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

Проектирование электронной компонентной базы микроэлектроники и микросистемной техники

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль) / специализация: **Микроэлектроника и твердотельная электроника**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**
Кафедра: **ФЭ, Кафедра физической электроники**
Курс: **3**
Семестр: **6**
Учебный план набора 2015 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	6 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	36	36	часов
2	Практические занятия	18	18	часов
3	Лабораторные работы	16	16	часов
4	Всего аудиторных занятий	70	70	часов
5	Из них в интерактивной форме	8	8	часов
6	Самостоятельная работа	38	38	часов
7	Всего (без экзамена)	108	108	часов
8	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
9	Общая трудоемкость	144	144	часов
		4.0	4.0	З.Е.

Экзамен: 6 семестр

Томск 2018

Согласована на портале № 28724

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 91 от «19» 4 2018 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.04 Электроника и наноэлектроника, утвержденного 12.03.2015 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ФЭ «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

Доцент каф. ФЭ _____ Ю. В. Сахаров

Заведующий обеспечивающей каф. ФЭ _____ П. Е. Троян

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан ФЭТ _____ А. И. Воронин

Заведующий выпускающей каф. ФЭ _____ П. Е. Троян

Эксперты:

Председатель методической комиссии кафедры ФЭ тусура _____ И. А. Чистоедова

Заведующий кафедрой физической электроники (ФЭ) _____ П. Е. Троян

Согласована на портале № 28724

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

приобретение теоретических и практических навыков необъходимых при проектировании изделий микроэлектроники и микросистемной техники

1.2. Задачи дисциплины

– изучить конструктивные особенности элементов гибридных и полупроводниковых интегральных схем, а также элементов микросистемной техники. Изучить основные этапы, а также набор конструкторской документации при проектировании гибридных и полупроводниковых интегральных схем, а также элементов микросистемной техники. Изучить материалы, применяемые при изготовлении гибридных и полупроводниковых интегральных схем, а также элементов микросистемной техники.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Проектирование электронной компонентной базы микроэлектроники и микросистемной техники» (Б1.В.ОД.9) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Вакуумная и плазменная электроника, Вакуумно-плазменные методы получения наноструктур, Материалы электронной техники, Твердотельная электроника, Технология материалов микро- и наноэлектроники, Физика, Физика конденсированного состояния, Физика пленочных наноструктур, Химия.

Последующими дисциплинами являются: Конструкторско-технологическое обеспечение производства изделий микроэлектроники, Микросхемотехника, Моделирование и проектирование микро- и наносистем, Основы технологии электронной компонентной базы, Технология кремниевой наноэлектроники.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПК-1 способностью строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования;

– ПСК-1 способностью владеть современными методами расчета и проектирования изделий микроэлектроники и твердотельной электроники, способностью к восприятию, разработке и критической оценке новых способов их проектирования;

– ПСК-3 готовностью к выполнению научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области производства изделий микроэлектроники и твердотельной электроники;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** современные программные продукты для разработки топологических чертежей элементов и приборов микроэлектроники и наносистемной техники; современные методики расчета и проектирования элементов и приборов микроэлектроники и наносистемной техники с использованием программных комплексов; требования к оформлению конструкторской документации при разработке элементов и приборов микроэлектроники и наносистемной техники;

– **уметь** выполнять топологические чертежи элементов и приборов микроэлектроники и наноситемной техники с использованием программных комплексов; проводить расчет и проектирование элементов и приборов микроэлектроники и наноситемной техники с использованием программных комплексов; оформлять конструкторскую документацию на приборы и устройства микроэлектроники и наноситемной техники

– **владеть** методикой расчета, моделирования и проектирования приборов и устройств микроэлектроники и наноситемной техники; программным обеспечением для оформления конструкторской документации на приборы и устройства микроэлектроники и наноситемной техники; программным обеспечением для формирования топологических чертежей на приборы и устройства микроэлектроники и наноситемной техники;

