

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Максимов Алексей Борисович

Должность: директор департамента по образовательной политике

Дата подписания: 12.10.2026 17:00:48

Уникальный идентификатор:

8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования**

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета

«Информационных технологий»



 / Д.Г. Демидов /

« 26 » февраль 2026 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Основы проектирования электронной компонентной базы**

Направление подготовки

09.03.01 Информатика и вычислительная техника

Профиль подготовки (образовательная программа)

«Программирование электронных устройств и систем»

Год начала обучения:

2026

Квалификация (степень) выпускника

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Москва – 2026

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО и учебного плана Московского политехнического университета по направлению (специальности) 09.03.01 Информатики и вычислительная техника, по профилю подготовки Программирование электронных устройств и систем.

Разработчик(и):

к. ф.-м. н., доцент кафедры



/ Т.Т. Идиатуллов /

Согласовано:

Заведующий кафедрой
«СМАРТ-технологии»,
к.т.н., доцент



/ Е.В. Петрунина /

Содержание

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы
3. Структура и содержание дисциплины
 - 3.1 Виды учебной работы и трудоемкость
 - 3.2 Тематический план изучения дисциплины (по формам обучения)
 - 3.3 Содержание дисциплины
 - 3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий
 - 3.5 Тематика вопросов для самостоятельного изучения
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение
 - 4.1 Нормативные документы и ГОСТы
 - 4.2. Основная литература
 - 4.3 Дополнительная литература
 - 4.4 Электронные образовательные ресурсы
 - 4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение
 - 4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы
5. Материально-техническое обеспечение
6. Методические рекомендации
 - 6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения
 - 6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины
 - 6.3 Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
7. Фонд оценочных средств
 - 7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения
 - 7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения
- Приложение 1
- Приложение 2

1 Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

К основным целям освоения дисциплины «Основы проектирования электронной компонентной базы» следует отнести:

- формирование у обучающихся системного представления о физико-технологических основах и принципах проектирования электронной компонентной базы;
- ознакомление обучающихся с методами расчета параметров пассивных элементов, полупроводниковых приборов и интегральных микросхем;
- формирование навыков проектирования и оценки характеристик элементов электронной компонентной базы для устройств и информационных систем умных пространств.

К основным задачам освоения дисциплины «Основы проектирования электронной компонентной базы» следует отнести:

- изучение классификации электронных компонентов и их основных характеристик;
- изучение физико-технологических основ производства полупроводниковых приборов;
- изучение принципов проектирования пассивных элементов: резисторов, конденсаторов, индуктивностей;
- изучение принципов проектирования полупроводниковых приборов: диодов и транзисторов;
- изучение основ проектирования интегральных микросхем;
- изучение технологических маршрутов изготовления электронной компонентной базы;
- приобретение навыков расчета параметров и оценки надежности электронных компонентов;
- приобретение навыков разработки, тестирования и защиты законченного проекта элемента электронной компонентной базы для устройства умного пространства.

Обучение по дисциплине «Основы проектирования электронной компонентной базы» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции
---------------------------------------	--

ПК-3. Способен разрабатывать и отлаживать программное обеспечение микропроцессорных систем и цифровых устройств	ИПК-3.1. Знает физико-технологические основы и принципы проектирования электронной компонентной базы ИПК-3.2. Умеет проектировать и рассчитывать параметры элементов электронной компонентной базы с применением современных инструментальных средств ИПК-3.3. Имеет навыки разработки технологических маршрутов и оценки характеристик спроектированных электронных компонентов
--	---

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Основы проектирования электронной компонентной базы» относится к числу профессиональных учебных дисциплин базового цикла (Б1.2) части, формируемой участниками образовательных отношений основной образовательной программы бакалавриата по направлению подготовки 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника», профиль «Программирование электронных устройств и систем».

Изучение дисциплины опирается на знания, умения и навыки, приобретенные в предшествующих дисциплинах: «Схемотехника аналоговых электронных устройств», «Цифровая схемотехника», «Сенсорная электроника».

Дисциплина обеспечивает изучение дисциплины «Промышленная автоматизация и интернет вещей», а также выполнение курсовых работ и выпускной квалификационной работы.

3 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, т.е. 144 академических часа, из них аудиторных — 72 часа, самостоятельная работа обучающихся — 72 часа. Форма промежуточной аттестации — экзамен в 7 семестре.

