МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования

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

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе
_____ **П.Е Троян**
«19» 04 2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Проектирование интегральных микросхем и микропроцессоров

Уровень основной образовательной программы *бакалавр*

Направление подготовки (специальность) *11.03.03 - Конструирование и технология электронных средств*

Профиль *Проектирование и технология электронно-вычислительных средств*

Форма обучения *очная*

Факультет *безопасности (ФБ)*

Кафедра *Комплексной информационной безопасности электронно-вычислительных систем (КИБЭВС)*

Курс *4* **Семестр** *7*

Учебный план набора 2013 года

Распределение рабочего времени:

№ п.п	Виды учебной работы	Семестр 7	Всего	Единицы
1.	**Лекции**	18	18	час
2.	**Лабораторные работы**	36	36	час
3.	**Практические занятия**	36	36	час
4.	**Курсовой проект/работа (КРС) (аудиторная)**	не предусмотрен		час
5.	**Всего аудиторных занятий** (Сумма 1-4)	90	90	час
6.	**Из них в интерактивной форме**	20	20	час
7.	**Самостоятельная работа студентов (СРС)**	90	90	час
8.	**Всего (без экзамена)** (Сумма 5,7)	180	180	час
9.	**Самост. работа на подготовку, сдачу экзамена**	36	36	час
10.	**Общая трудоемкость** (Сумма 8,9)	216	216	час
	(в зачетных единицах)	6	6	ЗЕТ

Зачет не предусмотрен Диф. зачет не предусмотрен

Экзамен 7 **семестр**

Томск 2016

Согласована на портале № 4201

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 4 от « 12 » 4 2016 г.

Лист согласований

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 11.03.03 - Конструирование и технология электронных средств квалификации бакалавр по профилю - Проектирование и технология электронно-вычислительных средств, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 1333 от 12.11.2015г, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры « 12 » апреля 2016г., протокол № 4 .

Разработчики:
Доцент кафедры БИС _____ /Л.А.Торгонский/
(подпись)

Зав. кафедрой БИС _____ /Р.В.Мещеряков/
(подпись)

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

Декан ФБ _____ /Е.М. Давыдова/
(подпись)

Зав. профилирующей
кафедрой КИБЭВС _____ /А.А. Шелупанов/
(подпись)

Зав. выпускающей
кафедрой КИБЭВС _____ /А.А. Шелупанов/
(подпись)

Эксперты:
Директор Центра системного
проектирования _____ /А.А. Конев/
(подпись)

Доцент кафедры КИБЭВС _____ /М.А. Сопов/
(подпись)

Согласована на портале № 4201

1. Цели и задачи дисциплины

Дисциплина «Проектирование интегральных микросхем и микропроцессоров (ПИМСиМП)» в учебном плане направления 11.03.03. определена, как специальная вариативная (код Б3.В.ОД.13).

Целями изучения дисциплины являются:

- освоение понятий, определений, отношений конструкторского проектирования со схемным описанием и технологическим обеспечением производства конструкций интегральных микросхем (ИМС);
- освоение знаний, развитие умений и навыков выполнения комплекса работ по конструкторскому проектированию интегральных микросхем и микропроцессоров.

Для достижения цели поставлены и решаются задачи формирования у студентов *компетенций* в части:

- понятий, терминов и определений предметной области;
- состава этапов и работ конструкторского проектирования ИМС;
- состава конструкций, параметров наиболее типичных модификаций современных микросхем ;
- методов выбора форм и размеров элементов, радиокомпонентов современных полупроводниковых и перспективных пленочных, гибридных ИМС;
- принципов и приёмов проектирования конструкций ИМС, оценки их показателей качества с учетом действия дестабилизирующих факторов;
- формирования и удовлетворения требований к составу и методам подготовки конструкторской документации на микросхемы с использованием средств автоматизации конструкторского проектирования.

Изучение положений курса ПИМС является базой к исполнению проектов конструкций микроэлектронной аппаратуры.

Знания и умения по дисциплине имеют и самостоятельное значение для формирования компетенций бакалавров по направлению 11.03.03. «Конструирование и технология электронных средств» профиля "Проектирование и технология электронно-вычислительных средств".

2 Место дисциплины в структуре ООП

К изучению курса ПИМСиМП базовыми являются сведения и знания из дисциплин естественнонаучного и профессионального циклов: *инженерная и компьютерная графика (2), физические основы микро- и наноэлектроники(3), материалы и компоненты электронных средств (4), схемо- и системотехника электронных средств (3,4), технология производства интегральных микросхем (5), физико-химические основы технологии электронных средств(6), информационные технологии (5,6), основы конструирования электронных средств(6), теоретические основы надёжности ЭВС(6).*

Изучаемая дисциплина является предшествующей при изучении дисциплин *моделирования технологических процессов и приборов в микро- и наноэлектронике (7,8), управления качеством электронных средств* профессионального цикла.

3 Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины ПИМСиМП направлен на формирование компетенции ОПК-7:

- *способность учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности*

В результате изучения дисциплины студент должен:

- знать:

а) состав этапов и работ конструкторского проектирования ИМС;

Согласована на портале № 4201

б) состав конструкций микросхем;

в) нормативные ограничения и методы учёта их в выборе форм и размеров элементов;

- уметь:

а) формулировать, анализировать, применять технические задания на этапах проектирование ИМС;

б) выбирать материалы, выбирать формы и выполнять расчёты размеров элементов, компоновать конструкции ИМС;

в) предусматривать меры стабилизации характеристик микросхем, повышения их надежности на этапах конструкторского проектирования;

г) выполнять проектную и эксплуатационную техническую докумен-тацию на микросхемы;

- владеть:

а) средствами и методами процесса проектирования, принятия и документального оформления проектных решений

Навыки приобретаются в процессе выполнения лабораторных работ, программы практических занятий, выполнения отчётов контрольных работ и индивидуальных заданий по дисциплине.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр 6
Аудиторные занятия (всего)	90	90
В том числе:		
Лекции	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	36	36
Практические занятия (ПЗ)	36	36
Семинары (С)	не предусмотрены	
Коллоквиумы (К)	не предусмотрены	
Курсовой проект (аудиторная нагрузка)	не предусмотрены	
Самостоятельная работа (всего)	90	90
В том числе:		
Курсовой проект (самостоятельная работа)	не предусмотрены	
Изучение теоретического материала	16	16
Проработка лекционного материала	10	10
Выполнение индивидуальных домашних заданий	20	20
Подготовка к практическим занятиям	10	10
Подготовка отчетов лабораторных работ	25	25
Подготовка к контрольным работам	9	9
Вид промежуточной аттестации (экзамен)	36	36
Общая трудоемкость час	216	216
Зачетные единицы трудоемкости	6	6

Согласована на портале № 4201

5 Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции	Лабораторные. занятия	Практические занятия.	Курсовой проект (КРС)	Самостост. работа студента	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции (ОПК-7)
1.	Введение	1			не предусмотрен	2	3	ОПК-7
2	Конструкции элементов полупроводниковых интегральных микросхем	2	4	4		10	20	ОПК-7
3	Выбор форм и расчёт размеров элементов топологии биполярных ИМС	4	8	12		18	42	ОПК-7
4	Конструкции ИМС на биполярных структурах	1		4		6	11	ОПК-7
5	Конструкции элементов и ИМС на полевых структурах	2	4	4		12	22	ОПК-7
6	Конструирование гибридных интегральных схем (ГИС)	4	12	8		22	46	ОПК-7
7	Проектирование топологии больших интегральных схем (БИС)	1				2	3	ОПК-7
8	Конструирование ИМС и МСБ	1	4	2		8	15	ОПК-7
9	Техническая документация на ИМС и МСБ	1	4	2		8	15	ОПК-7
10	Перспективные конструкции изделий микроэлектроники	1				2	3	ОПК-7
	Итого по дисциплине:	18	36	36		90	180	

