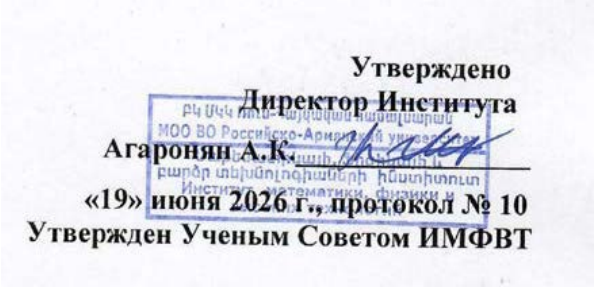
Межгосударственная организация высшего образования
«Российско-Армянский университет»



Утверждено
Директор Института
Агаронян А.К. _____
«19» июня 2026 г., протокол № 10
Утвержден Ученым Советом ИМФВТ

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.0.02 Проектирование и технология электронных компонентов базы

Автор **Папян Эдгар Тигранович**
Ф.И.О, ученое звание (при наличии), ученая степень (при наличии)

Направление подготовки: 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника»

Наименование образовательной программы: «Микроэлектронные схемы и системы»

Согласовано:

Зав. Кафедрой Микроэлектронных схем и систем

Меликян В.Ш.



(подпись)

1. АННОТАЦИЯ

1.1. Краткое описание содержания данной дисциплины

В курсе излагаются основные концепции проектирования и технологии интегральных схем и систем, а также всех процедур, лежащих в основе изготовления элементной базы современной электроники. Подробно рассматриваются основные технологические процессы изготовления интегральных схем; конструктивно-технологические особенности проектирования базовых элементов; исследование проблем однородности и воспроизводимости электрических параметров микросхем; изучение различных видов контроля технологических слоев и физической структуры; общие характеристики правил проектирования. Излагаются основные освоение типовые базовые технологические процессы производства микроэлектронных компонентов и устройств с использованием современных методов моделирования.

1.2. Трудоемкость в академических кредитах и часах, формы итогового контроля (108ч., лек.16ч., пр.16ч., СР 76, з.е.3, зачет) .

1.3. Взаимосвязь дисциплины с другими дисциплинами учебного плана специальности (направления)

Данная дисциплина взаимосвязана с такими дисциплинами как микро- и нано-электроника, технология полупроводниковых материалов и приборов, схемотехника.

1.4. Результаты освоения программы дисциплины:

В результате изучения курса лекций по предмету «Проектирование и технология электронной компонентной базы» студент должен

знать

тенденции и перспективы развития электроники и наноэлектроники, а также смежных областей науки и техники;
элементный базис интегральных схем: эквивалентные модели и вольтамперные характеристики биполярных и полевых транзисторов, диодов, резисторов и конденсаторов, реализованных в интегральном исполнении, а также схемотехнические решения функциональных базовых элементов, используемых для реализации цифровых и аналоговых схем; методы расчета, проектирования, конструирования и модернизации электронной компонентной базы.

уметь

проектировать базовые электронные элементы, выполнять параметрическую
оптимизацию с учетом влияния дестабилизирующих факторов для обеспечения характеристик и параметров, соответствующих техническому заданию; разрабатывать физические и математические модели приборов и устройств электроники и наноэлектроники;

владеть

методами проектирования электронной компонентной базы и технологических процессов электроники и наноэлектроники; методами математического моделирования технологических процессов с целью их оптимизации;

Код компетенции *(в соответствии рабочим с учебным планом)*	**Наименование компетенции** *(в соответствии рабочим с учебным планом)*	**Код индикатора достижения компетенций** *(в соответствии рабочим с учебным планом)*	**Наименование индикатора достижений компетенций***(в соответствии рабочим с учебным планом)*
УК-1.	***Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий***	***УК-1.1***	Знает методы поиска информации, ее системного и критического анализа, также системные связи и отношения между явлениями, процессами и объектами.
		УК 1.2	Умеет применять системный подход для решения поставленных задач и методы поиска информации из разных источников.
		УК-1.3	Владеет методами поиска, критического анализа и синтеза информации и методикой системного подхода для решения поставленных задач
ОПК-3	***Способен приобретать и использовать новую информацию в своей предметной области, предлагать новые идеи и подходы к решению инженерных задач***	***ОПК-3.1***	Знает современные принципы поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате информации
		ОПК-3.2	Умеет решать задачи обработки данных с помощью современных средств автоматизации
		ОПК-3.3	Владеет навыками обеспечения информационной безопасности

2. УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА

2.1. Цели и задачи дисциплины

Цель преподавания дисциплины:

Основная цель - дать представления об основных концепциях проектирования и технологии интегральных схем и систем, а также всех процедур, лежащих в основе изготовления элементной базы современной электроники, подготовить слушателя данного курса к дальнейшему изучению специальной литературы по отдельным вопросам данной области и к технически грамотному проектированию и разработке электронной компонентной базы.
Учебная программа ориентирована на подготовку высококвалифицированных кадров в области современных проблем полупроводниковой электроники.
Учебная задача:
Формирование специальных знаний в области физико-технологического проектирования как неотъемлемой и обязательной части всего маршрута проектирования.
В задачи входят: рассмотрение общих вопросов физико-технологического проектирования; конструктивно-технологические особенности проектирования базовых элементов; исследование проблем однородности и воспроизводимости электрических параметров микросхем; изучение различных видов контроля технологических слоев и физической структуры; общие характеристики правил проектирования.
Обучение студентов основным аспектам проектирования интегральных схем и систем, ознакомление с общими концепциями в области физико-технического проектирования, включая основные проектные процедуры - структурный синтез, составление и анализ математической модели, параметрическая оптимизация и статистический анализ.
Изучение и освоение типовых базовых технологических процессов производства микроэлектронных компонентов и устройств с использованием современных методов моделирования.
Знание этих вопросов позволит создавать сложнейшие электронные системы, содержащие миллионы электронных компонентов.

2.2. Трудоемкость дисциплины и виды учебной работы (в академических часах и зачетных единицах)

Виды учебной работы	**Всего, в акад. часах**	**Распределение по семестрам**					
		___ сем	**___ сем**	**___ сем**	**___ сем.**	**___ сем**	**____ сем.**
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**
1. Общая трудоемкость изучения дисциплины по семестрам, в т. ч.:	**108**						
1.1. Аудиторные занятия, в т. ч.:	**32**						
1.1.1. Лекции	**16**						
1.1.2. Практические занятия, в т. ч.	**16**						
1.2. Самостоятельная работа, в т. ч.:	**76**						
Итоговый контроль (Экзамен, Зачет, диф. зачет - указать)	**зачет**						

2.3. Содержание дисциплины

2.3.1. Тематический план и трудоемкость аудиторных занятий (модули, разделы дисциплины и виды занятий) по рабочему учебному плану

Разделы и темы дисциплины	Всего (ак. часов)	Лекции (ак. часов)	Практ. Зан. (ак. часов)
Модуль 1. Принципы проектирования и технологии микроэлектронных компонентов	**18**	**10**	**8**
Введение	**1**	**1**	
Раздел 1. Общая характеристика электронной компонентной базы	**9**	**5**	**4**
Тема 1.1. Классификация электронных схем (ЭС), характеристики и параметры.	**2**	**1**	**1**
Тема 1.2. Разновидности, структура , конструкции, характеристики ЭС.	**2**	**1**	**1**
Тема 1.3. Статические и динамические характеристики компонентов ИС.	**3**	**2**	**1**
Тема 1.4. Микросхемы и их конструктивно-технологические разновидности.	**2**	**1**	**1**
Раздел 2. Пассивные и активные элементы интегральных схем (ИС)	**8**	**4**	**4**
Тема 2.1. Формирование пассивных элементов в ИС.	**2**	**1**	**1**
Тема 2.2. Формирование активных элементов в ИС.	**2**	**1**	**1**
Тема 2.3. Эквивалентные схемы и уравнения ВАХ диодов, транзисторов, резисторов, конденсаторов.	**3**	**1**	**2**
Модуль 2. Вопросы проектирования и моделирования приборов и ИС	**15**	**7**	**8**
Раздел 3. Современные возможности проектирования и моделирования приборов и ИС.	**8**	**4**	**4**
Тема 3.1. Общая характеристика процесса проектирования и технологии электронной компонентной базы.	**2**	**1**	**1**
Тема 3.2. Основные технологические процессы изготовления электронной компонентной базы.	**2**	**1**	**1**
Тема 3.3. Маршруты, методы и этапы проектирования активных и пассивных компонентов и устройств.	**4**	**2**	**2**
Раздел 4. Моделирование и расчет характеристик микроэлектронных компонентов и устройств.	**6**	**2**	**4**
Тема 4.1. Типовые базовые технологические процессы производства компонентов и устройств.	**2**	**1**	**1**

Тема 4.2. Проектирование и моделирование технологического процесса формирования структуры полупроводникового прибора.	**2**	**1**	**1**
Тема 4.3. Моделирование кремниевых приборов.	**3**	**1**	**2**
Раздел 5. Заключение **Тенденции развития микро- и нано- электроники.**	**1**	**1**	
ИТОГО:	**32**	**16**	**16**

2.3.2. Краткое содержание разделов дисциплины в виде тематического плана

Введение

Раздел 1. Классификация электронных схем (ЭС), характеристики и параметры

Тема 1.1. Общая характеристика электронной компонентной базы

Тема 1.2. Разновидности, структура, конструкции, характеристики ЭС

Тема 1.3. Статические и динамические характеристики компонентов ИС.

Тема 1.4. Микросхемы и их конструктивно -технологические разновидности.

Раздел 2. Пассивные и активные элементы интегральных схем (ИС)

Тема 2.1. Формирование пассивных элементов в ИС

Тема 2.2 Формирование активных элементов в ИС

Тема 2.3. Эквивалентные схемы и уравнения ВАХ диодов, транзисторов, резисторов, конденсаторов

Раздел 3. Современные возможности проектирования и моделирования приборов и ИС

Тема 3.1. Общая характеристика процесса проектирования и технологии электронной компонентной базы.

Тема 3.2. Основные технологические процессы изготовления электронной компонентной базы

Тема 3.3. Маршруты, методы и этапы проектирования активных и пассивных компонентов и устройств

Раздел 4. Моделирование и расчет характеристик микроэлектронных компонентов и устройств

Тема 4.1. Типовые базовые технологические процессы производства компонентов и устройств

Тема 4.2. Проектирование и моделирование технологического процесса формирования структуры полупроводникового прибора

Тема 4.3. Моделирование кремниевых приборов.

Раздел 5. Заключение

Тенденции развития микро- и нано-электроники.

2.3.3. Краткое содержание практических занятий

1. Технологии тонких и наноразмерных пленок.
2. Особенности технологии и методы создания БИС и СБИС.
3. Кинетические процессы в полупроводниковых структурах.
4. Технологические методы и приёмы создания ИМС: очистка пластин (подложек), получение слоёв диэлектриков, литография, (в том числе оптическая, рентгеновская, электронно-лучевая и ионно-лучевая), диффузионные процессы, эпитаксиальное наращивание.
5. Фотоэлектрические явления в полупроводниках. Расчет барьерной и диффузионной емкостей перехода.
6. Транзисторы со сверхтонким основанием. МОП-транзисторы с управляемой проходимостью канала. МОП-транзисторы с двойным затвором. Вертикальные МОП-транзисторы. Определение характеристик и параметров МОП-транзисторов.
7. Технология легирования полупроводниковых пластин. Расчет распределения примесей и режимов диффузионных процессов и ионной имплантации в планарной технологии (прямая и обратная задачи).

2.4. Модульная структура дисциплины с распределением весов по формам контролей

Формы контролей	Вес формы (форм) текущего контроля в результирующей оценке текущего контроля (по модулям)		Вес формы промежуточного контроля в итоговой оценке промежуточного контроля		Вес итоговой оценки промежуточного контроля в результирующей оценке промежуточных контролей		Вес итоговой оценки промежуточного контроля в результирующей оценке промежуточных контролей (семестровой оценке)	Веса результирующей оценки промежуточных контролей и оценки итогового контроля в результирующей оценке итогового контроля
Вид учебной работы/контроля	**М1**[1]	**М2**	**М1**	**М2**	**М1**	**М2**		

[1] Учебный Модуль

Контрольная работа *(при наличии)*	1	1	1	1				
Веса результирующих оценок текущих контролей в итоговых оценках промежуточных контролей					0,5	0,5		
Веса оценок промежуточных контролей в итоговых оценках промежуточных контролей					0,5	0,5		
Вес итоговой оценки 1-го промежуточного контроля в результирующей оценке промежуточных контролей							0,5	
Вес итоговой оценки 2-го промежуточного контроля в результирующей оценке промежуточных контролей							0,5	
Вес результирующей оценки промежуточных контролей в результирующей оценке итогового контроля								0,5
Вес итогового контроля (Экзамен/зачет) в результирующей оценке итогового контроля								0,5
	∑ = 1	**∑ = 1**	**∑ = 1**	**∑ = 1**	**∑ = 1**	**∑ = 1**	**∑ = 1**	**∑ = 1**

3. Теоретический блок *(указываются материалы, необходимые для освоения учебной программы дисциплины)*

3.1. Материалы по теоретической части курса

3.1.1. Учебник(и)

Основная литература

1. Ицкович, В. М. Электроника. Часть 1 : Учебное пособие [Электронный ресурс] / В. М. Ицкович, В. А. Шалимов. - Томск: ФДО ТУСУР, 2016. - 209 с.
2. Гуртов, В.А. Физика твердого тела для инженеров: учебное пособие / В.А. Гуртов, Р.Н. Осауленко; науч. ред. Л.А. Алешина. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Техносфера, 2012. – 560 с.
3. Смирнов, Ю.А. Физические основы электроники : учебное пособие / Ю.А. Смирнов, С.В. Соколов, Е.В. Титов. - 2-е изд., испр. - Санкт-Петербург: Лань, 2013. - 560 с.

4. 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, 2013. - 208 с.
5. Игумнов, В.Н. Физические основы микроэлектроники: учебное пособие / В.Н. Игумнов. - Москва; Берлин : Директ-Медиа, 2014. - 358 с.
6. Белоус, А. И. Основы проектирования субмикронных микросхем / А. И. Белоус, Г. Я. Красников, В. А. Солодуха. – Москва : Техносфера, 2020. – 780 с.
7. Адонин А.С., Петросянц К.О. КМОП интегральные схемы со структурой «кремний на сапфире» М.: ТЕХНОСФЕРА, 2022. - 380 с.
8. Коледов Л.А. Технология и конструкция микросхем, микропроцессоров и микросборок – "Лань ", 2009. - 400 с.
8. Старосельский В.И. Физика полупроводниковых приборов микроэлектроники: учеб. пособие/ - М.: Высшее образование; Юрайт-Издат, 2011. – 463 с.
9. Гуртов В.А. Твердотельная электроника : учебное пособие / В. А. Гуртов. – 2-е изд., доп . – М. : Техносфера, 2008. - 520 с.
10. Королёв М.А. Технология, конструкции и методы моделирования кремниевых интегральных микросхем : в 2 ч. Ч. 1 / М.А. Королёв и др. под общей ред. чл.-корр. РАН проф. Ю. А. Чаплыгина. - М.: БИНОМ. Лаборат.знаний, 2012. - 397 с.
11. Королёв М.А. Технология, конструкции и методы моделирования кремниевых интегральных микросхем: в 2ч. Ч.2 / М.А. Королёв и др; под общей ред. чл.- корр. РАН проф. Ю.А. Чаплыгина. – М. БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. – 422 с.
12. Громов Д. Г. Металлизация ультрабольших интегральных схем: учебное пособие / Д. Г. Громов, А. И. Мочалов, А. Д. Сулимин, В. И. Шевяков. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. - 277 с.
13. Ефимов И.Е., Козырь И.Я. Основы микроэлектроники: учебное пособие для высшей школы. – СПб, Лань, 2008. - 384 с.
14. Жан М. Рабаи, Ананта Чандракасан, Боривож Николич. Цифровые интегральные схемы. Методология проектирования. Москва, Санкт-Петербург. Киев. 2007. - 894с.

Дополнительная литература

1. Галочкин В. А. Введение в нанотехнологии и наноэлектронику [Электронный ресурс] , 2013 – 364 с. - Режим доступа: https://lib.rucont.ru/efd/565007
2. Сигов А.С. - отв. ред. НАНОЭЛЕКТРОНИКА. Учебник для бакалавриата и магистратуры [Электронный ресурс] , 2018 – 297 с.
3. Титов, В. С. Проектирование аналоговых и цифровых устройств: Учебное пособие / В.С. Титов, В.И. Иванов, М.В. Бобырь. - Москва: НИЦ ИНФРА-М, 2017. - 143 с.
4. Казённов Г. Г. Основы проектирования интегральных схем и систем /Г. Г. Казённов. — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2005. - 295 с.
5. Степаненко И .П. Основы микроэлектроники / И .П. Степаненко. – М . : Лаб. Базовых знаний , 2004. – 488 с.

6. J.Baker. CMOS circuit. Desine, layout and simulation.Third edition. IEEE Press,2010. – 1212 p.
B.Razavi. Fundamentals of microelectronics. Previu edition.2006.- 883 p.
7. Белоус Л.И., Емельянов В.А., Сякерский В.С. Проектирование интегральных микросхем с пониженным энергопотреблением. Минск. Интегралполиграф. 2009. - 315 с.

3.1.2. Краткие конспекты лекций

Введение.

Предмет дисциплины и ее задачи. Основные концепции проектирования и технологии интегральных схем и систем, а также все процедуры, лежащие в основе изготовления элементной базы современной электроники.

В задачи входят: рассмотрение общих вопросов физико-технологического проектирования; конструктивно-технологические особенности проектирования базовых элементов; общие характеристики правил проектирования. Мировые тенденции развития микро- и нано - электроники.

Раздел 1. Общая характеристика электронной компонентной базы и ИС. ***Тема 1.1.*** Классификация электронных схем (ЭС), характеристики и параметры.

Классификация электронных схем (ЭС) по технологии изготовления, схемотехнической реализации и функциональному назначению. Функциональные и передаточные характеристики ЭС.

Тема 1.2. Разновидности, структура, конструкции, характеристики ИС.
Особенности интегральных схем (ИС). Классификация ИС и параметры.
Классификация параметров интегральных схем.

Тема 1.3. Статические и динамические характеристики компонентов ИС.
Элементы ИС. Изоляция элементов. Интегральные биполярные и МДП транзисторы, диоды и их разновидности. Статические и динамические характеристики ИС.

Тема 1.4. Микросхемы и их конструктивно-технологические разновидности**.**

Аналоговые, цифровые и аналого-цифровые ИС. Преобразование цифровых сигналов. Основные логические операции, Способы представления логических функций и их реализация на базе элементов И - НЕ, ИЛИ-НЕ, НЕ. Методы оптимизации логических выражений.

Раздел 2. Пассивные и активные элементы интегральных схем (ИС).

Тема 2.1. Формирование пассивных элементов в ИС.

Пассивные компоненты ИС: резисторы, конденсаторы, их конструкции и основные параметры. Конструктивно-технологические особенности. Стандартный маршрут изготовления .

Тема 2.2. Формирование активных элементов в ИС.

Активные компоненты ИС: диоды, транзисторы. Разновидности, структура, конструкции, характеристики. Микросхемы и их конструктивно-технологические разновидности (ТТЛ, ТТЛШ, КМОП).

Тема 2.3. Эквивалентные схемы и уравнения ВАХ диодов, транзисторов, резисторов, конденсаторов.

Эквивалентные модели и вольтамперные характеристики транзисторов, диодов, резисторов и конденсаторов.

Раздел 3. Современные возможности проектирования и моделирования приборов и ИС. Тема 3.1. Общая характеристика процесса проектирования и технологии.

Методология проектирования интегральных схем. Общие принципы проектирования ИС.

Классификация методов проектирования: по способам организации выполнения проектных процедур (экспериментальные и теоретические) и по степени автоматизации выполнения проектных процедур (автоматизированные и автоматические).

Тема 3.2. Основные технологические процессы изготовления электронной компонентной базы.

Нанесение и модификация материалов, удаление материалов и получение заданной конфигурации технологических структурных элементов микросхем, в том числе полупроводниковая технология, пленочная технология, микролитография, технология изготовления, сборки и монтажа конструктивно-технологических элементов ЭС.

Тема 3.3. Маршруты, методы и этапы проектирования активных и пассивных компонентов и устройств.

Наиболее распространенные в практике методы проектирования. Восходящее и нисходящее проектирование.

Классификация методов проектирования. Макетирование. Физическое моделирование. Математическое моделирование. Особенности проектирования ИС.

Современные возможности по проектированию и моделированию приборов и интегральных схем.

Раздел 4. Моделирование и расчет характеристик микроэлектронных компонентов и устройств.

Тема 4.1. Типовые базовые технологические процессы производства компонентов и устройств.

Оптимизация параметров технологического процесса для получения заданной физической структуры; оптимизация физической структуры и топологии биполярного или МОП - транзистора при наложении ограничений на его параметры; расчёт характеристик, параметров металлизированных внутрисхемных соединений (с учетом их распределенного или сосредоточенного характера) и их взаимное влияние.

Тема 4.2. