МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Конструкторско-технологическое обеспечение производства изделий микроэлектроники

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль): **Микроэлектроника и твердотельная электроника**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**
Кафедра: **ФЭ, Кафедра физической электроники**
Курс: **4**
Семестр: **8**
Учебный план набора **2014, 2015, 2016** года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	8 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	20	20	часов
2	Практические занятия	18	18	часов
3	Всего аудиторных занятий	38	38	часов
4	Из них в интерактивной форме	8	8	часов
5	Самостоятельная работа	70	70	часов
6	Всего (без экзамена)	108	108	часов
7	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
8	Общая трудоемкость	144	144	часов
		4.0	4.0	З.Е

Экзамен: 8 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 12820

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 77 от «11» 1 2017 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

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

Разработчики:

Доцент каф. ФЭ _____ Сахаров Ю. В.

Заведующий обеспечивающей каф. ФЭ _____ Троян П. Е.

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

Декан ФЭТ _____ Воронин А. И.

Заведующий выпускающей каф. ФЭ _____ Троян П. Е.

Эксперты:

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

Председатель методической комиссии факультета ФЭТ ТУСУР _____ Чистоедова И. А.

Согласована на портале № 12820

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

– дать студенту систематические знания и навыки в решении задач заключительного конструкторско-технологического этапа проектирования изделий микроэлектроники и внедрения их в производство

1.2. Задачи дисциплины

– ознакомление с основными этапами и приобретение практических навыков по оформлению конструкторско-технологической документации на изделия микроэлектроники

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Конструкторско-технологическое обеспечение производства изделий микроэлектроники» (**Б1.В.ОД.11**) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Математика, микросхемотехника, микроэлектроника, моделирование и проектирование микро- и наносистем, обработка результатов эксперимента, планирование эксперимента, проектирования электронной компонентной базы микроэлектроники и микросистемной техники, твердотельная электроника, технология материалов микро- и наноэлектроники, физика, физика пленочных наноструктур, физические основы микро- и наноэлектроники, экология, экономика и организация производства.

Последующими дисциплинами являются: .

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– **ОПК-4** готовностью применять современные средства выполнения и редактирования изображений и чертежей и подготовки конструкторско-технологической документации;

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

В результате изучения дисциплины студент должен:

– **знать** современные программные продукты для разработки топологических чертежей и подготовки конструкторско-технологической документации на изделия микроэлектроники; правила размещения и технологические ограничения при разработки топологических чертежей изделий микроэлектроники; требования к оформлению и комплектованию конкурсных заявок на проведение НИОКР и ОКР в области производства изделий микроэлектроники и твердотельной электроники; порядок планирования и организации выполнения НИОКР и ОКР в области производства изделий микроэлектроники и твердотельной электроники.

– **уметь** выполнять расчет топологических размеров активных и пассивных элементов топологии; выполнять топологические чертежи изделий микроэлектроники с использованием программных комплексов; оформлять отчет по итогам проведения НИОКР и ОКР. Оформлять конструкторско-технологическую документацию при выполнении научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области производства изделий микроэлектроники и твердотельной электроники

– **владеть** методикой расчета, моделирования и проектирования изделий микроэлектроники; программным обеспечением для оформления конструкторской документации на изделия микроэлектроники; программным обеспечением для формирования топологических чертежей на изделия микроэлектроники; программным обеспечением для формирования топологических чертежей изделий микроэлектроники

Согласована на портале № 12820

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

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

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		8 семестр
Аудиторные занятия (всего)	38	38
Лекции	20	20
Практические занятия	18	18
Из них в интерактивной форме	8	8
Самостоятельная работа (всего)	70	70
Проработка лекционного материала	42	42
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	28	28
Всего (без экзамена)	108	108
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость ч	144	144
Зачетные Единицы Трудоемкости	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	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа	(без экзамена) Всего часов	компетенции Формируемые
8 семестр					
1 Введение	2	0	2	4	ПСК-3
2 Проектирование топологии гибридных интегральных схем	4	4	12	20	ОПК-4, ПСК-3
3 Проектирование топологии полупроводниковых интегральных микросхем	4	4	12	20	ОПК-4, ПСК-3
4 Проектирование БИС и СБИС	4	2	12	18	ОПК-4, ПСК-3
5 Организация и контроль конструкторско - технологического процесса производства изделий микроэлектроники	6	8	32	46	ОПК-4, ПСК-3
Итого за семестр	20	18	70	108	
Итого	20	18	70	108	