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4.0 зачетных единицы и представлена в табли-

Согласована на портале № 28724

це 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		6 семестр
Аудиторные занятия (всего)	70	70
Лекции	36	36
Практические занятия	18	18
Лабораторные работы	16	16
Из них в интерактивной форме	8	8
Самостоятельная работа (всего)	38	38
Подготовка к контрольным работам	6	6
Оформление отчетов по лабораторным работам	6	6
Подготовка к лабораторным работам	6	6
Проработка лекционного материала	14	14
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	6
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
6 семестр						
1 Введение	2	0	0	2	4	ПК-1, ПСК-1, ПСК-3
2 Конструкция и расчет элементов гибридных микросхем	8	8	8	10	34	ПК-1, ПСК-1, ПСК-3
3 Проектирование топологии гибридных микросхем	4	6	4	10	24	ПК-1, ПСК-1, ПСК-3
4 Конструкция и расчет элементов полупроводниковых микросхем	8	4	4	10	26	ПК-1, ПСК-1, ПСК-3
5 Изоляция элементов в полупроводниковых микросхемах	4	0	0	2	6	ПК-1, ПСК-1, ПСК-3
6 Проектирование топологии полупроводниковых микросхем	4	0	0	2	6	ПК-1, ПСК-1, ПСК-3
7 Конструкции элементов микросистем	6	0	0	2	8	ПК-1, ПСК-1, ПСК-3

Согласована на портале № 28724

Итого за семестр	36	18	16	38	108	
Итого	36	18	16	38	108	

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	Основные проблемы и задачи курса. Классификация микросхем по функциональным, структурным и конструкторско-технологическим признакам. Система условных обозначений микросхем. Маркировка.	2	ПСК-1, ПСК-3
	Итого	2	
2 Конструкция и расчет элементов гибридных микросхем	Типы подложек. Конструкции и расчет тонкопленочных резисторов. Конструкции и расчет тонкопленочных конденсаторов. Конструкции и расчет тонкопленочных индуктивностей. Расчет пленочных проводников и контактных площадок. Конструкции навесных компонентов. Конструкции и расчет СВЧ ГИС. Конструкции и расчет элементов толстопленочных ИС.	8	ПК-1, ПСК-1
	Итого	8	
3 Проектирование топологии гибридных микросхем	Особенности топологии гибридных ИС и этапы ее проектирования. Особенности топологии изделий типа "система в корпусе" (СвК). Паразитные связи в гибридных микросхемах. Расчет теплового режима гибридной микросхемы. Методы повышения надежности гибридных интегральных схем. Конструкторская документация.	4	ПК-1, ПСК-1, ПСК-3
	Итого	4	
4 Конструкция и расчет элементов полупроводниковых микросхем	Основные особенности биполярных полупроводниковых микросхем. Подложки полупроводниковых микросхем. Конструкции и расчет элементов полупроводниковых микросхем (транзисторов, диодов, резисторов, конденсаторов). Конструкции диодов и транзисторов с барьером Шоттки.	8	ПК-1, ПСК-1
	Итого	8	
5 Изоляция элементов в полупроводниковых микросхемах	Способы изоляции элементов полупроводниковых микросхем на биполярных транзисторах: изоляция обратно смещенным p-n-переходом, диэлектрическая изоляция, комбинированная изоляция.	4	ПК-1, ПСК-1
	Итого	4	
6 Проектирование	Основные правила проектирования топологии по-	4	ПК-1,

Согласована на портале № 28724

топологии полупроводниковых микросхем	лупроводниковых микросхем на биполярных и МДП-транзисторах. Особенности проектирования изделий типа "система на кристалле" (СнК). Конструкторская документация на этапах проектирования.		ПСК-1, ПСК-3
	Итого	4	
7 Конструкции элементов микросистем	Микроэлектромеханические системы (МЭМС). Фотонные кристаллы. Датчики. Сенсоры. Биочипы. Биореакторы. «Лаборатория на кристалле».	6	ПК-1, ПСК-1, ПСК-3
	Итого	6	
Итого за семестр		36	

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
Предшествующие дисциплины							
1 Вакуумная и плазменная электроника	+	+	+	+	+	+	+
2 Вакуумно-плазменные методы получения наноструктур	+	+	+	+	+	+	+
3 Материалы электронной техники	+	+	+	+	+	+	+
4 Твердотельная электроника	+	+	+	+	+	+	+
5 Технология материалов микро- и наноэлектроники	+	+	+	+	+	+	+
6 Физика	+	+	+	+	+	+	+
7 Физика конденсированного состояния	+			+	+	+	+
8 Физика пленочных наноструктур	+	+	+	+	+	+	+
9 Химия	+	+	+	+	+	+	+
Последующие дисциплины							
1 Конструкторско-технологическое обеспечение производства изделий микроэлектроники	+	+	+	+	+	+	+
2 Микросхемотехника	+	+	+	+	+	+	
3 Моделирование и проектирование микро- и наносистем	+	+	+	+	+	+	+
4 Основы технологии электронной компонентной базы	+	+	+	+	+	+	+
5 Технология кремниевой нано-				+	+	+	+

Согласована на портале № 28724

электроники							

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, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Компетенции	Виды занятий				Формы контроля
	Лек.	Прак. зан.	Лаб. раб.	Сам. раб.	
ПК-1	+	+	+	+	Контрольная работа, Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Тест
ПСК-1	+	+	+	+	Контрольная работа, Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Тест
ПСК-3	+	+	+	+	Контрольная работа, Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Тест

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

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

Таблица 6.1 – Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий

Методы	Интерактивные практические занятия, ч	Интерактивные лекции, ч	Всего, ч
6 семестр			
Презентации с использованием слайдов с обсуждением		4	4
Case-study (метод конкретных ситуаций)	2		2
Мозговой штурм	2		2
Итого за семестр:	4	4	8
Итого	4	4	8

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
6 семестр			
2 Конструкция и расчет элементов гибридных микросхем	Осаждение резистивных и проводящих пленок.	4	ПСК-1, ПСК-3, ПК-1
	Изготовление и исследование тонкопленочных конденсаторов	4	
	Итого	8	

Согласована на портале № 28724

3 Проектирование топологии гибридных микросхем	Изучение погрешности изготовления тонкопленочных резисторов	4	ПК-1, ПСК-1, ПСК-3
	Итого	4	
4 Конструкция и расчет элементов полупроводниковых микросхем	Технология получения диффузионных p-n переходов	4	ПК-1, ПСК-1, ПСК-3
	Итого	4	
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
6 семестр			
2 Конструкция и расчет элементов гибридных микросхем	Расчет конструкции тонкопленочных резисторов	4	ПК-1, ПСК-1, ПСК-3
	Расчет конструкции тонкопленочных конденсаторов	4	
	Итого	8	
3 Проектирование топологии гибридных микросхем	Расчет паразитных связей в гибридных микросхемах	2	ПК-1, ПСК-1, ПСК-3
	Расчет тепловых режимов элементов гибридных микросхем	4	
	Итого	6	
4 Конструкция и расчет элементов полупроводниковых микросхем	Расчет биполярного транзистора и интегрального резистора полупроводниковой микросхемы	4	ПК-1, ПСК-1, ПСК-3
	Итого	4	
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
6 семестр				
1 Введение	Проработка лекционного материала	2	ПК-1, ПСК-1, ПСК-3	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Итого	2		
2 Конструкция и расчет	Подготовка к практиче-	2	ПК-1,	Контрольная работа, От-