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

№ п/п	Наименование разделов	Содержание разделов	Трудоёмкость (час.)	Формируемые компетенции (ОПК-7)
1.	Введение	Термины и определения предметной области. Классификация микросхем. Конструкции ИМС.Состав конструкции ИМС. Задачи и этапы проектирования	1	ОПК-7

Согласована на портале № 4201

		ИМС.		
2.	Конструкции элементов полупроводниковых интегральных микросхем	Элементы кристаллов ИМС технологии биполярных транзисторов (БПТ). Структуры БПТ. Параметры структур. Обеспечение электрической прочности	2	ОПК-7
3	Выбор форм и расчёт размеров элементов топологии биполярных ИМС	Выбор форм и размеров топологических конфигураций БПТ ИМС по току, по ключевым свойствам, по времени переключения.	2	ОПК-7
		Выбор форм и размеров пассивных элементов сопутствующих приборов БПТ ИМС	2	ОПК-7
4	Конструкции ИМС на биполярных структурах	План кристалла БПТ ИМС. Пути сокращения потерь активной площади кристалла. Соединения и контакты, знаки и фигуры на кристаллах. Топологии базовых схем на БПТ.	1	ОПК-7
5	Конструкции элементов и ИМС на полевых структурах	Конструкции, выбор форм и размеров элементов полевых приборов и ИМС. Выбор форм и размеров базовых логических вентилей ИС. Композиции ПТ и БПТ. Функциональная интеграция .	2	ОПК-7
6	Конструирование гибридных интегральных схем (ГИС).	Состав ГИС. Платы. Конструкции резисторов, конденсаторов, катушек индуктивности, соединений. Выбор форм, расчёт размеров.	2	ОПК-7
		Компоненты ГИС, микросборки, Топология и конструкции ГИС. Форма и размеры элементов, компонентов, плат СВЧ ГИС.	2	ОПК-7
7	Проектирование топологии больших интегральных схем (БИС)	Классификация БИС и СБИС. Базовые матричные кристаллы (БМК). Функциональный и конструктивный состав БМК. Библиотеки элементов. Элементно-узловая компиляция в проектировании БИС. Системы автоматизации проектирования .	1	ОПК-7
8	Конструирование ИМС и МСБ	Обеспечение защиты и надёжности ИМС и МСБ. Показатели качества конструкций ИМС.Обеспечение теплового режима, электромагнитной совместимости, влагозащиты и механической устойчивости ИМС.	1	ОПК-7
9	Техническая документация на ИМС и МСБ	Нормативно-техническая и техническая документация. Состав и характеристка комплекта технической документации ИМС. Эксплуатационная документация ИМС. Технические усло-	1	ОПК-7

Согласована на портале № 4201

		вия.		
10	Перспективные конструкции изделий микроэлектроники	Функциональная электроника в ИМС Магнитные, оптоэлектронные и акусто-электронные ИС. Нанотехнология и конструкции ИМС	1	ОПК-7
		Итого:	18 часов	

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

№ п/п	Наименование обеспечивающих (предыдущих) и обеспечиваемых (последующих) дисциплин	№ № разделов данной дисциплины из табл.5.1, для которых необходимо изучение обеспечивающих (предыдущих) и обеспечиваемых (последующих) дисциплин									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Предшествующие дисциплины											
1.	Инженерная и компьютерная графика		+	+	+	+	+	+	+	+	
2	Физические основы микро- и наноэлектроники		+	+		+			+		+
3	Материалы и компоненты электронных средств		+				+				+
4	Схемо- и системотехника электронных средств			+		+			+		
5	Технология производства интегральных микросхем		+	+	+	+	+	+			
6	Физико-химические основы технологии электронных средств		+	+	+	+	+	+		+	+
7	Информационные технологии		+	+	+	+		+	+		
8	Основы конструирования электронных средств							+	+	+	
9	Теоретические основы надёжности ЭВС								+	+	
Последующие дисциплины											
1	Моделирования технологических процессов и приборов в микро- и наноэлектронике		+	+		+	+		+		
2	Управление качеством электронных средств								+	+	

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

Перечень компетенций	Виды занятий					Формы контроля по всем видам занятий
	Л	Лаб	Пр.	КР/КП	СРС	
ОПК-7	+		+	Не предусмотрен	+	Тесты, работа на практических занятиях, экзамен
ОПК-7	+		+			Опросы, работа на практических занятиях, оценка контрольной работы, экзамен

Согласована на портале № 4201

ОПК-7	+	+			+	Отчеты лабораторных работ, экзамен
ОПК-7	+	+	+		+	Отчёты лабораторных работ, работа на практических занятиях, оценка контрольной работы, экзамен
ОПК-7	+	+	+		+	Опрос на лекции, отчеты лабораторных работ, работа на практических занятиях, оценка контрольной работы экзамен.

Л – лекция, Пр – практические и семинарские занятия, Лаб – лабораторные работы, КР/КП – курсовая работа/проект, СРС – самостоятельная работа студента

6. Методы и формы организации обучения.

Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах

Методы \ Формы	Лекции (час)	Практические занятия (час)	Лабораторные занятия (час)	Самостоятельная работа	Всего
VI семестр					
IT-методы (презентации, интерактивная доска)	3	2			5
Лекции с обратной связью	1				1
Тесты разминки		2			2
Коллективное решение творческих задач		2	2		4
Case-study (метод конкретных ситуаций)			4		4
Тренинг		2	2		4
Итого:	4	8	8		20

7. Лабораторный практикум

№ п/п	№ раздела дисциплины из табл. 5.1	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (час.)	Компетенции ОПК-7
1	2	Анализ конструкции гибридной микросхемы	4	ОПК-7
2	2 ,3	Анализ конструкции полупроводниковой микросхемы	4	ОПК-7
3	3, 4	Исследование размерных зависимостей в конструкциях БПТ	4	ОПК-7
4	3, 4	Исследование размерных зависимостей в конструкциях п/п резисторов	4	ОПК-7
5	3, 4	Исследование размерных зависимостей в конструкциях МДП вентилей	4	ОПК-7
6	3, 4	Проектирование платы ГИС	8	ОПК-7
7	3, 4	Проектирование ГИС	8	ОПК-7
		Итого:	36	

Согласована на портале № 4201

8. Практические занятия

№ п/п	№ разд.дисциплины из табл. 5.1	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость (час.)	Компетенции ОПК-7
1	2	Технологические варианты структур п/п ИМС	2	ОПК-7
2	2	Оценка параметров технологического п/п слоя	2	ОПК-7
3	2,3	Оценка параметров структуры БПТ	2	ОПК-7
4	3	Проектирование топологии БПТ	2	ОПК-7
5	3	Оценка параметров элементов модели интегрального БПТ (контрольная работа)	2	ОПК-7
6	3	Проектирование резисторов п/п ИМС (контрольная работа)	2	ОПК-7
7	3	Проектирование конденсаторов п/п ИМС	2	ОПК-7
8	4	Конструкции кристаллов, проектирование топологии ИМС	2	ОПК-7
9	5	Проектирование структур интегральных МДПТ	2	ОПК-7
10	5	Проектирование топологии интегральных МДПТ	2	ОПК-7
11	5	Проектирование вентилей на МДПТ	2	ОПК-7
12	6	Проектирование резисторов ГИС	2	ОПК-7
13	6	Проектирование конденсаторов и соединений ГИС	2	ОПК-7
14	6	Проектирование катушек индуктивности ГИС. Компоненты ГИС	2	ОПК-7
15	6	Проектирование элементов ГИС (контрольная работа)	2	ОПК-7
16	8	Модели и учёт электромагнитной совместимости в конструкциях ИМС	2	ОПК-7
17	8	Модели учёта и оценка теплового режима ИМС	2	ОПК-7
18	8	Модели учёта и анализ защиты ИМС от влияния механических воздействий	2	ОПК-7
		Итого:	36	

9. Самостоятельная работа

№ п/п	№ раздела дисциплины из табл.5.1	Виды самостоятельной работы *(детализация)*	Трудоёмкость (час.)	Компетенции ОПК-7	Контроль выполнения работы (опрос, тест, дом. задание, и т.д)
1	1-10	Проработка лекционного материала	14	ОПК-7	Тестовый контроль на лекциях, экзамен
2	1-10	Изучение теоретического материала дисциплины по основным и дополнительным источникам	18	ОПК-7	Тесты контроля на практике, экзамен
3	1-10	Подготовка к практическим занятиям	16	ОПК-7	Рейтинговая оценка работы на занятиях
4	2-6	Выполнение отчётов по лабораторным работам	18	ОПК-7	Рейтинговая оценка отчетов по работам

Согласована на портале № 4201

5	3,4	Выполнение домашнего задания «Фрагмент топологии п/п ИМС»	9	ОПК-7	Рейтинговая оценка отчета по заданию
6	6	Выполнение домашнего задания «Фрагмент топологии ГИС»	9	ОПК-7	Рейтинговая оценка отчета по заданию
7	2,3,6	Подготовка к контрольным работам	6	ОПК-7	Рейтинговая оценка контрольных работ
8	1-10	Подготовка к экзамену	36	ОПК-7	Оценка экзамена
		Итого:	126		

10. Примерная тематика курсовых проектов

Курсовой проект по дисциплине учебным планом не предусмотрен

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

Таблица 11.1- Балльные оценки для элементов контроля VI семестр (экзамен)

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
Посещение занятий	3	3	3	**9**
Тестовый контроль	2	2	2	**6**
Контрольные работы на практических занятиях	4	4	4	**12**
Лабораторные работы	3	9	6	**18**
Индивидуальные задания	8		8	**16**
Компонент своевременности	3	3	3	**9**
Итого максимум за период:	**23**	**21**	**26**	**70**
Сдача экзамена (максимум)				30
Нарастающим итогом	**23**	**44**	**70**	**100**
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**

Таблица 11.2 – 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)

Согласована на портале № 4201

12 Учебно-методические материалы дисциплины

12.1 Основная литература

1. Коледов Л.А. Технология и конструкции микросхем, микропроцессоров и микросборок: Учебное пособие для ВУЗов. (3 изд. - стер.) Спб- Краснодар- М.: «Лань», 2009 г.400 с., ил. ЭБС, e.lanbook.com/192

2. Торгонский Л.А. Проектирование интегральных микросхем и микропроцессоров/ Учебное пособие. В 2-х разделах. Томск: ТУСУР, 2011.- Раздел 1. – 254 с., ил.. Электронный ресурс - http://kibevs.tusur.ru/sites/default/files/upload/manuals/torgonskiy_pims/uchebnoeposobie_r1_1.pdf

3. Торгонский Л.А. Проектирование интегральных микросхем и микропроцессоров/ Учебное пособие. В 2-х разделах. Томск: ТУСУР, 2011.- Раздел 2. – 228 с., ил. Электронный ресурс - http://kibevs.tusur.ru/sites/default/files/upload/manuals/torgonskiy_pims/uchebnoeposobie_r2_1.pdf

12.2 Дополнительная литература

1.Торгонский Л.А. Проектирование интегральных микросхем и микропроцессоров: Учебное методическое пособие.- Томск: ТУСУР, 2011.– 80 с., ил. Электронный ресурс - http://kibevs.tusur.ru/sites/default/files/upload/manuals/torgonskiy_pims/uchebnoeposobie_r3_1.pdf

2. Березин А.С., Мочалкина О.Р. Технология и конструирование ИМС: Учебное пособие для ВУЗов /Под ред. И.П.Степаненко.- М.: Сов.радио, 1992.- 320 с., ил., (10 экз.).

3. Пономарев М.Ф. Конструкции и расчет микросхем и микроэлементов ЭВА: Учебник для ВУЗов.- М.: Радио и связь, 1982.-288 с., ил. , (34 экз.).

4 . Пономарев М.Ф., Коноплев Б.Г. Конструирование и расчет микросхем и микропроцессоров: Учебное пособие для ВУЗов.- М.: Радио и связь, 1986.-176 с., ил. (17 экз.).

12.3 Учебно-методические пособия и программное обеспечение

Для обеспечения дисциплины используются УМП

1. Торгонский Л.А. Проектирование интегральных микросхем и микропроцессоров: Лабораторный практикум.- Томск: В-Спектр, 2012.– 39 с., ил. Электронный ресурс- http://kibevs.tusur.ru/sites/default/files/upload/manuals/torgonskiy_pims/pimsimp_laboratornyy_praktikum.pdf

Приложения к лабораторным работам:

http://kibevs.tusur.ru/pages/kafedra/metodicheskoe-obespechenie - лаб. работа №1

http://kibevs.tusur.ru/pages/kafedra/metodicheskoe-obespechenie - лаб. работа №2

http://kibevs.tusur.ru/pages/kafedra/metodicheskoe-obespechenie - лаб. работа №3

http://kibevs.tusur.ru/pages/kafedra/metodicheskoe-obespechenie - лаб. работа №4

http://kibevs.tusur.ru/pages/kafedra/metodicheskoe-obespechenie - лаб. работа №5

http://kibevs.tusur.ru/pages/kafedra/metodicheskoe-obespechenie - лаб. работа №6

http://kibevs.tusur.ru/pages/kafedra/metodicheskoe-obespechenie

Согласована на портале № 4201

2 Торгонский Л.А. Проектирование интегральных микросхем и микропроцессоров: Руководство к практическим занятиям, -Томск: ТУСУР, КИБЭВС, 2012.– 20 с. Электронный ресурс - http://kibevs.tusur.ru/sites/default/files/upload/manuals/torgonskiy_pims/rukovodpraktpims.pdf

3. Торгонский Л.А. Проектирование интегральных микросхем и микропроцессоров: Руководство по самостоятельной работе, -Томск: ТУСУР, 2012. - Электронный ресурс: http://kibevs.tusur.ru/sites/default/files/upload/manuals/torgonskiy_pims/materiily_kontrolya_podgotovki.pdf

4 Программное обеспечение

- оригинальные программы «Слой Кр» расчёта параметров п/п слоёв ИС;
- оригинальная программа «Микро» измерений цифровых изображений.

12.4 Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

Не используются

12.5 Материально-техническое обеспечение дисциплины:

- микроскоп с цифровой камерой для получения фотографий кристаллов и плат микросхем
- компьютерный класс с локальной вычислительной сетью.

Согласована на портале № 4201

Приложение к рабочей программе

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П.Е. Троян
«___» _____ 2016 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Проектирование интегральных микросхем и микропроцессоров

Уровень основной образовательной программы *бакалавриат*

Направление подготовки 11.03.03 - Конструирование и технология электронных средств

Профиль Проектирование и технология электронно-вычислительных средств

Форма обучения очная

Факультет безопасности (ФБ),

Кафедра Комплексной информационной безопасности электронно-вычислительных средств (КИБЭВС)

Курс 4 **Семестр 7**

Учебный план набора 2013 года и последующих лет.

Экзамен 7 семестр

Разработчик:
доцент каф БИС
Торгонский Л.А.

Томск 2016

Согласована на портале № 4201

1 Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины и содержит контрольно-измерительные материалы и сведения об их использовании, для измерения уровня достижения студентом установленных результатов обучения.