Согласована на портале № 12820

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	ч Трудоемкость,	компетенции Формируемые
8 семестр			
1 Введение	Основные проблемы и задачи курса. Классификация микросхем по функциональным, структурным и конструкторско-технологическим признакам. Система условных обозначений микросхем. Маркировка. Этапы разработки микросхем	2	ПСК-3
	Итого	2	
2 Проектирование топологии гибридных интегральных схем	Особенности топологии гибридных интегральных и этапы ее проектирования. Особенности топологии изделий типа "система в корпусе" (СвК). Паразитные связи в гибридных микросхемах. Расчет теплового режима гибридной интегральной схемы. Методы повышения надежности гибридных интегральных схем. Особенности топологии СВЧ гибридных интегральных схем. Правила размещения элементов на кристалле, основные технологические ограничения при проектировании гибридной интегральной схемы. Верификация топологии гибридной интегральной схемы. Экстракция паразитных параметров в гибридных интегральных схемах.	4	ОПК-4, ПСК-3
	Итого	4	
3 Проектирование топологии полупроводниковых интегральных микросхем	Способы изоляции элементов полупроводниковых интегральных схем на биполярных транзисторах. Основные правила проектирования топологии полупроводниковых микросхем на биполярных транзисторах. Особенности проектирования изделий типа "система	4	ОПК-4, ПСК-3

Согласована на портале № 12820

	на кристалле" (СнК). Тепловой расчет и анализ распределения тепла по кристаллу. Основные принципы построения МДП интегральных схем. Инвертор. особенности проектирования топологии МДП интегральных схем. Особенности проектирования СВЧ полупроводниковых интегральных схем. Правила размещения элементов на кристалле, основные технологические ограничения при проектировании полупроводниковой интегральной схемы. Верификация топологии полупроводниковой интегральной схемы. Экстракция паразитных параметров и элементов.		
	Итого	4	
4 Проектирование БИС и СБИС	Основные параметры, характеризующие конструктивно-технологические и схемотехнические особенности БИС. Принципы выполнения системы соединений в БИС. Функционально-интегрированные элементы. Инжекционная и инжекционно-полевая логика. Матричные БИС. Базовые матричные кристаллы на основе биполярных транзисторов. Базовые матричные кристаллы на основе МДП-структур. Программируемые логические матрицы (ПЛМ) и схемы (ПЛИС). Программируемые логические матрицы (ПЛМ) и схемы (ПЛИС) на МДП-транзисторах с плавающим затвором.	4	ОПК-4, ПСК-3
	Итого	4	
5 Организация и контроль конструкторско - технологического процесса производства изделий микроэлектроники	Основные материалы, используемые в производстве изделий микроэлектроники. Составление операционного маршрута изготовления изделий микроэлектроники. Разработка и корректировка технологической и нормативной документации на изготовление изделий микроэлектроники. Стандарты, технические условия и другие нормативные и руководящие материалы по оформлению маршрутных и операционных карт для всех типов технологических процессов	6	ОПК-4, ПСК-3

Согласована на портале № 12820

	производства изделий микроэлектроники. Расчет норм времени операций технологического процесса производства изделий микроэлектроники. Основное технологическое оборудование, контрольно-измерительное и вспомогательное оборудование и принципы его работы на производстве изделий микроэлектроники. Методы уменьшения влияния технологических факторов, вызывающих погрешности изготовления изделий микроэлектроники. Регламенты, стандарты (по охране труда, вакуумной гигиене, чистым зонам). Стадии разработки технологической и нормативной документации на изготовление изделий микроэлектроники. Оформление маршрутных карт, карт технологического процесса, операционных карт. Нормативные документы на разработку конструкторской и эксплуатационной документации. Правила оформления конструкторской документации. Расчета экономической эффективности технологических процессов. Организация и планирование научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области производства изделий микроэлектроники и твердотельной электроники. Требования к оформлению и комплектованию конкурсных заявок на проведение НИОКР и ОКР. Технические условия для выпускаемой продукции. Структура программы испытаний изделий микроэлектроники. Требования к оформлению отчета по итогам проведения НИОКР и ОКР.		
	Итого	6	
Итого за семестр		20	

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.

