Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»

Кафедра электротехники, электропривода и промышленной электроники

УТВЕРЖДАЮ
Директор института
информационных технологий и
автоматизированных систем
_____ Л.Д. Павлова
подпись
«____» _____ 20___ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Проектирование электронной компонентной базы

11.03.04 «Электроника и наноэлектроника»
(направленность (профиль): «Промышленная электроника»)

Квалификация выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная форма

Срок обучения: 4 года

Год начала подготовки 2023

Новокузнецк
2023

СибГИУ
Подлинник электронного документа хранится в системе электронного согласования документов СибГИУ
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭП
Сертификат: 861a8d56fc2cfb6de53bd665403c592fd02b1419
Владелец: Ректор Юрьев Алексей Борисович
Действителен: с 12 февраля 2024 г. по 7 мая 2025 г.
Дата и время: 01-03-2024 01:20:38 ПРОВЕРИТЬ ПОДПИСЬ

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:

– изучение основ проектирования электронной компонентной базы.

Задачами учебной дисциплины являются:

– освоение современных методов проектирования, основных технологических процессов создания интегральных схем, основ схемотехнического и топологического проектирования интегральных схем;

– усвоение принципов разработки и конструирования интегральных микросхем и устройств на их базе; получение навыков работы с САПР.

2 Место учебной дисциплины в структуре ООП по направлению подготовки (специальности)

Учебная дисциплина относится к учебным дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений **Блока 1 «Дисциплины (модули)»** ООП по направлению подготовки (специальности) 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника».

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

– Основы топологического проектирования;
– Основы технического проектирования;
– Материалы электронной техники;
– Электронная техника;
– Электротехника. Общая часть;
– Электротехника. Специальная часть;
– Основы микропроцессорной техники.

Учебная дисциплина дополняет знания, умения и навыки, получаемые по одновременно изучаемым и последующим дисциплинам:

– Микропроцессорные управляющие и информационные устройства;
– Компоненты электронной техники;
– Схемотехника;
– Моделирование электронных устройств.

3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– Профессиональные компетенции

Наименование категории	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора	Планируемые результаты

(группы) ПК		достижения ПК	обучения
	ПК-2: Способен к проведению предварительных испытаний опытных образцов изделий "система в корпусе"	ПК-2.2 Использует элементы электронной компонентной базы для создания необходимых условий для проведения испытаний опытных образцов изделий «система в корпусе»	– знать: конструкцию интегральных микросхем. – уметь: рассчитывать параметры элементов ИМС. – владеть: навыками расчета геометрии элементов ИМС.
	ПК-3: Способен к обработке результатов измерений и испытаний опытных образцов изделий "система в корпусе"	ПК-3.1 Определяет объемы и способы организации выборки опытной партии образцов изделий «система в корпусе»	– знать: основные технологии производства ИМС. – уметь: выбирать технологию производства ИМС. – владеть: навыками выбора технологии производства ИМС.
		ПК-3.3 Формирует заключение по данным статистического анализа результатов измерений и испытаний для выборки опытной партии образцов изделий «система в корпусе»	– знать: достоинства и недостатки различных способов корпусирования ИМС. – уметь: выбирать способ корпусирования ИМС. – владеть: навыками выбора типа корпуса ИМС.
	ПК-4: Способен к определению возможных конструктивных вариантов реализации отдельных аналоговых блоков и всего СФ-блока	ПК-4.2 Выбирает набор возможных способов реализации аналоговых блоков и всего СФ-блока, проводит оценочные расчеты характеристик электронных изделий	– знать: принципы расчета габаритов элементов пленочных ИМС. – уметь: рассчитывать размеры элементов пленочных ИМС. – владеть: навыками выбора геометрии и расчета элементов пленочных ИМС.
		ПК-4.3 Применяет встроенные средства программирования и отладки системы автоматизированного проектирования при разработке спецификаций блоков аналоговой	– знать: основные САПР печатных плат и ИМС. – уметь: работать в САПР печатных плат и ИМС. – владеть: навыками разработки печатных плат и ИМС в САПР.