Согласована на портале № 28724

элементов гибридных микросхем	ским занятиям, семинарам		ПСК-1, ПСК-3	чет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	2		
	Подготовка к лабораторным работам	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	2		
	Подготовка к контрольным работам	2		
	Итого	10		
3 Проектирование топологии гибридных микросхем	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-1, ПСК-1, ПСК-3	Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	2		
	Подготовка к лабораторным работам	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	2		
	Подготовка к контрольным работам	2		
	Итого	10		
4 Конструкция и расчет элементов полупроводниковых микросхем	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-1, ПСК-1, ПСК-3	Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	2		
	Подготовка к лабораторным работам	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	2		
	Подготовка к контрольным работам	2		
	Итого	10		
5 Изоляция элементов в полупроводниковых микросхемах	Проработка лекционного материала	2	ПК-1, ПСК-1, ПСК-3	Тест, Экзамен
	Итого	2		
6 Проектирование топологии полупроводниковых микросхем	Проработка лекционного материала	2	ПК-1, ПСК-1, ПСК-3	Тест, Экзамен
	Итого	2		
7 Конструкции элементов микросистем	Проработка лекционного материала	2	ПК-1, ПСК-1, ПСК-3	Тест, Экзамен
	Итого	2		

Согласована на портале № 28724

Итого за семестр		38		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		74		

10. Курсовая работа (проект)

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
6 семестр				
Контрольная работа	10	10	10	30
Отчет по лабораторной работе		10	10	20
Тест			20	20
Итого максимум за период	10	20	40	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	10	30	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)
	75 - 84	C (хорошо)
	70 - 74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 - 69	
	60 - 64	E (посредственно)

Согласована на портале № 28724

2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Проектирование и конструирование интегральных микросхем : учебное пособие / А. А. Жигальский ; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Кафедра физической электроники. - Томск : ТУСУР, 2007. - 195 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 50 экз.)
2. Жигальский А.А. Проектирование электронной компонентной базы микроэлектроники и микросистемной техники: Учебное пособие для студентов направлений 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника» 28.03.01 «Нанотехнология и микросистемная техника». Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. - 2015. - 195 с [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://miel.tusur.ru/images/files/Uchebno-metodicheskii_kompleks%20disciplin/Jigalsky/Proekt_Lec.pdf, дата обращения: 04.06.2018.

12.2. Дополнительная литература

1. Справочное пособие по конструированию микросхем : справочное издание / Э. А. Матсон, Д. М. Крыжановский. - Минск : Вышэйшая школа, 1982. - 224 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 51 экз.)
2. Технология и конструкции микросхем, микропроцессоров и микросборок : Учебник для вузов / Л. А. Коледов. - М. : Радио и связь, 1989. - 400 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 48 экз.)
3. Конструкции и технология микросхем : Учебное пособие для вузов / Э. А. Матсон. - Минск : Вышэйшая школа, 1985. - 206 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 48 экз.)

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Проектирование и конструирование интегральных микросхем : Учебно-методическое пособие по аудиторным практическим занятиям и самостоятельной работе для студентов специальности 210104 "Микроэлектроника и твердотельная электроника" / А. А. Жигальский ; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Кафедра физической электроники. - Томск : ТУСУР, 2007. - 40 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 51 экз.)
2. Сахаров Ю.В. Проектирование электронной компонентной базы микроэлектроники и микросистемной техники : Методические указания по выполнению лабораторных работ для студентов направлений 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника» и 28.03.01 «Нанотехнология и микросистемная техника» / Т.И. Данилина, Ю.В. Сахаров // Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. - 2015 - 63 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://miel.tusur.ru/images/files/Uchebno-metodicheskii_kompleks%20disciplin/Jigalsky/Proekt_Lab.pdf, дата обращения: 04.06.2018.
3. Жигальский А.А. Проектирование электронной компонентной базы микроэлектроники и микросистемной техники: Учебно-методическое пособие по аудиторным практическим занятиям и самостоятельной работе для студентов направлений 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника» 28.03.01 «Нанотехнология и микросистемная техника». - Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. - 2015. - 40 с [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://miel.tusur.ru/images/files/Uchebno-metodicheskii_kompleks%20disciplin/Jigalsky/Proekt_Pract.pdf, дата обращения: 04.06.2018.