Согласована на портале № 12820

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
Предшествующие дисциплины					
1 Математика		+	+	+	
2 Микросхемотехника	+			+	
3 Микроэлектроника	+	+	+	+	
4 Моделирование и проектирование микро- и наносистем		+	+		
5 Обработка результатов эксперимента					+
6 Планирование эксперимента					+
7 Проектирования электронной компонентной базы микроэлектроники и микросистемной техники	+	+	+	+	+
8 Твердотельная электроника			+		
9 Технология материалов микро- и наноэлектроники					+
10 Физика		+	+	+	
11 Физика пленочных наноструктур		+	+	+	+
12 Физические основы микро- и наноэлектроники	+	+	+	+	
13 Экология					+
14 Экономика и организация производства					+

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

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

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

Компетенции	Виды занятий			Формы контроля
	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа	
ОПК-4	+	+	+	Контрольная работа, Отчет по индивидуальному заданию, Экзамен

Согласована на портале № 12820

ПСК-3	+	+	+	Контрольная работа, Отчет по индивидуальному заданию, Экзамен

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

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

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

Методы	Интерактивные практические занятия	Интерактивные лекции	Всего
8 семестр			
Презентации с использованием слайдов с обсуждением		2	2
Приглашение специалистов		2	2
Case-study (метод конкретных ситуаций)	2		2
Разработка проекта	2		2
Итого за семестр:	4	4	8
Итого	4	4	8

7. Лабораторные работы

Не предусмотрено РУП

8. Практические занятия (семинары)

Тематика практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8. 1 – Тематика практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Содержание практических занятий	ч Трудоемкость,	компетенции Формируемые
8 семестр			
2 Проектирование топологии гибридных интегральных схем	Расчет, конструирование и проектирование топологии пленочных резисторов, пленочных конденсаторов, пленочных индуктивностей, навесных компонентов, а также межсоединений. Выбор материалов и технологии изготовления пассивных элементов гибридных интегральных схем. Расчет теплового режима. Расчет паразитных связей. Расчет кристалла. Разработка архитектуры. Трассировка и компановка. Верификация. Экстракция паразитных связей. Выбор технологии корпусирования и конструкции	4	ОПК-4, ПСК-3

Согласована на портале № 12820

	корпуса.		
	Итого	4	
3 Проектирование топологии полупроводниковых интегральных микросхем	Расчет, конструирование и проектирование полупроводникового резистора, полупроводникового конденсатора, биполярного транзистора, диода. Выбор материалов и технологии изготовления диффузионных областей. Расчет теплового режима. Разработка архитектуры. Трассировка и компановка. Верификация. Экстракция паразитных связей и элементов. Выбор технологии корпусирования и конструкции корпуса. Расчет, конструирование и проектирование интегральных схем на основе МДП-транзисторов и элементов на их основе.	4	ОПК-4, ПСК-3
	Итого	4	
4 Проектирование БИС и СБИС	Расчет, конструирование и проектирование инжекционной и инжекционно-полевой логики. Программируемые логические матрицы (ПЛМ) и схемы (ПЛИС).	2	ОПК-4, ПСК-3
	Итого	2	
5 Организация и контроль конструкторско - технологического процесса производства изделий микроэлектроники	Составление операционных, маршрутных и контрольных карт производства изделий микроэлектроники. Расчет норм времени операций технологического процесса производства изделий микроэлектроники. Расчет технологических режимов. Расчет расхода сырья, материалов, рабочих сред, электроэнергии. Расчет экономической эффективности и производительности технологического процесса при разработанном порядке переходов. Расчет производительности оборудования. Расчет погрешности выполнения технологических операций. Разработка конструкторско - технологической документации на изделие микроэлектроники в соответствии с требованиями нормативных документов.	8	ОПК-4, ПСК-3
	Итого	8	
Итого за семестр		18	