Фонд по дисциплине 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 компетенции
ОПК-7	***способность учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности***	**должен знать:** а) состав этапов и работ конструкторского проектирования; б) состав конструкций современных интегральных микросхем и микропроцессоров (МП); в) ограничения, методы и информационные технологии их учёта, контроля в выборе форм и размеров элементов микросхем ; **должен уметь:** а) формулировать, анализировать, применять технические задания на этапах проектирования микросхем (ИМС) и МП; б) применять базы материалов и форм, алгоритмы расчёта, средства контроля размеров элементов конструкции ИМС МП; в) выполнять проектные и эксплуатационные документы микросхем с применением информационных технологий; **должен владеть:** а) методами, информационными технологиями и средствами проектирования, контроля, документального оформления проектных решений. конструкций элементов, кристаллов, плат, микросхем, микропроцессоров,

2 Реализация компетенций

2.1 Компетенция ОПК-7

ОПК-7: ***- способность учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности.***

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 2.

Согласована на портале № 4201

Таблица 2– Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	а) состав этапов и работ конструкторского проектирования; б) состав конструкций современных интегральных микросхем и микропроцессоров (МП); в) ограничения, методы и информационные технологии их учёта, в выборе форм и размеров элементов микросхем	а) формулировать, анализировать, применять технические задания на этапах проектирования ИМС и МП; б) применять базы материалов и форм, алгоритмы расчёта, средства контроля размеров элементов конструкций ИМС МП; в) выполнять проектные и эксплуатационные документы микросхем с применением информационных технологий	а) методами, информационными технологиями и средствами проектирования, контроля, исполнения документов проектных решений конструкций элементов, кристаллов, плат ИМС и МП.
Виды занятий	Лекции; Практические занятия, Лабораторные работы Консультации	Лабораторные работы Индивидуальные задания; Самостоятельная работа	Лабораторные работы; Индивидуальные задания; Самостоятельная работа
Используемые средства оценивания	Тесты Отчёты контрольных работ; Отчёты индивидуальных работ; Отчёты лабораторных работ Экзамен	Отчёты контрольных работ Отчёты индивидуальных работ Отчёты лабораторных работ Экзамен	Отчёты контрольных работ Отчёты индивидуальных работ Отчёты лабораторных работ Экзамен

Согласована на портале № 4201

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции 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
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Обладает базовыми общими знаниями	Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач	Работает при прямом наблюдении

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

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	Обладает знанием: а) состава этапов и работ конструкторского проектирования; б) состава конструк-	Обладает умением: а) формулировать, анализировать, применять технические задания на этапах проектирования ИМС и МП;	Владеет методами информационных технологий и средствами проектирования, контроля исполнения

Согласована на портале № 4201

	ций современных ИМС и МП; в) ограничений, методов и ресурсов информационных технологий в генерации форм и размеров эле-ментов плат и кристаллов ИМС и МП	б) применять базы материалов и форм, алгоритмы расчёта, средства контроля размеров элементов конструкций ИМС и МП; в) выполнять проектные, эксплуатационные документы ИМС с применением информационных технологий	проект-ных документов конструкций элементов, кристаллов, плат ИМС и МП.
Хорошо (базовый уровень)	Обладает знанием: а) состава этапов и работ конструкторского проектирования; б) состава конструкций современных ИМС и МП; в)ограничений, методов и ресурсов информационных технологий в генерации форм и размеров элементов плат и кристаллов ИМС и МП, с уточнениями	Обладает умением: а) формулировать, анализировать, применять технические задания на этапах проектирования ИМС и МП; б) применять базы материалов и форм, алгоритмы расчёта, средства контроля размеров элементов конструкции ИМС МП; в) выполнять проектные, эксплуатационные документы ИМС применением информационных технологий с уточнениями	Владеет методами информационных технологий и средствами проектирования, контроля размеров, исполнения проектных документов конструкций элементов, кристаллов, плат ИМС и МП. с уточнениями
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Обладает с замечаниями знаниями: а) состава этапов и работ конструкторского проектирования; б) состава конструкций современных ИМС и МП; в)ограничений, методов и ресурсов информационных технологий в генерации форм и разме-ров элементов плат и кристаллов ИМС и МП,	Обладает умением с замечаниями: а) формулировать, анализировать, применять технические задания на этапах проектирования ИМС и МП; б) применять базы материалов и форм, алгоритмы расчёта, средства контроля размеров элементов конструкции ИМС МП; в) выполнять проектные, эксплуатационные документы ИМС с применением информационных технологий с уточнениями	Обладает навыками применения информационных технологий и средств проектирования, контроля размеров конструкций, исполнения проектных документов конструкций элементов, кристаллов, плат ИМС и МП. под контролем

3 Типовые контрольные задания

Для реализации перечисленных выше задач обучения используются следующие материалы:

Согласована на портале № 4201

– 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 составе:

- тестов по десяти темам курса лекций,: используемых в текущем контроле *знаний* выборочно на лекциях и практических занятиях (пример по одной теме приведен в Приложением 1, по девяти темам приведены в источнике [12.3.3] рабочей программы);

- контрольных работ по темам:

Работа 1 Оценка параметров элементов модели интегрального БПТ;

Работа 2 Проектирование резисторов п/п ИМС;

Работа 3 Проектирование элементов ГИС);

контроля показателей текущего рейтинга и этапов компетенций по дисциплине с содержанием заданий в [12.3.3] рабочей программы;

- домашних индивидуальных заданий по темам:

Фрагмент топологии п/п ИМС;

Фрагмент топологии ГИС,

контроля показателей текущего рейтинга и этапов формирования компетенций по дисциплине с содержанием заданий в [12.3.3] рабочей программы,

- лабораторных работ по темам:

Анализ конструкции гибридной микросхемы;

Анализ конструкции полупроводниковой микросхемы;

Исследование размерных зависимостей в конструкциях БПТ;

Исследование размерных зависимостей в конструкциях п/п резисторов;

Исследование размерных зависимостей в конструкциях МДП вентилей;

Проектирование платы ГИС;

Проектирование ГИС;

контроля показателей текущего рейтинга и этапов формирования компетенций по дисциплине с содержанием заданий и вопросов самоконтроля в [12.3.1] рабочей программы;

- вопросов промежуточного контроля раздела рейтинга и контроля компетенций по дисциплине (см. Приложение 2);

- задач промежуточного контроля раздела рейтинга и контроля компетенций по дисциплине (см. Приложение 3).

4 Методические материалы

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

Формирование компетенции, предусмотренной учебным планом и рабочей программой, обеспечивается усвоением материала лекционного курса [12.1.2, 12.1,3], материалы содержания практических занятий [12.3.2], материалы контрольных работ, домашних индивидуальных заданий, тестов [12.3.3], материалы цикла лабораторных работ [12.3.1].

- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, в составе:

Оценивание компетенции выполняется в два этапа:

- на первом этапе оценивания накапливается до 70% по итогам текущего рейтинга ;

- второй этап оценивания накапливается в сумме до 30% сдачей экзамена по дисциплине.

Согласована на портале № 4201

Методика формирования текущего, полного рейтинга по дисциплине и определения оценок этапов компетенций приведена в Приложении 4.

Приложение 1

Тесты по теме 1 дисциплины

Тема 1 Термины и определения предметной области

Вопрос 1.1 Изделие, элементы конструкции которого методами групповой технологии выполнены в объёме и (или) на поверхности полупроводниковой пластины-подложки, называется:

1- кристаллом;
2- платой;
3- плёночной конструкцией;
4- тонкоплёночной конструкцией;
5- толстоплёночной конструкцией;
6- микросхемой;
7- полупроводниковой конструкцией.

