСУР - 98 экз.)

4.2. Дополнительная литература

1. 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 5-93208-045-0 (наличие в библиотеке ТУСУР - 224 экз.)
2. Твердотельная электроника [Текст] : учебное пособие / Н. С. Легостаев, П. Е. Троян, К. В. Четвергов ; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. - Томск : ТУСУР, 2007. - 476 с. : граф., табл. - (Приоритетные национальные проекты. Образование). - ISBN 978-5-86889-422-0 (наличие в библиотеке ТУСУР - 90 экз.)
3. Аналоговые и цифровые интегральные микросхемы : Справочное пособие / С. В. Якубовский [и др.] ; ред. С. В. Якубовский. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Радио и связь, 1984 ; М. : Радио и связь, 1985. - 431[1] с. : ил., табл. - (Проектирование радиоэлектронной аппаратуры на интегральных микросхемах) (наличие в библиотеке ТУСУР - 8 экз.)
4. Электронные, квантовые приборы и микроэлектроника : Учебное пособие для вузов / Ю. Л. Бобровский [и др.] ; ред. : Н. Д. Федоров. - М. : Радио и связь, 2002. - 560 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 61 экз.)

4.3. Учебно-методическое пособие и программное обеспечение

1. Исследование статических характеристик транзистора: Методические указания к лабораторной работе для студентов направления 210100.62 - «Электроника и наноэлектроника» / Арестов С. И., Шангин А. С. - 2013. 21 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/3465, свободный.
2. Исследование импульсных свойств биполярного транзистора: Методические указания к лабораторной работе для студентов направления 210100.62 -«Электроника и наноэлектроника» / Арестов С. И., Шангин А. С. - 2013. 14 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/3466, свободный.
3. Исследование статических характеристик полевого транзистора: Методические указания к лабораторной работе для студентов направления 210100.62 -«Электроника и наноэлектроника» / Арестов С. И., Шангин А. С. - 2013. 17 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/3467, свободный.
4. Твердотельные приборы и устройства: Методические указания к практическим занятиям для студентов направления 210100.62 – Электроника и микроэлектроника / Орликов Л. Н. - 2013. 26 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/3468, свободный.
5. Твердотельные приборы и устройства: Методические указания по самостоятельной работе для студентов направления 210100.62 – Электроника и наноэлектроника / Орликов Л. Н. - 2013. 17 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/3469, свободный.

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. Образовательный портал университета, библиотека университета

Согласована на портале № 4760