Согласована на портале № 12820

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	ч Трудоемкость,	компетенции Формируемые	Формы контроля
8 семестр				
1 Введение	Проработка лекционного материала	2	ПСК-3	Контрольная работа, Экзамен
	Итого	2		
2 Проектирование топологии гибридных интегральных схем	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОПК-4, ПСК-3	Контрольная работа, Отчет по индивидуальному заданию, Экзамен
	Проработка лекционного материала	8		
	Итого	12		
3 Проектирование топологии полупроводниковых интегральных микросхем	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОПК-4, ПСК-3	Контрольная работа, Отчет по индивидуальному заданию, Экзамен
	Проработка лекционного материала	8		
	Итого	12		
4 Проектирование БИС и СБИС	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОПК-4, ПСК-3	Контрольная работа, Отчет по индивидуальному заданию, Экзамен
	Проработка лекционного материала	8		
	Итого	12		
5 Организация и контроль конструкторско - технологического процесса производства изделий микроэлектроники	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	16	ОПК-4, ПСК-3	Контрольная работа, Отчет по индивидуальному заданию, Экзамен
	Проработка лекционного материала	16		
	Итого	32		
Итого за семестр		70		
	Подготовка к экзамену / зачету	36		Экзамен
Итого		106		

Согласована на портале № 12820

10. Курсовая работа (проект)

Не предусмотрено РУП

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

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
8 семестр				
Контрольная работа	10	10	10	30
Отчет по индивидуальному заданию		20	20	40
Итого максимум за период	10	30	30	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	10	40	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)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

Согласована на портале № 12820

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Технология, конструкции и методы моделирования кремниевых интегральных микросхем: учебное пособие для вузов: в 2 ч. / ред. Ю. А. Чаплыгин. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012 - 423 с. ISBN 978-5-94774-538-2 (наличие в библиотеке ТУСУР - 35 экз.)
2. 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.)

12.2. Дополнительная литература

1. Конструктивно-технологические основы проектирования микросборок : производственно-практическое издание / Ольга Емельяновна Бондаренко, Леонид Михайлович Федотов. - М. : Радио и связь, 1988. - 134[2] с. : ил. (наличие в библиотеке ТУСУР - 34 экз.)
2. Конструкторско-технологические основы проектирования полосковых микросхем : научное издание / И. П. Бушминский [и др.] ; ред. : И. П. Бушминский. - М. : Радио и связь, 1987. - 270[2] с. : ил. (наличие в библиотеке ТУСУР - 11 экз.)
3. Разработка и оформление конструкторской документации РЭА : Справочник / Э. Т. Романычева, Э. Т. Иванова, А. С. Куликов и др.; Ред. Э. Т. Романычева. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Радио и связь, 1989. - 448 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 21 экз.)
4. Автоматизация разработки и выполнения конструкторской документации : Учебное пособие для вузов / ред. Э. Т. Романычева. - М. : Высшая школа, 1990. - 173[3] с. : ил. (наличие в библиотеке ТУСУР - 13 экз.)
5. Единая система конструкторской документации [Текст] : справочное пособие / С. С. Борушек [и др.]. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Издательство стандартов, 1989. - 352 с. : ил (наличие в библиотеке ТУСУР - 55 экз.)
6. 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.)

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 - 50 экз.)

12.3.2 Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Согласована на портале № 12820

12.4. Базы данных, информационно-справочные, поисковые системы и требуемое программное обеспечение

1. Единая система конструкторской документации. ГОСТ. http://eskd.ru (Электронный ресурс, режим доступа - свободный)
2. ГОСТ 2.102-2013 ЕСКД. Виды и комплектность конструкторских документов (ГОСТ 2.102-2013 ЕСКД. Виды и комплектность конструкторских документов) http://dokipedia.ru/document/5233221 (Электронный ресурс, режим доступа - свободный).
3. ГОСТ 31102 2011. Единая систем технологической документации. Стадии разработки и виды. http://gostrf.com/normadata/1/4293800/4293800205.pdf (Электронный ресурс, режим доступа - свободный).

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

13.1. Общие требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

13.1.1. Материально-техническое 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 25, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются наглядные пособия в виде презентаций по лекционным разделам дисциплины. Аудитория оборудована мультимедийным системой (проектор, экран, звуковая система) для реализации интерактивных форм обучения

13.1.2. Материально-техническое обеспечение для практических занятий

Для самостоятельной работы используется учебная аудитория (компьютерный класс), расположенная по адресу 634034, г. Томск, ул. Вершинина, 74, 1 этаж, ауд. 124. Состав оборудования: учебная мебель; компьютеры класса ПЭВМ INTEL Core i5 3.2 ГГц. - 12 шт.; компьютеры подключены к сети ИНТЕРНЕТ и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета. Используется лицензионное программное обеспечение, пакеты версией Microsoft Windows 7 Professional with SP1; Microsoft Office 2010. MathCAD 14.