Вопрос 1.2 Изделие, элементы конструкции которого методами групповой технологии выполнены на поверхности диэлектрической платы-подложки называется:

1- кристаллом;
2- платой;
3- плёночной конструкцией;
4- тонкоплёночной конструкцией;
5- толстоплёночной конструкцией;
6- микросхемой;
7- полупроводниковой конструкцией.

Вопрос 1.3 Изделие, элементы конструкции которого методами групповой технологии выполнены на поверхности диэлектрической платы-подложки плёнками толщиной менее 1 мкм, называется:

1- кристаллом;
2- платой;
3- плёночной конструкцией;
4- тонкоплёночной конструкцией;
5- толстоплёночной конструкцией;
6- микросхемой;
7- полупроводниковой конструкцией.

Вопрос 1.4 Изделие, элементы конструкции которого методами групповой технологии выполнены на поверхности диэлектрической платы-подложки плёнками толщиной более 10-20 мкм, называется:

1- кристаллом;
2- платой;
3- плёночной платой;
4- тонкоплёночной платой;
5- толстоплёночной платой;
6- микросхемой.

Вопрос 1.5 Микроэлектронное изделие, выполняющее определенную функцию преобразования и обработки сигнала и имеющее высокую плотность упаковки электрически соединенных элементов (или элементов и компонентов) и (или) кристаллов, которые с точки зрения требований к испытаниям, приемке, поставке и эксплуатации рассматриваются как единое целое, называется;

1- платой;
2- кристаллом;
3- интегральной микросхемой;

Согласована на портале № 4201

4- микросхемой;
5- микросборкой.

Вопрос 1.6 Микроэлектронное изделие, в конструктивный состав которого входят:
- плата (или кристалл),
- элементы монтажа платы (или кристалла) в изделии;
- элементы электромонтажа платы (или кристалла) в изделии;
- элементы защиты платы (или кристалла),от внешних воздействий;
- элементы внешнего электромонтажа изделия,

называется:
1- полупроводниковой микросхемой;
2- микросхемой;
3- микросборкой;
4 - тонкоплёночной микросхемой;
5- толстоплёночной микросхемой;
6- гибридной микросхемой.

Вопрос 1.7 Кристалл (или плата), функциональное назначение которого изменяется изменением рисунка избирательных соединений, называется:
1- кристалл (или плата);
2- микросхема;
3- микросборка;
4- базовый кристалл;
5- базовый матричный кристалл.

Вопрос 1.8 Кристалл (или плата) с повторяющимися однородными группами соединённых (или не соединённых) функциональных элементов, функциональное назначение которого изменяется изменением рисунка избирательных соединений, называется:
1- кристалл (или плата);
2- микросхема;
3- микросборка;
4- базовый кристалл;
5- базовый матричный кристалл.

Вопрос 1.9 Совокупность микросхем, выполняющих различные функции, имеющих единое конструктивно-технологическое исполнение, совместимых по электрическим параметрам и имеющих единые эксплуатационные показатели, называется:
1- микросборки;
2- платы;
3- микросхемы;
4- серия;
5- компоненты.

Вопрос 1.10 Назовите признаки отнесения некоторых функциональ-ных элементов конструкций микросхем к компонентам;
1- исполнение их методами групповых технологий;
2- исполнение их по собственным основным конструкторским доку-ментам; х
3- это изделия, специфицируемые в составе конструкций плат и микро-схем; х
4- это пассивные или активные радиоэлементы, функциональные крис-таллы микросхем;
5- это изделия, без которых исполнение микросхемой заявленных функций невозможно.

Вопрос 1.11 Чертеж, масштабных изображений форм, размеров радиоэлементов, взаимного расположения границ областей кристалла (или платы), называется:
1- спецификацией;
2- топологическим чертежом;

Согласована на портале № 4201

3- топологическим чертежом слоя;

4- сборочным чертежом;

5- оригиналом.

Вопрос 1.12 Чертеж, масштабных изображений форм, размеров топологических областей, взаимного расположения границ областей слоя кристалла (или платы), предназначенный для снятия фотокопий, называется:

1- спецификацией;

2- топологическим чертежом;

3- топологическим чертежом слоя;

4- сборочным чертежом;

5- оригиналом.

Вопрос 1.13 Признаком классификации микросхем по технологии изготовления кристаллов и плат, учитываемым в построении обозначения микросхем, является:

1- функциональное назначение;

2- конструктивное исполнение;

3- конструктивно–технологический способ исполнения;

4- степень интеграции.

Вопрос 1.14 Признаком классификации микросхем, отражающим вид защиты кристаллов и плат от внешних воздействий и учитываемым в построении обозначения, является:

1- функциональное назначение;

2- конструктивное исполнение;

3- конструктивно–технологический способ исполнения;

4- степень интеграции.

Вопрос 1.15 Какие из перечисленных свойств микросхем отобра-жаются в построении её обозначения?

1- функциональное назначение;

2- конструктивное исполнение;

3- конструктивно–технологический способ исполнения;

4- степень интеграции;

5- область применения.

Вопрос 1.16 Укажите позиции приводимого далее перечня, для которых номер позиции и наименование позиционируемого этапа проектирования микросхем соответствуют хронологической последовательности исполнения:

1- Техническое предложение;

2- Опытно-конструкторское проектирование;

3- Техническое проектирование;

4- Эскизное проектирование;

5- Проектирование рабочей документации серийного производства;

6- Проектирование рабочей документации массового производства.

Приложении 2

Перечень вопросов экзамена дисциплины

1 Определения и характерные черты изделий: микросхема, микросборка, элемент, компонент, кристалл, плата.

2 Классификация и обозначение микросхем. Корпусированные гибридные и полупроводниковые микросхемы.

3 Этапы и состав работ на этапах проектирования микросхем.

4 Понятия «структура» и «топология» элементов конструкции ИМС. Документы и форма отображения сведений по структуре и топологии ИМС?

Согласована на портале № 4201

5 Состав функциональных элементов цифровых полупроводниковых ИМС на биполярных транзисторах. Конструкции элементов полупроводниковых микросхем. Сопутствующие параметры материалов.

6 Состав, назначение и требования к слоям структуры биполярного транзистора полупроводниковых цифровых микросхем.

7 Способы и показатели взаимной электрической изоляции элементов конструкций полупроводниковых микросхем.

8 Состав слоёв структур биполярных транзисторов по технологическим способам формирования. Свойства формируемых слоёв.

9 Учёт влияния распределения примесей в слоях структур полупроводниковых элементов ИМС на параметры элементов.

10 Учёт параметров технологических слоёв в проектировании полупроводниковых резисторов цифровых микросхем.

11 Учёт параметров технологических слоёв в проектировании полупроводниковых конденсаторов цифровых микросхем.

12 Учёт параметров технологических слоёв в проектировании биполярных транзисторов.

13 Конструкции, исходные требования и проектирование диодов ИМС.

14 Выбор параметров слоёв структуры БПТ микросхем по коэффициенту передачи тока в его структуре.

15 Задачи расчёта параметров конструктивных элементов и топологии биполярных ИМС .

16 Проектные параметры биполярных транзисторов ИМС. Конструкции биполярных транзисторов, выбор структур, форм и размеров.

17 Обеспечение плотности тока в проектировании биполярных транзисторов.

18 Учёт технологических ограничений в проектировании топологии ИМС. Алгоритм проектирования транзисторов биполярных ИМС.

19 Обеспечение быстродействия транзисторов биполярных ИМС на этапе проектирования их топологии.

20 Обеспечение ключевых свойств транзисторов биполярных ИМС на этапе проектирования их топологии.

21 Проектные функциональные параметры и проектирование конструкции диодов полупроводниковых цифровых ИМС.

