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): **12.03.03 Фотоника и оптоинформатика**
Направленность (профиль): **Фотоника нелинейных, волноводных и периодических структур**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**
Кафедра: **ЭП, Кафедра электронных приборов**
Курс: **3**
Семестр: **6**
Учебный план набора 2013 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 № 4757

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) 12.03.03 Фотоника и оптоинформатика, утвержденного 2015-09-03 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 № 4757

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» (ФТД.3) относится к блоку ФТД.3.

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Квантовая механика, Основы оптоинформатики, Специальные разделы физики, Физика конденсированого состояния.

Последующими дисциплинами являются: Схемотехника.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОПК-3 способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения физико-математический аппарат;

– ПК-6 способностью к оценке технологичности и технологическому контролю простых и средней сложности конструкторских решений, разработке типовых процессов контроля параметров механических, оптических и оптико-электронных деталей и узлов;

В результате изучения дисциплины студент должен:

– **знать** физические принципы работы твердотельных приборов и устройств; основные приемы построения устройств на основе твердотельных приборов

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

– **владеть** терминологией, методиками исследования твердотельных приборов; современными методами и подходами при разработке и эксплуатации твердотельных приборов

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
Подготовка к контрольным работам	6	6

Согласована на портале № 4757

Оформление отчетов по лабораторным работам	12	12
Проработка лекционного материала	6	6
Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	4	4
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	Введение. Классификация твердотельных приборов	1	0	0	3	4	ОПК-3, ПК-6
2	Основы физики полупроводников	2	0	0	3	5	ОПК-3, ПК-6
3	Полупроводниковые диоды, биполярные транзисторы, полевые транзисторы	3	8	12	22	45	ОПК-3, ПК-6
4	Аналоговые интегральные микросхемы	2	0	0	3	5	ОПК-3, ПК-6
5	Цифровые интегральные микросхемы	2	0	0	3	5	ОПК-3, ПК-6
6	Применение твердотельных приборов в устройствах фотоники и оптоинформатики	2	2	0	4	8	ОПК-3, 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 Введение. Классификация	История развития полупроводниковых	1	ОПК-3,

Согласована на портале № 4757

твердотельных приборов	приборов. Основные понятия интегральной микроэлектроники. Классификация и обозначение полупроводниковых приборов и интегральных микросхем (ИМС).		ПК-6
	Итого	1	
2 Основы физики полупроводников	Собственные и примесные полупроводники. Уровень Ферми. Электропроводность полупроводников, 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.	2	ОПК-3, ПК-6
	Итого	2	
3 Полупроводниковые диоды, биполярные транзисторы, полевые транзисторы	1. 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 переключения2. 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 транзисторы3. 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. Характеристики и режимы использования мощных полевых транзисторов.	3	ОПК-3, ПК-6
	Итого	3	
4 Аналоговые интегральные микросхемы	Общие сведения. Каскады формирователей тока. Дифференциальные каскады на	2	ОПК-3, ПК-6

Согласована на портале № 4757

	биполярных транзисторах. Дифференциальные каскады на полевых транзисторах. Выходные каскады. Схемотехника операционных усилителей		
	Итого	2	
5 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	ОПК-3, ПК-6
	Итого	2	
6 Применение твердотельных приборов в устройствах фотоники и оптоинформатики	Характеристики и режимы использования мощных полевых транзисторов. Фотоприемники. Фототранзисторы. Фотоприемные устройства. Четырехслойная p-n-p-n — структура. Физические процессы, приводящие к переключению. Динистор. Триодный тиристор. Симистор. Параметры и характеристики. Особенности применения.Одноперехо́дный транзистор. Структура, принцип действия, параметры. Применение одноперехо́дных транзисторов и диодов с S - образной характеристикой	2	ОПК-3, 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
Предшествующие дисциплины							
1	Квантовая механика		+	+			+
2	Основы оптоинформатики	+	+				+
3	Специальные разделы физики	+	+	+	+	+	+
4	Физика конденсированого		+	+			+

Согласована на портале № 4757

	состояния						
Последующие дисциплины							
1	Схемотехника		+	+	+	+	

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	
ОПК-3	+	+	+	+	Контрольная работа, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Реферат
ПК-6	+	+	+	+	Контрольная работа, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Реферат

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 № 4757

Таблица 7. 1 – Содержание лабораторных работ

Названия разделов	Содержание лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
6 семестр			
3 Полупроводниковые диоды, биполярные транзисторы, полевые транзисторы	Исследование статических характеристик транзистора	4	ОПК-3
	Исследование импульсных свойств биполярного транзистора	4	
	Исследование статических характеристик полевого транзистора	4	
	Итого	12	
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			
3 Полупроводниковые диоды, биполярные транзисторы, полевые транзисторы	Полупроводниковые диоды	2	ОПК-3, ПК-6
	Свервысокочастотные приборы	2	
	Биполярные транзисторы	2	
	Полевые транзисторы	2	
	Итого	8	
6 Применение твердотельных приборов в устройствах фотоники и оптоинформатики	Фотоприемники	2	ОПК-3, 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
6 семестр				
1 Введение.	Самостоятельное	1	ОПК-3,	Конспект

Согласована на портале № 4757

Классификация твердотельных приборов	изучение тем (вопросов) теоретической части курса		ПК-6	самоподготовки, Контрольная работа, Реферат
	Проработка лекционного материала	1		
	Подготовка к контрольным работам	1		
	Итого	3		
2 Основы физики полупроводников	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	1	ОПК-3, ПК-6	Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Реферат
	Проработка лекционного материала	1		
	Подготовка к контрольным работам	1		
	Итого	3		
3 Полупроводниковые диоды, биполярные транзисторы, полевые транзисторы	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-3, ПК-6	Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2		
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2		
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2		
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Подготовка к контрольным работам	1		
	Итого	22		
4 Аналоговые интегральные микросхемы	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	1	ОПК-3, ПК-6	Контрольная работа, Опрос на занятиях, Реферат
	Проработка лекционного материала	1		

Согласована на портале № 4757

	Подготовка к контрольным работам	1		
	Итого	3		
5 Цифровые интегральные микросхемы	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	1	ОПК-3, ПК-6	Контрольная работа, Опрос на занятиях, Реферат
	Проработка лекционного материала	1		
	Подготовка к контрольным работам	1		
	Итого	3		
6 Применение твердотельных приборов в устройствах фотоники и оптоинформатики	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-3, ПК-6	Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Опрос на занятиях
	Проработка лекционного материала	1		
	Подготовка к контрольным работам	1		
	Итого	4		
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	8	8	8	24
Опрос на занятиях	6	6	6	18
Отчет по лабораторной работе	10	10	10	30
Реферат			19	19
Итого максимум за период	27	27	46	100
Нарастающим итогом	27	54	100	100

11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

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

Согласована на портале № 4757

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)
	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 /

Согласована на портале № 4757

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 лабораторной работе для студентов направления 200700.62 – Фотоника и оптоинформатика / Арестов С. И., Шангин А. С. - 2013. 22 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/3470, свободный.
2. Исследование импульсных свойств биполярного транзистора: Методические указания к лабораторной работе для студентов направления 200700.62 – «Фотоника и оптоинформатика» / Арестов С. И., Шангин А. С. - 2013. 14 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/3471, свободный.
3. Исследование статических характеристик полевого транзистора: Методические указания к лабораторной работе для студентов направления 200700.62 – Фотоника и оптоинформатика» / Арестов С. И., Шангин А. С. - 2013. 17 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/3472, свободный.
4. Твердотельные приборы и устройства: Методические указания к практическим занятиям для студентов направления 200700.62 – «Фотоника и оптоинформатика» / Орликов Л. Н. - 2013. 25 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/3473, свободный.
5. Твердотельные приборы и устройства: Методические указания по самостоятельной работе для студентов направления 200700.62 – Фотоника и оптоинформатика / Орликов Л. Н. - 2013. 17 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/3474, 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 № 4757

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): **12.03.03 Фотоника и оптоинформатика**
Направленность (профиль): **Фотоника нелинейных, волноводных и периодических структур**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**
Кафедра: **ЭП, Кафедра электронных приборов**
Курс: **3**
Семестр: **6**

Учебный план набора 2013 года

Разработчики:

- профессор каф. ЭП Орликов Л. Н.

Зачет: 6 семестр

Томск 2016

Согласована на портале № 4757

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
ОПК-3	способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения физико-математический аппарат	Должен знать физические принципы работы твердотельных приборов и устройств; основные приемы построения устройств на основе твердотельных приборов ; Должен уметь ориентироваться в многообразии современных твердотельных приборов; разрабатывать принципиальные схемы взаимодействия твердотельных приборов различных типов; определять экспериментальным или расчетным путем оптимальные режимы работы твердотельных приборов; использовать для выполнения отдельных операций стандартные программные продукты; владеть основными навыками анализа твердотельных приборов ; Должен владеть терминологией, методиками исследования твердотельных приборов; современными методами и подходами при разработке и эксплуатации твердотельных приборов;
ПК-6	способностью к оценке технологичности и технологическому контролю простых и средней сложности конструкторских решений, разработке типовых процессов контроля параметров механических, оптических и оптико-электронных деталей и узлов	

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 № 4757

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 ОПК-3

ОПК-3: способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения физико-математический аппарат.

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	анализирует естественнонаучную сущность проблем физики твердотельных приборов в области фотоники и оптоинформатики, знает методы решения дифференциальных и алгебраических уравнений для расчета оптоэлектронных схем	ориентируется в многообразии применения современных твердотельных приборов фотоники и оптоинформатики; разрабатывает принципиальные схемы оптического взаимодействия твердотельных приборов различных типов, умеет решать дифференциальные и алгебраические уравнения для расчета оптоэлектронных схем	на основе научных представлений составляет различные эквивалентные схемы для моделирования процессов в оптоэлектронных цепях; привлекает дифференциальные и алгебраические уравнения для расчета оптоэлектронных схем
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; • Реферат; • Зачет;

Согласована на портале № 4757

	• Реферат; • Зачет;	• Реферат; • 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)	• анализирует естественнонаучную сущность проблем физики твердотельных приборов в области фотоники и оптоинформатики, знает методы решения дифференциальных и алгебраических уравнений для расчета оптоэлектронных схем;	• свободно ориентируется в многообразии применения современных твердотельных приборов фотоники и оптоинформатики; - разрабатывает принципиальные схемы оптического взаимодействия твердотельных приборов различных типов, умеет решать дифференциальные и алгебраические уравнения для расчета оптоэлектронных схем ;	• на основе научных представлений составляет различные оригинальные эквивалентные схемы для моделирования процессов в оптоэлектронных цепях; привлекает дифференциальные и алгебраические уравнения для расчета оптоэлектронных схем;
Хорошо (базовый уровень)	• анализирует естественнонаучную сущность проблем физики твердотельных приборов в области фотоники и оптоинформатики, знает методы решения типовых алгебраических уравнений для расчета оптоэлектронных схем;	• ориентируется в областях применения современных твердотельных приборов фотоники и оптоинформатики; разрабатывает принципиальные схемы оптического взаимодействия твердотельных приборов различных типов, умеет решать алгебраические уравнения для расчета оптоэлектронных схем ;	• на основе научных представлений составляет типовые эквивалентные схемы для моделирования процессов в оптоэлектронных цепях; привлекает алгебраические уравнения для расчета оптоэлектронных схем;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• знает проблемы и физические границы работы твердотельных оптоэлектронных приборов; методы решения типовых алгебраических уравнений для расчета оптоэлектронных схем;	• ориентируется в областях применения современных твердотельных приборов фотоники и оптоинформатики; разрабатывает простые электрические и оптические схемы; умеет решать алгебраические	• под наблюдением составляет эквивалентные схемы для моделирования процессов в оптоэлектронных цепях; привлекает алгебраические уравнения для расчета оптоэлектронных схем;

Согласована на портале № 4757

		уравнения для расчета оптоэлектронных схем;	

2.2 Компетенция ПК-6

ПК-6: способностью к оценке технологичности и технологическому контролю простых и средней сложности конструкторских решений, разработке типовых процессов контроля параметров механических, оптических и оптико-электронных деталей и узлов.

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	основные приемы сбора, обработки, анализа и систематизации научно-технической информации по тематике исследования твердотельных приборов для фотоники и оптоинформатики	ориентироваться в системах обработки информации по твердотельным приборам фотоники и оптоинформатики; собирать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию по тематике твердотельных приборов в области фотоники и оптоинформатики	владеть терминологией основными навыками анализа, сбора и обработки информации по физическим явлениям, ограничивающим применение твердотельных приборов в области фотоники и оптоинформатики
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; • Реферат; • Зачет;	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Конспект самоподготовки; • Реферат; • Зачет;	• Отчет по лабораторной работе; • Реферат; • Зачет;

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

Согласована на портале № 4757

Таблица 6 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• разнообразные приемы сбора, обработки, анализа и систематизации научно-технической информации по тематике исследования твердотельных приборов для фотоники и оптоинформатики; знает возможности нескольких поисковых систем для поиска и отбора информации; свободно анализирует информацию методами патентного анализа;	• ориентируется в различных современных поисковых системах по твердотельным приборам фотоники и оптоинформатики; умеет собирать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию по тематике твердотельных приборов в области фотоники и оптоинформатики;	• владеет терминологией и различными навыками анализа, сбора и обработки информации по физическим явлениям, ограничивающим применение твердотельных приборов в области фотоники и оптоинформатики;
Хорошо (базовый уровень)	• разнообразные приемы сбора, обработки, анализа и систематизации научно-технической информации по тематике исследования твердотельных приборов для фотоники и оптоинформатики; знает возможности нескольких поисковых систем для поиска и отбора информации;	• ориентируется в двух-трех поисковых системах по твердотельным приборам фотоники и оптоинформатики; умеет собирать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию по тематике твердотельных приборов в области фотоники и оптоинформатики;	• владеет терминологией и основными навыками анализа, сбора и обработки информации по физическим явлениям, ограничивающим применение твердотельных приборов в области фотоники и оптоинформатики;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• типовые приемы сбора, обработки, анализа и систематизации научно-технической информации по тематике исследования твердотельных приборов для фотоники и оптоинформатики;	• умеет собирать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию по тематике твердотельных приборов в области фотоники и оптоинформатики из Интернета;	• владеет основными навыками анализа, сбора и обработки информации с использованием Интернета;

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

Согласована на портале № 4757

деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, в следующем составе.