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

(по очной форме обучения)

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестр 7
1	Аудиторные занятия	72	72
	В том числе:		
1.1	Лекции	18	18
1.2	Семинарские/практические занятия	-	-
1.3	Лабораторные занятия	54	54
2	Самостоятельная работа	72	72
3	Промежуточная аттестация	экзамен	экзамен
	Итого:	144	144

3.2 Тематический план изучения дисциплины

(по очной форме обучения)

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Всего, час.	Лекции	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1	Тема 1. Введение в электронную компонентную базу. Классификация электронных компонентов	16	2	6	8
2	Тема 2. Физико-технологические основы производства полупроводниковых приборов	16	2	6	8
3	Тема 3. Проектирование пассивных элементов: резисторов, конденсаторов, индуктивностей	16	2	6	8
4	Тема 4. Проектирование полупроводниковых приборов: диодов и транзисторов	16	2	6	8
5	Тема 5. Основы проектирования интегральных микросхем	16	2	6	8
6	Тема 6. Технологические маршруты изготовления электронной компонентной базы	16	2	6	8
7	Тема 7. Комплексное проектирование элемента электронной компонентной базы	48	6	18	24

	для устройства умного пространства				
	Итого	144	18	54	72

3.3 Содержание дисциплины

3.3.1 Содержание лекционных занятий (18 часов)

Тема 1. Введение в электронную компонентную базу. Классификация электронных компонентов (2 ч)

Понятие электронной компонентной базы, ее роль в электронном приборостроении. Классификация электронных компонентов: пассивные (резисторы, конденсаторы, индуктивности) и активные (диоды, транзисторы, интегральные микросхемы) элементы. Обзор материалов электронной техники: проводники, полупроводники, диэлектрики. Требования к электронной компонентной базе для устройств умных пространств: миниатюрность, надежность, температурная стабильность.

Тема 2. Физико-технологические основы производства полупроводниковых приборов (2 ч)

Физические свойства полупроводников: собственная и примесная проводимость, электронно-дырочный переход. Основные технологические операции производства полупроводниковых приборов: эпитаксия, диффузия, ионная имплантация, окисление, фотолитография. Понятие интегральной технологии, планарный процесс изготовления полупроводниковых структур. Контроль качества и параметров полупроводниковых структур на различных этапах производства.

Тема 3. Проектирование пассивных элементов: резисторов, конденсаторов, индуктивностей (2 ч)

Конструктивные разновидности резисторов электронной компонентной базы: пленочные, диффузионные, ионно-имплантированные. Расчет номинального сопротивления и допустимой мощности рассеяния резистора. Конструкции конденсаторов: пленочные, МОП-структуры, расчет удельной емкости. Особенности реализации индуктивных элементов в интегральном исполнении, ограничения по добротности и номиналу.

Тема 4. Проектирование полупроводниковых приборов: диодов и транзисторов (2 ч)

Конструкция и принцип действия планарного диода, расчет вольт-амперной характеристики. Конструкция биполярного транзистора: расчет

параметров базовой, эмиттерной и коллекторной областей, коэффициента усиления по току. Конструкция полевого транзистора с изолированным затвором (МОП-транзистора), расчет порогового напряжения и крутизны характеристики. Особенности проектирования приборов для работы на повышенных частотах.

Тема 5. Основы проектирования интегральных микросхем (2 ч)

Понятие степени интеграции, классификация интегральных микросхем по степени интеграции. Этапы проектирования интегральной микросхемы: схемотехническое проектирование, топологическое проектирование, верификация проекта. Проектные нормы и правила проектирования топологии (design rules), их влияние на плотность компоновки. Особенности проектирования интегральных микросхем для устройств умных пространств с учетом требований по энергопотреблению.

Тема 6. Технологические маршруты изготовления электронной компонентной базы (2 ч)

Понятие технологического маршрута, последовательность технологических операций при изготовлении интегральной микросхемы. Разработка комплекта фотошаблонов для реализации топологии. Понятие выхода годных изделий, факторы, влияющие на его величину. Методы повышения выхода годных изделий и обеспечения надежности электронной компонентной базы.

Тема 7. Комплексное проектирование элемента электронной компонентной базы для устройства умного пространства (6 ч)

Этапы комплексного проектирования электронного компонента: формирование технического задания, выбор конструктивно-технологического варианта реализации, расчет параметров, разработка топологии, оценка технологичности. Согласование характеристик проектируемого компонента с требованиями устройства умного пространства, в котором он будет применяться. Оценка надежности и стоимости изготовления спроектированного компонента. Оформление конструкторско-технологической документации, подготовка к защите проекта.