22 Проектные параметры резисторов полупроводниковых ИМС. Конструкции и выбор структур, топологии и размеров резисторов.

23 Конструкции и свойства диодов с барьером Шоттки в ИМС. Транзистор с диодом Шоттки.

24 Проектные параметры, структуры и топологические конфигурации конденсаторов полупроводниковых ИМС.

26 Ограничения и состав этапов по проектированию топологии полупроводниковых ИМС. Конструирование ИМС на биполярных структурах.

27 Структуры и топология одно- и многоколлекторных «продольных» биполярных транзисторов полупроводниковых ИМС.

28 Проектные параметры, конструкции и проектирование контактов, соединений полупроводниковых ИМС.

29 Состав плана кристаллов и плат ИМС. Направления и ресурсы снижения «потерь» площади на кристаллах ИМС.

30 Функциональные параметры элементов конструкций цифровых ИМС со структурой МДП. Структуры, топология, разработка конструкции и расчёт параметров элементов ИМС на полевых структурах.

Согласована на портале № 4201

31 Проектирование топологии логических элементов кристаллов ИМС на структурах МДП. Разработка топологии и конструирование ИМС на полевых структурах.

32 Структуры, топология логических элементов кристаллов инжекционных ($И^2Л$) и биполярно-полевых (БИМОП) ИМС. Конструирование ИМС на биполярно-полевых структурах.

33 Конструктивный состав и свойства гибридно-плёночных ИМС.

34 Последовательность и содержание работ проектирования плат гибридно-пленочных ИМС.

35 Функциональные параметры, структуры, топология, критерии расчёта, конструирование и расчёт плёночных резисторов ГИС.

36 Функциональные параметры, структуры, топология, критерии расчёта, конструирование и расчёт плёночных конденсаторов ГИС.

37 Функциональные параметры, структуры, топология, критерии расчёта, конструирование и расчёт плёночных индуктивностей ГИС.

38 Функциональные параметры, структуры топология, критерии расчёта, конструирование и расчёт проводников и контактных площадок ГИС.

39 Конструирование элементов и топологии СВЧ ГИС. Особые свойства и требования.

40 Конструкции больших (БИС) и сверхбольших (СБИС) ИМС. Проектирование топологии больших интегральных схем (БИС). Проблемы и направления их решения для БИС и СБИС.

41 Состав и ресурсы САПР БИС и СБИС. Унификация конструктивных примитивов для САПР. «Кремниевая» компиляция» в проектировании БИС.

42 Микросборки (МСБ). Состав конструкции МСБ. Конструирование МСБ цифровых устройств. Роль МСБ в повышении степени интеграции изделий микроэлектроники.

43 Компоненты ГИС. Конструкции компонент. Рекомендации по выбору и применению компонент для ГИС и МСБ. Разработка, расчёты конструкции и топологии ГИС и МСБ.

44 Защита и обеспечение надёжности ИМС и МСБ. Конструкции корпусов ИМС. Состав конструкций ИМС и МСБ. Нормирование проектирования средств защиты.

45 Нормативная и техническая документация на ИМС Состав комплекта конструкторских документов на ИМС и МСБ. Характеристика проектных документов ИМС.

46 Показатели качества ИМС и МСБ. Технические условия на ИМС и МСБ. Назначение и состав. Эксплуатационная документация на ИМС и МСБ. Перспективные конструкции изделий микроэлектроники.

Приложение 3.3

Примерные задачи экзамена по дисциплине дисциплины

1. Определите размеры и представьте эскиз контактного перехода резистора при следующих данных: $P = 0{,}2$ вт, $P_{УД} = 2$ вт/см^2, $R\square = 0{,}4$ ком, $R = 4$ ком, $R_0 = 0{,}2$ ом·мм^2, $\Delta l = \Delta c = 20$ мкм. Определите погрешность R_k/R. Обозначения: – сопротивление контактов R_k; - поверхностное сопротивление $R\square$; - мощность P; - номинал сопротивления R; - абсолютные погрешности линии и совмещения Δl, Δc; - удельное сопротивление контактов R_0).

2. Определите напряжение пробоя и удельную емкость изоляции структуры ЭПСК по донной и боковой поверхности при следующих данных: материал Si; $N_{ЭПС} = 10^{17}$ [см$^{-3}$]; $N_п = 10^{16}$ [см$^{-3}$]; $N_{оp} = 10^{18}$ [см$^{-3}$]; $F_K = 0{,}7$ в. – конт. разность, $X_{ЭПС} = 6$ мкм; $X_P = 8$ мкм.

Согласована на портале № 4201

Индексы: - эпитаксиальный (эпс); -пластина (п); - поверхность неравно легированного слоя (о); - разделительный слой (р); контактный (к). Концентрация N, толщина X, разность потенциалов F.

3. Определите толщину и выполните расчет сопротивления квадрата коллекторного слоя структуры с ЭПСБ (*n-p-n*) при следующих данных: $N_{ЭПС} = 10^{18}$ см$^{-3}$; $N_{п} = 10^{16}$ см$^{-3}$; $N_{ок} = 5 \cdot 10^{18}$ см$^{-3}$; $h_{ЭПС}$ =3 мкм; $X_{кп}$=5мкм.
Индексы: - эпитаксиальный (эпс); -пластина (п); - поверхность слоя легированного неравно (о); коллекторный (к). Концентрация N, толщина X.

4. Для планарных конструкций электродов к эмиттеру и базе БПТ форме одиночной полосы приведите и объясните ожидаемую графическую форму зависимости плотности тока в электродах от координат X, У. Начало системы координат на плоскости каждой из названных электродных областей предпочтительно совместить с границей начала активной области электрода.

5. Определите сопротивление квадрата слоя коллектора под базовым слоем при следующих данных: тип проводимости – *n*; коллектор структуры ЭПСК со скрытым *n*+ слоем .
$N_{ЭПС} = 10^{16}$ см$^{-3}$; $N_{0С} = 10^{18}$ см$^{-3}$; $N_{п} = 10^{15}$ см$^{-3}$; $X_{КП}$ = 8,5 мкм; $X_{ЭПС}$ = 6,5 мкм, $X_{КБ}$ = 2,5 мкм. Индексы: - эпитаксиальный (эпс); -пластина (п); - поверхность неравно легированного слоя (о); - скрытый слой (с); - коллектор (к); -база (б). Концентрация N, толщина слоя до индексированной границы X.

6. Учтите в Т-образной схеме замещения элементы физико-топологической модели биполярного транзистора структуры ЭПСБ и одиночными контактами к эмиттеру, базе, коллектору.
Поясните порядок учета объемных и поверхностных областей в модели.

7. В структуре ЭПСК *n-p-n* необходимо обеспечить напряжение (рабочее) изоляции коллектор – основание ≥ 10в. Известно: толщина ЭПС – 8 мкм; глубина разделительной диффузии -10 мкм; концентрация в ЭПС $N_{ЭПС} = 10^{16}$ см$^{-3}$. Определите концентрации в пластине и на поверхности разделительной области, при которых требование задания удовлетворяется.

8. В структуре ЭПСБ концентрации примесей ЭПС и исходной пластины равны $N_{ЭПС}$. Толщина ЭПС = 6 мкм; толщина базового слоя $X_{КВ}$ = 3 мкм. Глубина разделительной диффузии - 4 мкм. Максимальные концентрации в разделительной области и слое коллектора относятся, как 1/5. Сравните напряжения пробоя изоляции коллектора по боковой поверхности и основанию.