3.1 Вопросы на самоподготовку

– Классификация и обозначение полупроводниковых приборов и интегральных микросхем (ИМС). Электропроводность полупроводников, процессы генерации и рекомбинации. Равновесное состояние p-n перехода, прямое и обратное включение перехода. Логические элементы на биполярных транзисторах. Логические элементы на полевых транзисторах. Фотоприемники. Фототранзисторы. Фотоприемные устройства. Однопереходный транзистор. Твердотельные приборы в устройствах фотоники и оптоинформатики.

3.2 Темы рефератов

– 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

3.3 Темы опросов на занятиях

– Какую область полупроводникового диода называют базой? Как и по каким причинам изменяется прямая ветвь ВАХ диода с увеличением 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.

– В каких режимах может работать биполярный транзистор? Какова полярность напряжений на электроде транзистора типа p-n-p в активном режиме в схеме с ОБ и ОЭ? У транзистора n-p-n? Объяснить принцип работы транзистора в активном режиме. Каковы уравнения токов, определяемые физическими процессами, протекающими в транзисторе? Каким образом в транзисторе происходит усиление электрических колебаний по мощности? В чём состоит явление модуляции ширины базы? Как оно влияет на токи транзистора? Объяснить поведение входных и выходных характеристик транзистора в схеме ОБ. Объяснить поведение входных и выходных характеристик транзистора в схеме ОЭ. Почему в качестве малосигнальных параметров транзисторов используются h-параметры? На семействе выходных характеристик транзистора указать область активного режима, режима насыщения, режима отсечки. Какие факторы определяют инерционность транзистора при его работе на высоких частотах? В чём особенность работы дрейфового транзистора? Как влияет температура на характеристики и параметры транзисторов в схемах ОБ и ОЭ?

– Объяснить принцип работы полевого транзистора с p-n-переходом и его статистические характеристики. Объяснить принцип работы полевого транзистора с изолированным затвором. Какие разновидности МДП-транзисторов вы знаете? Поясните физические явления, на основе которых эти транзисторы работают. Какой участок характеристик полевого транзистора используется в усилителях? Какой участок характеристик транзистора используется в управляемых делителях напряжения? Нарисуйте схему управляемого делителя напряжения. Представьте схему генератора стабильного тока на полевом транзисторе. Объясните эквивалентную схему полевого транзистора для малого сигнала. Почему входное сопротивление полевых транзисторов очень большое?

Согласована на портале № 4757

3.4 Темы контрольных работ

– Обозначение полупроводниковых приборов и интегральных микросхем. Выпрямительные диоды, стабилитроны, СВЧ диоды, диоды с использованием объемной неустойчивости. Характеристики и параметры биполярного транзистора. Полевой транзистор с управляемым p-n переходом. Оптоэлектронные приборы.

3.5 Темы лабораторных работ

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

3.6 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. Одноперехо дной 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.

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.,

Согласована на портале № 4757

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 200700.62 – Фотоника и оптоинформатика / Арестов С. И., Шангин А. С. - 2013. 22 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/3470, свободный.

2. Исследование импульсных свойств биполярного транзистора: Методические указания к лабораторной работе для студентов направления 200700.62 – «Фотоника и оптоинформатика» / Арестов С. И., Шангин А. С. - 2013. 14 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/3471, свободный.

3. Исследование статических характеристик полевого транзистора: Методические указания к лабораторной работе для студентов направления 200700.62 – Фотоника и оптоинформатика» / Арестов С. И., Шангин А. С. - 2013. 17 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/3472, свободный.

4. Твердотельные приборы и устройства: Методические указания к практическим занятиям для студентов направления 200700.62 – «Фотоника и оптоинформатика» / Орликов Л. Н. - 2013. 25 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/3473, свободный.

5. Твердотельные приборы и устройства: Методические указания по самостоятельной работе для студентов направления 200700.62 – Фотоника и оптоинформатика / Орликов Л. Н. - 2013. 17 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/3474, свободный.

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. Образовательный портал университета, библиотека университета

Согласована на портале № 4757