		подсистемы, подготовке принципиальных и монтажных электрических схем	
	ПК-5: Способен к проведению оценочного расчета параметров отдельных аналоговых блоков и СФ-блока в целом и другим нормативным документам	ПК-5.3 Оценивает необходимое быстродействие, пределы потребляемой мощности, площади и других специальных параметров блоков	– знать: ограничения на степень интеграции ИМС. – уметь: проводить тепловой расчет. – владеть: навыками теплового расчета.
	ПК-6: Способен к разработке первичного варианта схемотехнического описания отдельных аналоговых блоков	ПК-6.1 Разрабатывает схемотехнические решения аналоговых субблоков, создания символьных представлений	– знать: принципы условного обозначения и маркировки ИМС. – уметь: создавать электрические принципиальные схемы на основе ИМС. – владеть: навыками создания собственных представлений ИМС в САПР.
		ПК-6.2 Строит список соединений на основе графической электрической схемы	– знать: принципы построения и назначение списка соединений. – уметь: автоматически создавать список соединений в САПР. – владеть: навыками создания списка соединений.
	ПК-7: Способен к разработке уточненного (полного) варианта схемотехнического описания всего аналогового СФ-блока	ПК-7.1 Разрабатывает скорректированные схемотехнические описания отдельных аналоговых блоков с применением аналитических и машинных методов	– знать: принципы схемотехнического описания элементов электрических схем. – уметь: разрабатывать и корректировать описания элементов в САПР. – владеть: навыками разработки схемотехнических

			описаний элементов.
		ПК-7.2 Проводит интеграцию схемотехнических решений аналоговых субблоков в состав всего СФ-блока	– знать: способы подключения ИМС к схемам. – уметь: выбирать тип соединений ИМС в соответствии с заданием. – владеть: навыками выбора типа соединений ИМС.
		ПК-7.3 Строит иерархическую структуру из аналоговых субблоков, представляющую всю аналоговую подсистему в целом	– знать: принципы иерархического проектирования. – уметь: применять принципы иерархического проектирования. – владеть: навыками иерархического проектирования.

4 Объем и содержание учебной дисциплины

Учебные занятия по учебной дисциплине проводятся в форме контактной работы и в форме самостоятельной работы обучающихся.

Контактная работа включает в себя занятия лекционного типа (лекции), занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы), промежуточную аттестацию обучающихся и иные формы взаимодействия обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации ООП на иных условиях, в том числе при проведении промежуточной аттестации обучающихся. Контактная работа может проводиться с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

Объем учебной дисциплины

Семестр / курс		***ИТОГО***	***5 семестр***
Форма промежуточной аттестации			*экзамен*
Трудоёмкость	*академ. час.*	***180***	*180*
	зачетных единиц	***5***	*5*
Лекции, *академ. час.*		***32***	*32*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Лабораторные работы, *академ. час.*		***0***	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Практические занятия, *академ. час.*		***16***	*16*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Курсовая работа / проект, *академ. час.*		***0***	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Консультации, *академ. час.*		***0***	*0*

в форме практической подготовки	***0***	*0*
Самостоятельная работа, *академ. час.*	***87***	*87*
в форме практической подготовки	***0***	*0*
Контроль, *академ. час.*	***45***	*45*
в форме практической подготовки	***0***	*0*

Содержание учебной дисциплины

Раздел 1 Введение в проектирование интегральных микросхем (Маршруты и этапы проектирования. Восходящее и нисходящее проектирование. Основы функционально-логического, схемотехнического и физико-топологического проектирования. Виды и способы проектирования. Методы описания электронной компонентной базы на различных этапах проектирования. Сравнение различных технологий и методологий проектирования интегральных микросхем. Программируемые логические интегральные схемы. Системы на кристалле. Назначение и характеристики основных программных комплексов САПР микроэлектроники.);

Раздел 2 Проектирование микросхем (Основные способы описания цифровых схем с помощью языков VHDL и VERILOG. Методы и алгоритмы компоновки, размещения элементов и трассировки соединений. Технические требования на разработку топологии элементной базы. Расположение тестовых элементов. Метки совмещения фотошаблонов. Проверка топологии на соответствие технологическим, механическим и электрическим требованиям. Диагностика и исправление ошибок проектирования. Принципы компоновки гибридных и пленочных микросхем. Ограничения при проектировании пленочных и гибридных МС. Типы корпусов и соединений. Особенности применения БИС и СБИС в электронике.).

5 Перечень тем лекций

№ раздела / темы дисциплины	**Темы лекций**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	Основы проектирования ИМС	4	
Раздел 1.	Технологии проектирования ИМС и изготовления шаблонов	4	
Раздел 1.	Технология производства ИМС	4	
Раздел 1.	Назначение и характеристики основных программных комплексов САПР микроэлектроники	2	
Раздел 2.	Язык VHDL	3	
Раздел 2.	Язык VERILOG	3	

Раздел 2.	ПЛИС	4	
Раздел 2.	Пленочные и гибридные МС	4	
Раздел 2.	Моделирование ИМС	4	
Итого:		**32**	**0**

6 Перечень тем практических занятий (семинаров)

№ раздела / темы дисциплины	Темы практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	Разработка топологии гибридной интегральной микросхемы	8	
Раздел 2.	Моделирование ИМС	8	
Итого:		**16**	**0**

7 Перечень тем лабораторных работ

№ раздела / темы дисциплины	Темы лабораторных работ	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	**в форме практической подготовки**
	Отсутствуют		
Итого:		**0**	**0**

8 Перечень тем курсовых работ (проектов)

№ раздела / темы дисциплины	Темы курсовых работ (проектов)	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	**в форме практической подготовки**
	Отсутствуют		
Итого:		**0**	**0**

9 Виды самостоятельной работы

№ раздела / темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	1. Изучение лекционного материала; 2. Изучение теоретического материала; 3. Подготовка к практическому занятию; 4. Прохождение тестирования;	43	

	5. Решение задач.		
Раздел 2.	1. Изучение лекционного материала; 2. Изучение теоретического материала; 3. Подготовка к практическому занятию; 4. Прохождение тестирования; 5. Решение задач.	44	
Контроль	*Подготовка к экзамену*	45	
Итого:		**132**	**0**

10 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

а) литература:

1 Ефимов, И. Е. Основы микроэлектроники : учебник / И. Е. Ефимов, И. Я. Козырь. — 3-е изд. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 384 с. — ISBN 978-5-8114-0866-5. – URL: https://e.lanbook.com/book/167727 (дата обращения: 28.03.2023);

2 Пасынков, В. В. Полупроводниковые приборы : учебное пособие / В. В. Пасынков, Л. К. Чиркин. — 9-е изд. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 480 с. — ISBN 978-5-8114-0368-4. – URL: https://e.lanbook.com/book/167773 (дата обращения: 28.03.2023);

3 Попов, В. Д. Физические основы проектирования кремниевых цифровых интегральных микросхем в монолитном и гибридном исполнении : учебное пособие / В. Д. Попов, Г. Ф. Белова. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 208 с. — ISBN 978-5-8114-1375-1. – URL: https://e.lanbook.com/book/168518 (дата обращения: 28.03.2023);

4 Смирнов, Ю. А. Основы микроэлектроники и микропроцессорной техники : учебное пособие / Ю. А. Смирнов, С. В. Соколов, Е. В. Титов. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 496 с. — ISBN 978-5-8114-1379-9. – URL: https://e.lanbook.com/book/168550 (дата обращения: 28.03.2023);

5 Юзова, В.А. Материалы и компоненты электронных средств : практикум / Юзова В.А., Семенова О.В., Харлашин П.А. – Москва : СФУ, 2012. – 140 с. – ISBN 978-5-7638-2496-4. – URL: https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785763824964.html (дата обращения: 28.03.2023).

б) ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1 Консультант студента : электронно-библиотечная система / ООО «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА». – Москва, [200 –]. – URL: http://www.studentlibrary.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

2 ЛАНЬ : электронно-библиотечная система : [коллекция «Инженерно-технические науки»] / ООО «Издательство ЛАНЬ». – Санкт-Петербург, [200 –]. – URL: http://e.lanbook.com. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

3 НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА eLIBRARY.RU : база данных / ООО «НЭБ». – Москва, [200 –]. – URL: http://elibrary.ru. – Режим доступа: по подписке;

4 Национальная электронная библиотека (НЭБ) : информационная система / ФГБУ «РГБ». – Москва, [2015 –]. – URL: http://rusneb.ru. – Режим доступа: по подписке;

5 Образовательная платформа ЮРАЙТ / ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ». – Москва, [200 –]. – URL: https://urait.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

6 Университетская библиотека онлайн : электронно-библиотечная система / ООО «Директ-Медиа». – Москва, [200 –]. – URL: https://biblioclub.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: http://www.biblioclub.ru;

7 Электронная библиотека // Научно-техническая библиотека СибГИУ : сайт. – Новокузнецк, [200 –]. – URL: http://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: https://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp;

8 Электронные периодические издания ИВИС : универсальная база данных / ООО «ИВИС». – Москва, [200 –]. – URL: http://eivis.ru. – Режим доступа: по подписке;

9 Электронный каталог : сайт / Научно-техническая библиотека СибГИУ. – Новокузнецк, [199 –]. – URL: http://libr.sibsiu.ru. – URL: https://libr.sibsiu.ru.

в) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

– AutoCAD;
– Mathcad;
– Microsoft Office;
– Microsoft Windows.

г) базы данных и информационно-справочные системы:

1 ГАРАНТ : справочно-правовая система / ООО «Правовой центр «Гарант». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.;

2 КонсультантПлюс : справочно-правовая система / ООО «Информационный центр АНВИК». – Новокузнецк, [199 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть библиотеки Сиб. гос. индустр. ун-та.;

3 Техэксперт : информационно-справочная система / ООО «Группа компаний «Кодекс». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.

11 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины включает учебные аудитории, оснащенные оборудованием, компьютерной техникой, и техническими средствами обучения, в том числе:
- учебную аудиторию для проведения занятий лекционного типа, оборудованную учебной доской, экраном и мультимедийным проектором;
- учебную аудиторию для проведения занятий семинарского типа (практических занятий);
- помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, научно-техническую библиотеку СибГИУ.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника».

Составитель(и):

доцент Поползин Иван Юрьевич (кафедра электротехники, электропривода и промышленной электроники).

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и утверждена на заседании кафедры электротехники, электропривода и промышленной электроники.

Приложение

Аннотация
рабочей программы дисциплины «Проектирование электронной компонентной базы»

по направлению подготовки (специальности)
11.03.04 «Электроника и наноэлектроника»
(направленность (профиль): «Промышленная электроника»)
форма обучения – Очная форма

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:

– изучение основ проектирования электронной компонентной базы.

Задачами учебной дисциплины являются:

– освоение современных методов проектирования, основных технологических процессов создания интегральных схем, основ схемотехнического и топологического проектирования интегральных схем;
– усвоение принципов разработки и конструирования интегральных микросхем и устройств на их базе; получение навыков работы с САПР.

2 Место учебной дисциплины в структуре ООП по направлению подготовки (специальности)

Учебная дисциплина относится к учебным дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений **Блока 1 «Дисциплины (модули)»** ООП по направлению подготовки (специальности) 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника».

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

– Основы топологического проектирования;
– Основы технического проектирования;
– Материалы электронной техники;
– Электронная техника;
– Электротехника. Общая часть;
– Электротехника. Специальная часть;
– Основы микропроцессорной техники.

Учебная дисциплина дополняет знания, умения и навыки, получаемые по одновременно изучаемым и последующим дисциплинам:

– Микропроцессорные управляющие и информационные устройства;
– Компоненты электронной техники;
– Схемотехника;

– Моделирование электронных устройств.

3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– Профессиональные компетенции

Наименование категории (группы) ПК	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Планируемые результаты обучения
	ПК-2: Способен к проведению предварительных испытаний опытных образцов изделий "система в корпусе"	ПК-2.2 Использует элементы электронной компонентной базы для создания необходимых условий для проведения испытаний опытных образцов изделий «система в корпусе»	– знать: конструкцию интегральных микросхем. – уметь: рассчитывать параметры элементов ИМС. – владеть: навыками расчета геометрии элементов ИМС.
	ПК-3: Способен к обработке результатов измерений и испытаний опытных образцов изделий "система в корпусе"	ПК-3.1 Определяет объемы и способы организации выборки опытной партии образцов изделий «система в корпусе»	– знать: основные технологии производства ИМС. – уметь: выбирать технологию производства ИМС. – владеть: навыками выбора технологии производства ИМС.
		ПК-3.3 Формирует заключение по данным статистического анализа результатов измерений и испытаний для выборки опытной партии образцов изделий «система в корпусе»	– знать: достоинства и недостатки различных способов корпусирования ИМС. – уметь: выбирать способ корпусирования ИМС. – владеть: навыками выбора типа корпуса ИМС.
	ПК-4: Способен к определению возможных конструктивных вариантов реализации отдельных аналоговых блоков и всего СФ-блока	ПК-4.2 Выбирает набор возможных способов реализации аналоговых блоков и всего СФ-блока, проводит оценочные расчеты характеристик электронных изделий	– знать: принципы расчета габаритов элементов пленочных ИМС. – уметь: рассчитывать размеры элементов пленочных ИМС. – владеть: навыками выбора геометрии и расчета элементов пленочных ИМС.