9. Определите коэффициент передачи тока базы в структуре БПТ (*n-p-n)* с ЭПС базой при рабочем напряжении $U_{КЭ}$ = 4в и следующих данных:
$N_{оэ} = 10^{20}$ см$^{-3}$; $N_{об} = 10^{17}$ см$^{-3}$; $N_{ок} = 10^{18}$ см$^{-3}$; $X_{эб} = 10^{-4}$ см ; $X_{кб} = 2 \cdot 10^{-4}$ см; $X_{эпс} = 5 \cdot 10^{-4}$ см; $F_{эб} = F_{кб}$ = 0,7 В; $T_{нб}$= 1 мкс; $T_{нэ}$ = 0,1мкС; $U_{кб\ проб.}$> 20 в; $D_{нб}$ = 5 см^2/сек.
Индексы: - эпитаксиальный (эпс); - эмиттер (э), коллектор (к), база (б); - поверхность неравно легированного слоя (о), неосновные носители (н). Концентрация N, толщина X, разность потенциалов F, время жизни T, коэффициент диффузии D, напряжение пробоя $U_{кб\ проб.}$

10. При неизменном токе эмиттера БПТ (*n-p-n*) типа оцените изменение коэффициента передачи тока базы при увеличении напряжения между коллектором и эмиттером с 4 до 8 вольт при следующих данных: структура – ЭПСК; $U_{эб}$ = 0,6 в; $W_{эб(0)}$= 0,1мкм; $W_{кб(0)}$ = 0,3мкМ; $X_{кб}$ = 2мкм; $X_{эб}$ =1мкм; L_a = 0,3мкм; $L_д$ = 0,1мкм; $D_{нб}$ = 5см^2/сек; $T_{нэ}$= 0,1мкС; $T_{нб}$= 1мкС; $U_{кб\ проб.}$= 35 в.
Индексы: - эмиттер (э), коллектор (к), база (б); неосновные носители (н), акцепторы а, доноры д. Концентрация N, толщина X, разность потенциалов F, время жизни T, коэффициент диффузии D, напряжение пробоя $U_{кб\ проб.}$, диффузионная длина L , ширина перехода W.

Согласована на портале № 4201

11. Выполните расчет размеров тонкопленочного резистора при следующих исходных данных: R = 2,5 кОм; R□ = 0,5 кОм; R_0 = 0,5 ом*мм^2, □R □ 0,15; □ R□ □ 0,06; P □ 200 мвт; $P_{уд}$ □ 2 вт/см^2; □c □ Δл □10 мкм.
Обозначения: - поверхностное сопротивление R□; - мощность P; - номинал сопротивления R; - абсолютные погрешности линии и совмещения Δl, Δc:– удельное сопротивление контактов R_0; - относительная погрешность □).

12. Определите максимальный ток топологии БПТ с одним эмиттером и двухсторонним базовым контактом при следующих исходных данных: R□соед. = 0,2 ом; I_0 = 2 А/мм^2; B = 100; R□б акт.= 1500 ом; Do = 1·10^{-4} см, при отклонении плотности тока по эмиттеру не более 10%. (минимальный технологический размер топологии слоя Do, I_0 –удельная плотность тока в эмиттере, B- усиление тока базы в структуре, акт- активная область базы, соед. – соединений).

13.Известно, что топология БПТ с одним эмиттером и односторонним контактом к базе обеспечивает при допустимой неравномерности плотности тока по эмиттеру до 8 мА. Оцените при прочих равных условиях величину тока в топологии с тремя эмиттерами и симметричным контактом форме двух полос к базе.

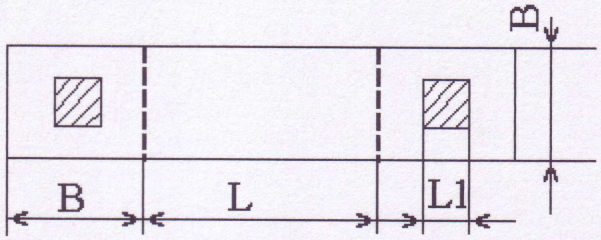
14. Выполнено проектирование топологии БПТ на рабочий ток 8 мА. Требовалось обеспечить уровень U^0 □ 0,16 в. Проектная проверка показала, что U^0 > 0,16 в при заданном токе. Как привести в соответствие требования по уровню U^0? Какие резервы подлежат анализу и применению?

15. Пренебрегая влиянием коллекторной цепи на эмиттерную, определите время переключения входной цепи БПТ при следующих известных значениях: Rэконт= 0,5 ом; Rэдиф = Ft/Iэ; $I_Э$ = 5 мА; Сэб = 2 пф; Rб.акт.= 1500 ом; Rб.пас. = 200ом; □ = Ik/Iэ = 0,95 (обозначения общепринятые).

16. В выходном усилителе мощности ТТЛ схемы применен смещающий уровни напряжений диод. Выходной узел усилителя расположен между катодом диода и коллектором активного транзистора. Аргументируйте выбор структуры интегрального диода.

17. В узле опорного напряжения переключателя тока эмиттерно-связанной логики применен диод, анод которого соединен с базой БПТ переключателя тока, а катод – через резистор соединен с клеммой (– Еп). Аргументируйте выбор структуры интегрального диода.

18. Определите емкость и граничную частоту полупроводникового резистора, изображенного на рисунке, для базового слоя ЭПСБ структуры при следующих параметрах: R□ = 250; Суд.бок. = 8000 пф/см^2; Суд.осн. = 10000 пф/ см^2; Хкб = 2 мкм; Хр = 3 мкм; B=3L1; L=6Lo; L1=5мкм. В обозначениях боковая поверхность радиального профиля обозначена (бок), донная поверхность (осн.).



19. Сравните в форме отношения площади топологических рисунков БПТ в структурах ЭПСК и ЭПСБ при следующих данных: толщина структуры в приборах – 6 мкм; границы топологии на поверхности образуют квадраты размером 50х50 мкм. Технология – 4 мкм. В площадь прибора включается половина разделительной области между смежными приборами.

20.Выполните выбор формы и расчет размера полупроводникового резистора под следующие параметры: R = 80 ом; R_0 = 5·10^{-6} ом*см^2; R□ = 10 ом; □R = 0,2; □R□ = 0,1; Резистор в эмиттерном слое структуры ЭПСК; – минимальное расстояние между смежными границами в топологии Do = 2мкм ; - толщина слоя Хэб = 1,5 мкм. Ширину

Согласована на портале № 4201

изолирующего перехода не учитывать. Учесть влияние профиля ограничивающих поверхностей.

21. Определите индуктивность и добротность катушки индуктивности пленочного типа круглой формы, размещенной на площади 1 см^2. Разрешенный минимальный размер и соответственно зазор 50 мкм, сопротивление проводника R□ пр. = 0,05 ом, частота применения 2 мГц. Влиянием поверхностного эффекта пренебречь.

22. Оцените емкость и добротность пленочного конденсатора при следующих ограничениях: Суд. = 8000 пф/см^2; частота применения - 10 МГц; tg б = 0,01; R□ пр.= 0,05 Ом; длина и ширина перекрытия обкладок соответственно равны 5мм и 10 мм; Оцените габариты при □L = ΔC □ 20 мкм.

Примечание: К решению задач предлагается хаотичный не связанный набор расчётных выражений, требующий знания для применения.

Приложение 4
Методика оценивания текущего, полного рейтинга компетенций по дисциплине
Общие сведения

По дисциплине предусмотрена рейтинговая оценка показателей компетенции на двух временных интервалах:

- первому временному интервалу оценивания соответствуют 70 баллов текущего семестрового рейтинга (соответствующая таблица рейтинга приведена в рабочей программе);

- второму временному интервалу оценивания соответствуют до 30 баллов текущего рейтинга сдачи экзамена по дисциплине в конце семестра (см. таблицу рейтинга в рабочей программе);

Примечание: Суммарный балл текущего рейтинга по двум временным интервалам соответствует результату промежуточной аттестации по дисциплине.