13.1.3. Материально-техническое обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используется учебная аудитория (компьютерный класс), расположенная по адресу 634034, г. Томск, ул. Вершинина, 74, 1 этаж, ауд. 124. Состав оборудования: учебная мебель; компьютеры класса ПЭВМ INTEL Core i5 3.2 ГГц. - 12 шт.; компьютеры подключены к сети ИНТЕРНЕТ и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

13.2. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При обучении студентов **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями слуха, мобильной системы обучения для студентов с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой обучаются студенты с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При обучении студентов **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 удаленного просмотра.

При обучении студентов **с нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями опорно-двигательного аппарата, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

Согласована на портале № 12820

14. Фонд оценочных средств

14.1. Основные требования к фонду оценочных средств и методические рекомендации

Фонд оценочных средств и типовые контрольные задания, используемые для оценки сформированности и освоения закрепленных за дисциплиной компетенций при проведении текущей, промежуточной аттестации по дисциплине приведен в приложении к рабочей программе.

14.2 Требования к фонду оценочных средств для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с инвалидностью предусмотрены дополнительные оценочные средства, перечень которых указан в таблице.

Таблица 14 – Дополнительные средства оценивания для студентов с инвалидностью

Категории студентов	Виды дополнительных оценочных средств	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 средствам для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с ОВЗ 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.

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов 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 инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

Согласована на портале № 12820

– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 12820

Приложение 1

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

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

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Конструкторско-технологическое обеспечение производства изделий микроэлектроники

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль): **Микроэлектроника и твердотельная электроника**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**
Кафедра: **ФЭ, Кафедра физической электроники**
Курс: **4**
Семестр: **8**

Учебный план набора **2014, 2015, 2016** года

Разработчики:

- Доцент каф. ФЭ Сахаров Ю. В.

Экзамен: 8 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 12820

1. Введение

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

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

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

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

Код	Формулировка компетенции	Этапы формирования компетенций
ОПК-4	готовностью применять современные средства выполнения и редактирования изображений и чертежей и подготовки конструкторско-технологической документации	**Должен знать** современные программные продукты для разработки топологических чертежей и подготовки конструкторско-технологической документации на изделия микроэлектроники; правила размещения и технологические ограничения при разработке топологических чертежей изделий микроэлектроники; требования к оформлению и комплектованию конкурсных заявок на проведение НИОКР и ОКР в области производства изделий микроэлектроники и твердотельной электроники; порядок планирования и организации выполнения НИОКР и ОКР в области производства изделий микроэлектроники и твердотельной электроники.; **Должен уметь** выполнять расчет топологических размеров активных и пассивных элементов топологии; выполнять топологические чертежи изделий микроэлектроники с использованием программных комплексов; оформлять отчет по итогам проведения НИОКР и ОКР. Оформлять конструкторско-технологическую документацию при выполнении научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области производства изделий микроэлектроники и твердотельной электроники; **Должен владеть** методикой расчета, моделирования и проектирования изделий микроэлектроники; программным обеспечением для оформления конструкторской документации на изделия микроэлектроники; программным обеспечением для формирования топологических чертежей на изделия микроэлектроники; программным обеспечением для формирования топологических чертежей изделий микроэлектроники;
ПСК-3	готовностью к выполнению научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области производства изделий микроэлектроники и твердотельной электроники	

Согласована на портале № 12820

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

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

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

2 Реализация компетенций

2.1 Компетенция ОПК-4

ОПК-4: готовностью применять современные средства выполнения и редактирования изображений и чертежей и подготовки конструкторско-технологической документации.