		ПК-4.3 Применяет встроенные средства программирования и отладки системы автоматизированного проектирования при разработке спецификаций блоков аналоговой подсистемы, подготовке принципиальных и монтажных электрических схем	– знать: основные САПР печатных плат и ИМС. – уметь: работать в САПР печатных плат и ИМС. – владеть: навыками разработки печатных плат и ИМС в САПР.
	ПК-5: Способен к проведению оценочного расчета параметров отдельных аналоговых блоков и СФ-блока в целом и другим нормативным документам	ПК-5.3 Оценивает необходимое быстродействие, пределы потребляемой мощности, площади и других специальных параметров блоков	– знать: ограничения на степень интеграции ИМС. – уметь: проводить тепловой расчет. – владеть: навыками теплового расчета.
	ПК-6: Способен к разработке первичного варианта схемотехнического описания отдельных аналоговых блоков	ПК-6.1 Разрабатывает схемотехнические решения аналоговых субблоков, создания символьных представлений	– знать: принципы условного обозначения и маркировки ИМС. – уметь: создавать электрические принципиальные схемы на основе ИМС. – владеть: навыками создания собственных представлений ИМС в САПР.
		ПК-6.2 Строит список соединений на основе графической электрической схемы	– знать: принципы построения и назначение списка соединений. – уметь: автоматически создавать список соединений в САПР. – владеть: навыками создания списка соединений.
	ПК-7: Способен к разработке	ПК-7.1 Разрабатывает скорректированные	– знать: принципы схемотехнического

	уточненного (полного) варианта схемотехнического описания всего аналогового СФ-блока	схемотехнические описания отдельных аналоговых блоков с применением аналитических и машинных методов	описания элементов электрических схем. – уметь: разрабатывать и корректировать описания элементов в САПР. – владеть: навыками разработки схемотехнических описаний элементов.
		ПК-7.2 Проводит интеграцию схемотехнических решений аналоговых субблоков в состав всего СФ-блока	– знать: способы подключения ИМС к схемам. – уметь: выбирать тип соединений ИМС в соответствии с заданием. – владеть: навыками выбора типа соединений ИМС.
		ПК-7.3 Строит иерархическую структуру из аналоговых субблоков, представляющую всю аналоговую подсистему в целом	– знать: принципы иерархического проектирования. – уметь: применять принципы иерархического проектирования. – владеть: навыками иерархического проектирования.

4 Объем учебной дисциплины

Семестр / курс		***ИТОГО***	***5 семестр***
Форма промежуточной аттестации			*экзамен*
Трудоёмкость	*академ. час.*	***180***	*180*
	зачетных единиц	***5***	*5*
Лекции, *академ. час.*		***32***	*32*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Лабораторные работы, *академ. час.*		***0***	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Практические занятия, *академ. час.*		***16***	*16*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Курсовая работа / проект, *академ. час.*		***0***	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Консультации, *академ. час.*		***0***	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Самостоятельная работа, *академ. час.*		***87***	*87*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Контроль, *академ. час.*		***45***	*45*
в форме практической подготовки		***0***	*0*

5 Краткое содержание учебной дисциплины

В структуре учебной дисциплины выделяются следующие основные разделы (темы):

Раздел 1 Введение в проектирование интегральных микросхем (Маршруты и этапы проектирования. Восходящее и нисходящее проектирование. Основы функционально-логического, схемотехнического и физико-топологического проектирования. Виды и способы проектирования. Методы описания электронной компонентной базы на различных этапах проектирования. Сравнение различных технологий и методологий проектирования интегральных микросхем. Программируемые логические интегральные схемы. Системы на кристалле. Назначение и характеристики основных программных комплексов САПР микроэлектроники.);

Раздел 2 Проектирование микросхем (Основные способы описания цифровых схем с помощью языков VHDL и VERILOG. Методы и алгоритмы компоновки, размещения элементов и трассировки соединений. Технические требования на разработку топологии элементной базы. Расположение тестовых элементов. Метки совмещения фотошаблонов. Проверка топологии на соответствие технологическим, механическим и электрическим требованиям. Диагностика и исправление ошибок проектирования. Принципы компоновки гибридных и пленочных микросхем. Ограничения при проектировании пленочных и гибридных МС. Типы корпусов и соединений. Особенности применения БИС и СБИС в электронике.).

6 Составитель(и):

доцент Поползин Иван Юрьевич (кафедра электротехники, электропривода и промышленной электроники).