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;

Согласована на портале № 28724

– 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. Электронный журнал "Нано- и микросистемная техника" http://www.microsystems.ru/
2. Научная электронная библиотека www.elibrary.ru
3. Научно-образовательный портал ТУСУР - https://edu.tusur.ru/

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.

13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Учебная аудитория

учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 222 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение не требуется.

13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Лаборатория технологии интегральных схем

учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 116 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Установка вакуумного напыления УРМ-3 (2 шт.);
- Установка вакуумного напыления УВН-2М-1;
- Установка вакуумного напыления ВУП-5;
- Насос Вакуумный 2 НВР-5ДМ;
- Вакуумметр ВИТ-2;
- Источник питания УИП-2 (2 шт.);
- Измеритель иммитанса Е7-20;
- Источник питания HY 3003;
- Микроскоп ММУ-3;
- Микроскоп МИИ-4;
- Микроскоп МБС-9;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение не требуется.

Согласована на портале № 28724

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.

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. Какая из подложек, может быть использована для изготовлении микросхем повышенной мощности:

а) ситалл
б) стекло
в) бериллиевая керамика
г) поликор

Согласована на портале № 28724

2. Какой из материалов подходит для изготовления высокоомного (более 200 кОм) тонкопленочного резистора:

а) кермет
б) сплав
в) тантал
г) хром

3. Какой из материалов обеспечит хорошую адгезию к подложке:

а) медь
б) нихром
в) золото
г) серебро

4. При каком из методов создания пленочных элементов может быть обеспечена наименьшая ширина пленочного резистора:

а) масочный
б) фотолитографический
в) комбинированный масочный и фотолитографический
г) электронно-ионный

5. Какой из диэлектрических материалов подходит для изготовления конденсатора большой емкости (более 5 нФ):

а) диоксид кремния
б) боросиликатное стекло
в) пентаоксид тантала
г) моноокись кремния

6. Какой из диэлектрических материалов не подходит для изготовления высокочастотных конденсаторов:

а) пентаоксид тантала
б) боросиликатное стекло
в) диоксид кремния
г) моноокись кремния

7. Какой из материалов не применяется для изготовления обкладок тонкопленочного конденсатора:

а) тантал
б) алюминий
в) серебро
г) алюминий с подслоем ванадия

8. Толщина диэлектрика при изготовлении тонкопленочного конденсатора должна быть в диапазоне:

а) 0,01 – 0,1 мкм
б) 0,1 – 1 мкм
в) 1 – 10 мкм
г) 10 – 70 мкм

9. Какая из конструкций тонкопленочного резистора имеет наименьшую точность воспроизведения

а) полоска l>b
б) составной из полосок
в) меандр
г) полоска l<b

Согласована на портале № 28724

10. Какой из факторов определяет токовые характеристики биполярного транзистора в полупроводниковой микросхеме:

а) периметр эмиттера
б) площадь эмиттера
в) площадь базы
г) периметр базы

11. Какой из факторов определяет частотные характеристики биполярного транзистора в полупроводниковой микросхеме:

а) периметр эмиттера
б) площадь эмиттера
в) площадь базы
г) периметр базы

12. Какой из интегральных диодов будет иметь наибольшее напряжение пробоя:

а) изготовленный на переходе база – эмиттер с коллектором
б) изготовленный на переходе эмиттер – база с коллектором
в) изготовленный на переходе коллектор – база с эмиттером
г) изготовленный на переходе эмиттер – база

13. Какой из интегральных резисторов будет иметь наименьшее сопротивление при одинаковом коэффициенте формы:

а) диффузионный на эмиттерном слое
б) диффузионный на базовом слое
в) эпитаксиальный
г) пинч-резистор

14. Назначение скрытого слоя в интегральном транзисторе:

а) уменьшает сопротивление базы
б) уменьшает сопротивление коллектора
в) уменьшает емкость коллекторного перехода
г) обеспечивает вертикальную изоляцию

15. При какой реализации интегрального диода не образуется паразитный транзистор:

а) при изготовлении на переходе база – эмиттер с коллектором
б) при изготовлении на переходе эмиттер – база с коллектором
в) при изготовлении на переходе коллектор – база с эмиттером
г) при изготовлении на переходе эмиттер – база

16. Какой из методов изоляции относится к комбинированному:

а) базовая изолирующая диффузия
б) диодная
в) изопланар
г) декаль-метод

17. Какие из интегральных резисторов могут быть расположены в одной изолированной области:

а) диффузионные на эмиттерном слое
б) диффузионные на базовом слое
в) эпитаксиальные
г) пинч-резисторы

18. При каком условии транзисторы типа n – p – n могут размещаться в одной изолирован-

Согласована на портале № 28724

ной области:

а) если они включены в схему с общим коллектором

б) если они включены в схему с общим эмиттером

а) если они включены в схему с общей базой

а) при любом включении

19. Первая контактная площадка полупроводниковой микросхемы должна быть размещена:

а) в верхнем правом углу

б) в нижнем левом углу

в) в нижнем правому углу

г) в верхнем левом углу

20. Какая из областей интегрального транзистора может быть использована для изготовления диффузионной перемычки:

а) эмиттерная

б) базовая

в) коллекторная

г) любая из вышеперечисленных

14.1.2. Экзаменационные вопросы

1. Подложки гибридных микросхем. Назначение. Требования к материалу подложек. Материалы подложек.

2. Материалы пленок тонкопленочных гибридных микросхем.

3. Конфигурации тонкопленочных резисторов.

4. Расчет конструкции тонкопленочного резистора имеющего $1<К_ф<10$.

5. Расчет конструкции тонкопленочного резистора имеющего $К_ф<1$.

6. Расчет конструкции тонкопленочного резистора имеющего $К_ф>10$.

7. Конструкции тонкопленочных резисторов с подгонкой сопротивления.

8. Конструкции пленочных конденсаторов. Ограничения при проектировании пленочных конденсаторов.

9. Расчет пленочного конденсатора. Диапазон емкостей.

10. Конструкции подгоняемых тонкопленочных конденсаторов.

11. Материалы тонкопленочных конденсаторов. Требования к материалам тонкопленочных конденсаторов.

12. Конструкции пленочных индуктивностей. Диапазон индуктивностей.

13. Конструкции тонкопленочных распределенных RC-структур.

14. Конструкции компонентов гибридных микросхем.

15. Основные этапы проектирования топологии гибридных микросхем.

16. Основные этапы теплового расчета гибридных микросхем. Зоны теплового влияния. Расчет зон теплового влияния.

17. Основные технологические операции изготовления толстопленочных гибридных микросхем.

18. Подложки полупроводниковых ИМС. Система условных обозначений.

19. Диэлектрические подложки полупроводниковых ИМС. Основные требования, предъявляемые к материалу подложек. Материалы для подложек.

20. Виды элементов, реализуемых в полупроводниковой технологии и способы их создания.

21. Интегральные транзисторы n-p-n. Конструкция, этапы создания диффузионных областей транзистора, требования к их концентрации и размерам областей.

22. Интегральные транзисторы p-n-p. Конструкции p-n-p транзисторов.

23. Многоэмиттерные транзисторы n-p-n. Конструкции, назначение. Основные проблемы при конструировании и способы их устранения.

24. Многоколлекторные транзисторы n-p-n. Конструкции, назначение, Основные проблемы при конструировании и способы их устранения.

25. Интегральная инжекционная логика И2Л с горизонтальным инжектором. Конструкция.

Согласована на портале № 28724

26. Интегральная инжекционная логика И2Л с вертикальным инжектором. Конструкция.