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

Таблица 3 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	современные программные продукты для разработки топологических чертежей и подготовки конструкторско-технологической документации на изделия микроэлектроники; правила размещения и технологические ограничения при разработки топологических чертежей изделий микроэлектроники.	выполнять расчет топологических размеров активных и пассивных элементов топологии; выполнять топологические чертежи изделий микроэлектроники с использованием программных комплексов.	методикой расчета, моделирования и проектирования изделий микроэлектроники; программным обеспечением для оформления конструкторской документации на изделия микроэлектроники.
Виды занятий	• Интерактивные	• Интерактивные	• Интерактивные

Согласована на портале № 12820

	практические занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка и сдача экзамена / зачета;	практические занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка и сдача экзамена / зачета;	практические занятия; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Отчет по индивидуальному заданию; • Экзамен;	• Контрольная работа; • Отчет по индивидуальному заданию; • Экзамен;	• Отчет по индивидуальному заданию; • Экзамен;

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

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• в совершенстве современные программные продукты для разработки топологических чертежей изделий микроэлектроники, сферу его применения, системные требования, достоинства и недостатки;	• пользоваться современными программными продукты для разработки топологических чертежей изделий микроэлектроники, проводить его установку и настройку и установку;	• методикой разработки сложных топологических чертежей изделий микроэлектроники с использованием современных программных комплексов;
Хорошо (базовый уровень)	• основные программные продукты для разработки топологических чертежей изделий микроэлектроники, а также системные требования;	• пользоваться основными программными продукты для разработки топологических чертежей изделий микроэлектроники;	• методикой разработки простых топологических чертежей эизделий микроэлектроники с использованием основных программных комплексов;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• перечень программных продуктов для разработки топологических чертежей изделий микроэлектроники, а также перечень справочной и методической литературы по работе с ним;	• пользоваться методической и справочной литературой по программным продуктам, позволяющей разрабатывать типовые топологические чертежи изделий микроэлектроники;	• методикой поиска справочной и методической литературы для разработки типовых топологических чертежей изделий микроэлектроники техники с использованием программных комплексов;

Согласована на портале № 12820

2.2 Компетенция ПСК-3

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

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

Таблица 5 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	Требования к оформлению и комплектованию конкурсных заявок на проведение НИОКР и ОКР в области производства изделий микроэлектроники и твердотельной электроники. Порядок планирования и организации выполнения НИОКР и ОКР в области производства изделий микроэлектроники и твердотельной электроники	Оформлять отчет по итогам проведения НИОКР и ОКР. Оформлять конструкторско-технологической документацию при выполнении научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области производства изделий микроэлектроники и твердотельной электроники	Методиками организации и планирования научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области производства изделий микроэлектроники и твердотельной электроники. Методикой оценки эффективности результатов проведения НИОКР и ОКР.
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка и сдача экзамена / зачета;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка и сдача экзамена / зачета;	• Интерактивные практические занятия; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Отчет по индивидуальному заданию; • Экзамен;	• Контрольная работа; • Отчет по индивидуальному заданию; • Экзамен;	• Отчет по индивидуальному заданию; • Экзамен;

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

Таблица 6 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• Требования к оформлению конструкторской документации при разработке изделий микроэлектроники.	• Оформлять и комплектовать конкурсные заявки на проведение НИОКР и ОКР в области производства изделий	• Методиками организации и планирования научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ

Согласована на портале № 12820

	Требования к оформлению и комплектованию конкурсных заявок на проведение НИОКР и ОКР в области производства изделий микроэлектроники и твердотельной электроники. Порядок планирования и организации выполнения НИОКР и ОКР в области производства изделий микроэлектроники и твердотельной электроники.;	микроэлектроники и твердотельной электроники. Оформлять отчет по итогам проведения НИОКР и ОКР. Оформлять конструкторско-технологической документацию при выполнении научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области производства изделий микроэлектроники и твердотельной электроники;	в области производства изделий микроэлектроники и твердотельной электроники. Методикой расчета экономического эффекта и экономической эффективности проведения НИОКР и ОКР.;
Хорошо (базовый уровень)	• Требования к оформлению конструкторской документации при разработке изделий микроэлектроники. Порядок планирования и организации выполнения НИОКР и ОКР в области производства изделий микроэлектроники и твердотельной электроники.;	• Оформлять конструкторскую документацию по разработке изделий микроэлектроники в соответствии с ЕСКД. Выполнять научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по разработке изделий микроэлектроники под руководством;	• Методиками организации и планирования научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области производства изделий микроэлектроники и твердотельной электроники. Методикой оформления конструкторско-технологической документации по разработке изделий микроэлектроники в соответствии с ЕСКД;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• справочную литературу в которой перечислены требования к оформлению конструкторской документации при разработке изделий микроэлектроники, а также основные этапы выполнения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по разработке изделий микроэлектроники;	• Пользоваться справочной литературой по оформлению конструкторской документации по разработке изделий микроэлектроники. Выполнять инструкции при проведении научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по разработке изделий микроэлектроники.;	• методикой оформления конструкторской документации по разработке изделий микроэлектроники в соответствии с ЕСКД;