Этапы формирования компетенции оцениваются по каждому из используемых в изучении дисциплины материалов формирования компетенции и, либо используются отдельно, как показатель этапа формирования компетенции, либо накапливаются для промежуточной оценки компетенции. Далее приведена методика оценки этапов формирования компетенции для отдельных контрольных материалов и методика интегрирования оценки в промежуточной аттестации.

Формирование текущих рейтинговых баллов и оценок этапов компетенции (первый этап)

Рейтинговая оценка «посещения занятий» и «компонент своевременности» не является прямыми показателями формирования компетенции усвоения дисциплины, в отличие от показателей оценивания тестов, контрольных работ, индивидуальных заданий и исполнения лабораторных работ.

Рейтинговый балл по ***посещению занятий*** **Рп** в текущем частичном отчётном периоде семестра определяется по формуле

$$Рп = [Бп*Чпл/(Чл+Чп)] +[Бп*Чпп /(Чл+Чп)],$$

где Рп - балл рейтинга посещения занятий в текущем частичном периоде;

Бп - балл рейтинга текущего частичного периода посещения занятий;

Чл, Чп - число лекций и практик в текущем частичном периоде;

Согласована на портале № 4201

Чпл, Чпп - числа лекций и практик, посещенных в частичном текущем периоде.

Общий текущий балл по посещению занятий равен сумме частичных текущих баллов по трём отчётным периодам семестра.

Рейтинговый балл **компонента своевременности** является своеобразной премией за ритмичность позитивной сдачи в срок отведенного временного периода тестов, контрольных работ, индивидуальных заданий, отчётов по лабораторным работам. Рейтинговый балл **компонента своевременности Рк** на частичном временном периоде определяется по формуле независимо от оценки этапов компетенции

$$Рк = (Бт*Пут + Бк*Пук + Би*Пуи + Бл*Пул) / (Бт + Бк + Бл + Би),$$

где Рк - балл рейтинга компонента своевременности в текущем частичном периоде;

Бт, Бк, Би, Бл - баллы текущего рейтинга по компонентам своевременности позитивной оценки теста, контрольной работы, индивидуального задания, сдачи отчётов лабораторных работ в частичном отчётном периоде;

Пут, Пук, Пуи, Пул - бинарные признаки успешности (1 - при позитивной оценке, 0 - при негативной оценке) оценки теста, контрольной работы, индивидуального задания, сдачи отчётов лабораторных работ в частичном отчётном периоде;

Общий текущий балл по компоненте своевременности за семестр равен сумме частичных текущих баллов отчётных периодов.

Накопленный балл ***контроля тестами*** Рт в текущем периоде определяется по формуле

$$Рт = Бт* Чот/Чт,$$

где Бт - балл рейтинга тестирования в текущем частичном периоде;

Чт, Чот - число тестирований Чт и отрицательных исходов Чот в текущем частичном периоде.

Общий текущий балл по тестированию занятий равен сумме частичных текущих баллов отчётных периодов за семестр.

Накопленный балл ***контрольных работ*** Рк в текущем периоде определяется по формуле

$$Рк = Бк* Ук/5,$$

где Бк - балл рейтинга по отдельной контрольной работе в текущем частичном периоде контроля;

Ук - суммарная оценка этапов оценивания контрольной работы (может быть 5 - отлично, 4 -хорошо, 3 - удовлетворительно, 0 - неудовлетворительно).

Показатель Ук определяется средней арифметической суммой оценок этапов компетенции по осваиваемому методическому материалу (в данном случае - контрольной работы). Оценка округляется до целого значения по правилам округления.

Пример расчёта показателя Ук и Рк.

Пусть показатели оценки этапов компетенции по контрольной работе определены значениями: «знает» - хорошо (4), «умеет» - хорошо (4), «владеет» - удовл. (3), средн. балл - (4+4+3)/3 = 3,6. Ближнее целое значение - «хорошо» (4). Если на работу выделен рейтинговый балл - 4, то текущее значение частичного рейтинга этой контрольной работы составит

$$Рк = 4*3,6/5 = 2,88 \approx 2,9$$

Согласована на портале № 4201

Оценивание этапов формирования компетенции выполняется в соответствии с таблицей 4 раздела 2.

Общий текущий балл рейтинга по контрольным работам равен сумме частичных текущих баллов по каждой работе.

Критерии оценивания этапов компетенции ***по индивидуальным заданиям самостоятельной работы и отчётам лабораторных работ*** приняты аналогичными оценке контрольных работ. Накапливаемые баллы текущего рейтинга по индивидуальным работам Ри и отчётам лабораторных работ Рл вычисляются по формулам

$$Ри = Би*Уи/5 \text{ и } Рл = Бл*Ул/5$$

соответственно за каждое из двух индивидуальных заданий и каждую из лабораторных работ.

В приведенных формулах Би, Бл есть соответственно текущие рейтинговые баллы выполнения индивидуального задания и лабораторной работы, а Уи, Ул есть оценки этапов компетенции для соответствующих модулей заданий или лабораторных работ.

Как и для иных показателей текущего рейтинга освоения компетенции, общий текущий балл рейтинга по индивидуальным заданиям и лабораторным отчётам равен сумме частичных текущих вкладов отчётных периодов.

Формирование текущего рейтингового балла и оценки экзамена (второй этап)

Рейтинговый балл и оценивание этапов (знать, уметь, владеть) компетенции на экзамене определяются подобно методике, рассмотренной для контрольных работ. На экзамене предлагаются две позиции: один «теоретический» вопрос и одна «прикладная» задача на применение теоретических знаний с равным весом каждой позиции в оценке.

Общий рейтинговый балл двух позиций оценивания равен 30. Рейтинговый балл экзамена Рэ определяется по формуле

$$Рэ = Бэ*(Уэт + Уэз)/10,$$

где Бэ =30 - суммарный рейтинговый балл экзамена,

Уэт, Уэз - есть оценки этапов компетенции по «теоретической» Уэт, и «прикладной» позициям экзамена.

Компетенции ***в ответе по теоретическому вопросу*** и ***прикладной задаче*** оцениваются раздельно в соответствии с критериями таблицы 4.

Оценки этапов компетенции двух сторон (двух позиций Уэт, Уэз) экзамена по полноте соответствия и участия в получении ответа экзаменатора определяются по трехбалльной шкале: 5 - отлично, 4 - хорошо, 3 - удовл. Суммарная оценка экзамена определяется суммой средних арифметических этапов оценивания позиций.

Пример определения оценки экзамена Уэ и балла Рэ.

Пусть показатели оценки этапов компетенции по «теоретической» позиции экзамена Уэт определены значениями: «знает» - хорошо (3), «умеет» - хорошо (3), «владеет» - удовл. (4), средн. оценка - (3+3+4)/3 = 3,3.

Пусть показатели оценки этапов компетенции по «прикладной» позиции экзамена Уэз определены значениями: «знает» - хорошо (4), «умеет» - хорошо (4), «владеет» - удовл. (3), средн. оценка - (4+4+3)/3 = 3,6.

Согласована на портале № 4201

Суммарная средняя оценка компетенции по экзамену равна Уэ = (3,3+3,6)/2=3,4. Округление - 3. Рейтинговый балл Рэ к определению суммарного рейтинга учитывает среднюю оценку 3,45 (к итоговому округлению баллов рейтинга) и составляет 30*3.45/10 = 10,3.

Как отмечалось, суммарный рейтинговый балл оценивания работы по дисциплине определяется суммой текущего рейтинга на первом и втором этапах оценивания.

в) предусматривать меры стабилизации характеристик микросхем, повышения их надежности на этапах конструкторского проектирования;

Согласована на портале № 4201