27. Инжекционно-полевая логика ИПЛ. Конструкция.

28. Интегральные диоды. Конструкции, параметры. Проблемы при создании интегральных диодов и способы их решения.

29. Диоды Шотки. Материалы, используемые при изготовлении диодов Шоттки. Технологические трудности при создании диодов Шоттки и способы их решения.

30. Транзисторы с диодами Шотки. Конструкции, назначение.

31. Интегральные резисторы. Конструкции, параметры.

32. Интегральные конденсаторы. Конструкции, параметры.

33. Методы изоляции элементов полупроводниковой ИМС. Диодная изоляция.

34. Методы изоляции элементов полупроводниковой ИМС. Коллекторная изолирующая диффузия.

35. Методы изоляции элементов полупроводниковой ИМС. Базовая изолирующая диффузия.

36. Методы изоляции элементов полупроводниковой ИМС. Метод самоизоляции n-областью.

37. Методы изоляции элементов полупроводниковой ИМС. Изоляция тонкой пленкой диэлектрика.

38. Методы изоляции элементов полупроводниковой ИМС. Коллекторная изолирующая диффузия.

39. Методы изоляции элементов полупроводниковой ИМС. Декаль-метод.

40. Методы изоляции элементов полупроводниковой ИМС. Метод балочных выводов.

41. Методы изоляции элементов полупроводниковой ИМС. Метод кремний на сапфире.

42. Методы изоляции элементов полупроводниковой ИМС. Изопланар.

43. Методы изоляции элементов полупроводниковой ИМС. Полипланар.

44. Методы изоляции элементов полупроводниковой ИМС. Эпипланар

45. Разработка топологии полупроводниковой ИМС. Правила проектирования изолированных областей.

46. Разработка топологии полупроводниковой ИМС. Правила размещения элементов на кристалле.

14.1.3. Темы контрольных работ

Тема контрольной работы № 1 Расчет тонкопленочного резистора (Разделы 2 рабочей программы). Варианты контрольной работы приведены в учебно-методическом пособии (п. 2).

Учебно-методическое пособие содержат варианты заданий для контрольных работ и индивидуальных заданий (п.2. таблица 2.1.). Для самостоятельного изучения рекомендуется список литературы и приводятся справочные материалы.

Тема контрольной работы № 2 Расчет тонкопленочного конденсатора (Разделы 2 рабочей программы). Варианты контрольной работы приведены в учебно-методическом пособии (п. 2).

Учебно-методическое пособие содержат варианты заданий для контрольных работ и индивидуальных заданий (п.2. таблица 2.2.). Для самостоятельного изучения рекомендуется список литературы и приводятся справочные материалы.

Тема контрольной работы № 3 Тепловой расчет (Разделы 3 рабочей программы). Варианты контрольной работы приведены в учебно-методическом пособии (п. 2).

Учебно-методическое пособие содержат варианты заданий для контрольных работ и индивидуальных заданий (п.2. таблица 2.3.). Для самостоятельного изучения рекомендуется список литературы и приводятся справочные материалы.

Темы контрольной работы № 4 Расчет биполярного транзистора.

Варианты контрольной работы приведены в учебно-методическом пособии (п. 3).

Учебно-методическое пособие содержат варианты заданий для контрольных работ (п.3. таблица 3.1.). Для самостоятельного изучения рекомендуется список литературы и приводятся справочные материалы.

14.1.4. Темы лабораторных работ

Осаждение резистивных и проводящих пленок.

Согласована на портале № 28724

Изучение погрешности изготовления тонкопленочных резисторов
Изготовление и исследование тонкопленочных конденсаторов
Технология получения диффузионных p-n переходов

14.1.5. Методические рекомендации

Конспектирование студентами лекционного материала обязательно. Обязательным условие допуска к экзамену является выполнение и защита всех лабораторных работ, а также контрольных работ

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
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:

Согласована на портале № 28724

– 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 № 28724