3.3.2 Содержание лабораторных занятий (54 часа)

Лабораторная работа № 1. Расчет параметров пленочного резистора (6 ч)

Расчет геометрических размеров пленочного резистора заданного номинала с учетом допустимой мощности рассеяния. Выбор материала резистивной пленки и оценка температурного коэффициента сопротивления.

Лабораторная работа № 2. Расчет параметров конденсатора электронной компонентной базы (6 ч)

Расчет площади обкладок конденсатора заданной емкости для выбранной структуры и диэлектрика. Оценка добротности и температурной стабильности рассчитанного конденсатора.

Лабораторная работа № 3. Расчет параметров планарного диода (6 ч)

Расчет параметров р-п перехода планарного диода для получения заданных характеристик (прямого падения напряжения, обратного тока). Построение расчетной вольт-амперной характеристики диода.

Лабораторная работа № 4. Расчет параметров биполярного транзистора (6 ч)

Расчет геометрических размеров и уровней легирования областей биполярного транзистора для получения заданного коэффициента усиления по току. Оценка граничной частоты усиления рассчитанного транзистора.

Лабораторная работа № 5. Расчет параметров полевого транзистора (6 ч)

Расчет параметров МОП-транзистора: порогового напряжения, крутизны характеристики для заданных технологических параметров. Построение расчетной проходной характеристики транзистора.

Лабораторная работа № 6. Проектирование топологии простейшей интегральной микросхемы (6 ч)

Разработка топологии простейшей интегральной микросхемы (например, логического элемента) с соблюдением проектных норм. Проверка топологии на соответствие правилам проектирования (design rule check).

Лабораторная работа № 7. Разработка технологического маршрута изготовления полупроводникового прибора (6 ч)

Разработка последовательности технологических операций для изготовления заданного полупроводникового прибора. Определение необходимого комплекта фотошаблонов для реализации разработанного технологического маршрута.

Лабораторная работа № 8. Оценка выхода годных изделий и надежности электронной компонентной базы (6 ч)

Расчет вероятного выхода годных изделий для заданной топологии и технологического процесса. Оценка показателей надежности спроектированного электронного компонента с учетом условий эксплуатации.

Лабораторная работа № 9. Комплексный проект: разработка элемента электронной компонентной базы для устройства умного пространства (6 ч)

Выполнение комплексного проекта по разработке элемента электронной компонентной базы (пассивного элемента, диода, транзистора или простейшей микросхемы) для заданного устройства умного пространства: расчет параметров, разработка топологии, оценка технологичности и надежности. Оформление отчета и защита результатов проекта.

3.3.3 Содержание самостоятельной работы обучающихся (72 часа)

Самостоятельная работа обучающихся включает следующие виды деятельности:

- проработка конспектов лекций и изучение разделов дисциплины, вынесенных на самостоятельное изучение, по рекомендованной литературе и электронным образовательным ресурсам;
- изучение технической документации на современную элементную базу и технологические процессы ее производства;
- подготовка к выполнению и защите практических работ, оформление отчетов;
- выполнение расчетно-графических заданий по проектированию элементов электронной компонентной базы;
- подготовка обзора (реферата) по современным тенденциям развития электронной компонентной базы;
- выполнение индивидуального задания по разработке электронного компонента для устройства умного пространства;
- подготовка к тестированию и к экзамену.

4 Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

1. Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации».
2. Приказ Минобрнауки России от 19.09.2017 № 929 (ред. от 08.02.2021) «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования — бакалавриат по направлению подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника» (Зарегистрировано в Минюсте России 10 октября 2017 г. № 48489).

3. Академический учебный план. Направление подготовки: 09.03.01 Информатика и вычислительная техника. Профиль: Программирование электронных устройств и систем. Форма обучения: очная.
4. Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Московский политехнический университет» (утверждено приказом Московского Политеха от 01.12.2022 № 1375ОД).
5. ГОСТ 2.741-68 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Элементы аналоговой техники.
6. ГОСТ Р 57623-2017. Изделия электронной техники. Основные термины и определения.

4.2. Основная литература

1. Зи, С. Физика полупроводниковых приборов : в 2 кн. / С. Зи. — Москва : Мир, 1984. — 1104 с.
2. Пасынков, В. В. Полупроводниковые приборы : учебник / В. В. Пасынков, Л. К. Чиркин. — Санкт-Петербург : Лань, 2006. — 480 с.
3. Коледов, Л. А. Технология и конструкции микросхем, микропроцессоров и микросборок : учебное пособие / Л. А. Коледов. — Санкт-Петербург : Лань, 2007. — 400 с.

4.3 Дополнительная литература

1. Степаненко, И. П. Основы теории транзисторов и транзисторных схем : учебник / И. П. Степаненко. — Москва : Энергия, 1977. — 672 с.
2. Курносов, А. И. Технология производства полупроводниковых приборов и интегральных микросхем : учебное пособие / А. И. Курносов, В. В. Юдин. — Москва : Высшая школа, 1986. — 368 с.
3. Мулл, Р. Основы физики и технологии полупроводниковых приборов / Р. Мулл, К. Кейминс. — Москва : Мир, 1985. — 456 с.

4.4 Электронные образовательные ресурсы

1. Курс в ЛМС Московского политехнического университета. — <https://lms.mospolytech.ru/>
2. Электронно-библиотечная система «Лань». — <https://e.lanbook.com/>
3. Электронно-библиотечная система «Юрайт». — <https://urait.ru/>

4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

1. Операционная система Windows 10 (или выше) — Microsoft Open License.
2. Офисные приложения Microsoft Office 2016 (или выше) — Microsoft Office 2016.
3. Система схемотехнического моделирования на основе SPICE (например, LTspice) — свободно распространяемое ПО.
4. Система проектирования топологии интегральных микросхем (учебная версия либо отечественный аналог).

4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Информационная система «Техэксперт»: нормативно-техническая документация. — <https://cntd.ru/>
2. Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. — <https://docs.cntd.ru/>

5 Материально-техническое обеспечение

Для проведения всех видов занятий необходимо презентационное оборудование (мультимедийный проектор, компьютер, экран) — 1 комплект.

Для проведения практических занятий необходимо наличие компьютерного класса, оборудованного современной вычислительной техникой из расчета одно рабочее место на одного обучающегося с доступом в сеть Интернет, а также образцов электронных компонентов и конструкторско-технологической документации на них.

6 Методические рекомендации

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

При подготовке к занятиям следует предварительно проработать материал занятия, предусмотрев его подачу точно в отведенное для этого время занятия. Следует подготовить необходимые материалы — техническую документацию на электронные компоненты, примеры расчетов, задания для практических занятий.

Практические занятия целесообразно выстраивать по принципу постепенного усложнения: от расчета пассивных элементов к проектированию полупроводниковых приборов и интегральных микросхем, а затем к разработке технологических маршрутов и комплексному проектированию электронного компонента.

При проведении занятий рекомендуется использовать разбор реальных электронных компонентов, применяемых в устройствах умных пространств, чтобы обучающиеся видели практическую значимость изучаемого материала.

При проверке работ и отчетов следует учитывать не только формальное соответствие требованиям задания, но и корректность выполненных расчетов и технологичность предложенных конструктивных решений.

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Изучение дисциплины осуществляется в строгом соответствии с целевой установкой в тесной взаимосвязи с учебным планом. Основой теоретической подготовки обучающихся являются лекции.

В процессе самостоятельной работы обучающиеся закрепляют и углубляют знания, полученные во время аудиторных занятий, дорабатывают конспекты лекций, изучают техническую документацию на электронные компоненты, готовятся к защите практических работ и к экзамену, а также самостоятельно изучают отдельные темы учебной программы.

Особое внимание при подготовке следует уделять приобретению практических навыков расчета параметров электронных компонентов и понимания взаимосвязи между конструкцией компонента, технологией его изготовления и получаемыми характеристиками. Рекомендуется регулярно анализировать примеры конструктивно-технологических решений реальной электронной компонентной базы.

6.3 Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости для обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья с учетом их индивидуальных потребностей и по личному заявлению обеспечивается: предоставление учебных материалов в доступных форматах, использование при необходимости специализированных технических средств обучения, увеличение продолжительности выполнения практических и контрольных работ, выбор мест прохождения практики и проведения занятий с учетом состояния здоровья обучающегося, а также иные условия, предусмотренные локальными нормативными актами университета.

7 Фонд оценочных средств

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы обучающихся, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации:

- подготовка к решению прикладных задач;
- выполнение и защита практических работ, оформление отчетов;
- выполнение расчетно-графических заданий и их защита;
- выполнение индивидуального задания по разработке электронного компонента для устройства умного пространства;
- подготовка обзора (реферата) по современным тенденциям развития электронной компонентной базы;
- тест;
- экзамен.

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

ПК-3. Способен разрабатывать и отлаживать программное обеспечение микропроцессорных систем и цифровых устройств

Показатель	2	3	4	5
знать: физико-технологические основы и принципы проектирования электронной компонентной базы	Обучающийся демонстрирует полное соответствие или отсутствие недостаточное соответствие указанных знаний	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие знаний, освещена основная, наиболее важная часть материала, допущена одна значительная ошибка или неточность	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие указанных знаний, допускаются 2–3 несущественные ошибки и неточности	Обучающийся демонстрирует полное соответствие указанных знаний, свободно оперирует материалом дисциплины
уметь: проектировать и рассчитывать параметры элементов электронной компонентной базы с применением современных	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет выполнять указанные действия	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие указанных умений, испытывает	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие указанных умений, допускает	Обучающийся демонстрирует полное соответствие указанных умений, уверенно

инструментальных средств		значительные затруднения при переносе умений на новые ситуации	незначительные ошибки неточности	применяет их в нестандартных ситуациях
владеть: навыками разработки технологических маршрутов и оценки характеристик спроектированных электронных компонентов	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет указанными навыками	Обучающийся владеет указанными навыками, но допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность навыков по ряду показателей	Обучающийся владеет указанными навыками, допускаются незначительные ошибки и затруднения при практических операциях	Обучающийся в полном объеме владеет указанными навыками, свободно оперирует приобретенными знаниями

Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание:

Форма промежуточной аттестации: экзамен.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), а также по результатам устного ответа обучающегося на вопросы экзаменационного билета. При выставлении оценки учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю), методом экспертной оценки.

Оценка	Критерии оценивания
5 (отлично)	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Обучающийся демонстрирует глубокие и систематизированные знания материала дисциплины, свободно оперирует основными понятиями, уверенно и полно отвечает на вопросы экзаменационного билета и дополнительные вопросы.
4 (хорошо)	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Обучающийся демонстрирует хорошие знания материала дисциплины, достаточно полно отвечает на вопросы экзаменационного билета, но допускает отдельные

	неточности, устраняемые с помощью уточняющих вопросов.
3 (удовлетворительно)	Выполнены основные виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Обучающийся демонстрирует знание основного материала дисциплины, но отвечает на вопросы экзаменационного билета неполно либо с существенными неточностями, требующими наводящих вопросов.
2 (неудовлетворительно)	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Обучающийся не может ответить на вопросы экзаменационного билета либо демонстрирует существенные пробелы в знаниях материала дисциплины, не устраняемые дополнительными вопросами.

7.3 Оценочные средства

7.3.1 Список вопросов к экзамену

1. Понятие электронной компонентной базы, ее классификация.
2. Материалы электронной техники: проводники, полупроводники, диэлектрики.
3. Физические свойства полупроводников: собственная и примесная проводимость.
4. Понятие электронно-дырочного перехода.
5. Основные технологические операции производства полупроводниковых приборов.
6. Понятие интегральной технологии, планарный процесс.
7. Конструктивные разновидности резисторов электронной компонентной базы.
8. Расчет номинального сопротивления и допустимой мощности рассеяния резистора.
9. Конструкции конденсаторов электронной компонентной базы.
10. Особенности реализации индуктивных элементов в интегральном исполнении.
11. Конструкция и принцип действия планарного диода.
12. Конструкция биполярного транзистора, расчет коэффициента усиления по току.

13. Конструкция МОП-транзистора, расчет порогового напряжения и крутизны характеристики.
14. Понятие степени интеграции, классификация интегральных микросхем.
15. Этапы проектирования интегральной микросхемы.
16. Проектные нормы и правила проектирования топологии.
17. Понятие технологического маршрута изготовления интегральной микросхемы.
18. Разработка комплекта фотошаблонов для реализации топологии.
19. Понятие выхода годных изделий, факторы, влияющие на его величину.
20. Методы повышения выхода годных изделий и обеспечения надежности.
21. Этапы комплексного проектирования электронного компонента.
22. Особенности проектирования электронной компонентной базы для устройств умных пространств.