Согласована на портале № 12820

3 Типовые контрольные задания

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

3.1 Темы индивидуальных заданий

– Вариант №1 Проектирование интегральной схемы К237УЛ3; Вариант №2 Проектирование интегральной схемы К2УС2412; Вариант №3 Проектирование интегральной схемы К237ХА5; Вариант №4 Проектирование интегральной схемы К237ХА3; Вариант №5 Проектирование интегральной схемы К237ХА1; Вариант №6 Проектирование интегральной схемы К2УС245; Вариант №7 Проектирование интегральной схемы К2ЖА371; Вариант №8 Проектирование интегральной схемы К2УС371 Вариант №9 Проектирование интегральной схемы К2ЖА372(К237ХА2); Вариант №10 Проектирование интегральной схемы К2УС372; Вариант №11 Проектирование интегральной схемы К2ТС241; Вариант №12 Проектирование интегральной схемы К2УС246; Вариант №13 Проектирование интегральной схемы К2УС248; Вариант №14 Проектирование интегральной схемы К2КТ241; Вариант №15 Проектирование интегральной схемы К2УС247; Вариант №16 Проектирование интегральной схемы К2УБ241; Вариант №17 Проектирование интегральной схемы К2УС2410 ; Вариант №18 Проектирование интегральной схемы К2УС2414; Вариант №19 Проектирование интегральной схемы К2ЖА246; Вариант №20 Проектирование интегральной схемы К2ЖА245 ; Вариант №21 Проектирование интегральной схемы К2ЖА241; Вариант №22 Проектирование интегральной схемы К2УС244 ; Полный текст задания и требования к оформлению указаны в методическом пособии по практической и самостоятельной работе.

3.2 Экзаменационные вопросы

– 1. Классификация микросхем по функциональным, структурным и конструкторско-технологическим признакам. Система условных обозначений микросхем. Маркировка. Этапы разработки микросхем 2. Особенности топологии гибридных интегральных и этапы ее проектирования. Особенности топологии изделий типа "система в корпусе" (СвК). Паразитные связи в гибридных микросхемах. Расчет теплового режима гибридной интегральной схемы. 2. Методы повышения надежности гибридных интегральных схем. Особенности топологии СВЧ гибридных интегральных схем. 3. Правила размещения элементов на кристалле, основные технологические ограничения при проектировании гибридной интегральной схемы. Верификация топологии гибридной интегральной схемы. Экстракция паразитных параметров в гибридных интегральных схемах. 4. Способы изоляции элементов полупроводниковых интегральных схем на биполярных транзисторах. Основные правила проектирования топологии полупроводниковых микросхем на биполярных транзисторах. 5. Особенности проектирования изделий типа "система на кристалле" (СнК). Тепловой расчет и анализ распределения тепла по кристаллу. 6. Основные принципы построения МДП интегральных схем. Инвертор. Особенности проектирования топологии МДП интегральных схем. 7. Особенности проектирования СВЧ полупроводниковых интегральных схем. 8. Правила размещения элементов на кристалле, основные технологические ограничения при проектировании полупроводниковой интегральной схемы. Верификация топологии полупроводниковой интегральной схемы. Экстракция паразитных параметров и элементов. 9. Основные параметры, характеризующие конструктивно-технологические и схемотехнические особенности БИС. Принципы выполнения системы соединений в БИС. Функционально-интегрированные элементы. 10. Инжекционная и инжекционно-полевая логика. Матричные БИС. Базовые матричные кристаллы на основе биполярных транзисторов. 11. Базовые матричные кристаллы на основе МДП-структур. 12. Программируемые логические матрицы (ПЛМ) и схемы (ПЛИС). Программируемые логические матрицы (ПЛМ) и схемы (ПЛИС) на МДП-транзисторах с плавающим затвором 13. Основные материалы, используемые в производстве

Согласована на портале № 12820

изделий микроэлектроники. Составление операционного маршрута изготовления изделий микроэлектроники. 14. Расчет норм времени операций технологического процесса производства изделий микроэлектроники. 15. Основное технологическое оборудование, контрольно-измерительное и вспомогательное оборудование и принципы его работы на производстве изделий микроэлектроники. 16. Методы уменьшения влияния технологических факторов, вызывающих погрешности изготовления изделий микроэлектроники. 17. Стадии разработки технологической и нормативной документации на изготовление изделий микроэлектроники. 18. Оформление маршрутных карт, карт технологического процесса, операционных карт. Нормативные документы на разработку конструкторской и эксплуатационной документации. 19. Правила оформления конструкторской документации. Расчета экономической эффективности технологических процессов. 20. Организация и планирование научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области производства изделий микроэлектроники и твердотельной электроники. Требования к оформлению и комплектованию конкурсных заявок на проведение НИОКР и ОКР. 21.Технические условия для выпускаемой продукции. 22. Структура программы испытаний изделий микроэлектроники. Требования к оформлению отчета по итогам проведения НИОКР и ОКР.

3.3 Темы контрольных работ

– Тема контрольной работы № 1 Расчет, конструирование и проектирование 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, конструирование и проектирование 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. Расчет паразитных связей (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 2.3.). Для самостоятельного изучения рекомендуется список литературы и приводятся справочные материалы.

– Темы контрольной работы № 4 Раздел 3 рабочей программы – Расчет интегрального резистора полупроводниковой ИМС. Раздел 3 рабочей программы – ИМС на МДП – транзисторах. Раздел 3 рабочей программы – Расчет биполярного транзистора. Раздел 3 рабочей программы – Правила проектирования топологии полупроводниковых ИМС. Раздел 3рабочей программы – Методы изоляции элементов полупроводниковых ИМС и общие вопросы проектирования интегральных диодов и транзисторов. 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.

4 Методические материалы

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

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

Согласована на портале № 12820

4.1. Основная литература

1. Технология, конструкции и методы моделирования кремниевых интегральных микросхем: учебное пособие для вузов: в 2 ч. / ред. Ю. А. Чаплыгин. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012 - 423 с. ISBN 978-5-94774-538-2 (наличие в библиотеке ТУСУР - 35 экз.)
2. 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.)

4.2. Дополнительная литература

1. Конструктивно-технологические основы проектирования микросборок : производственно-практическое издание / Ольга Емельяновна Бондаренко, Леонид Михайлович Федотов. - М. : Радио и связь, 1988. - 134[2] с. : ил. (наличие в библиотеке ТУСУР - 34 экз.)
2. Конструкторско-технологические основы проектирования полосковых микросхем : научное издание / И. П. Бушминский [и др.] ; ред. : И. П. Бушминский. - М. : Радио и связь, 1987. - 270[2] с. : ил. (наличие в библиотеке ТУСУР - 11 экз.)
3. Разработка и оформление конструкторской документации РЭА : Справочник / Э. Т. Романычева, Э. Т. Иванова, А. С. Куликов и др.; Ред. Э. Т. Романычева. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Радио и связь, 1989. - 448 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 21 экз.)
4. Автоматизация разработки и выполнения конструкторской документации : Учебное пособие для вузов / ред. Э. Т. Романычева. - М. : Высшая школа, 1990. - 173[3] с. : ил. (наличие в библиотеке ТУСУР - 13 экз.)
5. Единая система конструкторской документации [Текст] : справочное пособие / С. С. Борушек [и др.]. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Издательство стандартов, 1989. - 352 с. : ил (наличие в библиотеке ТУСУР - 55 экз.)
6. 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.)

4.3. 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 - 50 экз.)

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. Единая система конструкторской документации. ГОСТ. http://eskd.ru (Электронный ресурс, режим доступа - свободный)
2. ГОСТ 2.102-2013 ЕСКД. Виды и комплектность конструкторских документов (ГОСТ 2.102-2013 ЕСКД. Виды и комплектность конструкторских документов) http://dokipedia.ru/document/5233221 (Электронный ресурс, режим доступа - свободный).
3. ГОСТ 31102 2011. Единая систем технологической документации. Стадии разработки и виды. http://gostrf.com/normadata/1/4293800/4293800205.pdf (Электронный ресурс, режим доступа - свободный).

Согласована на портале № 12820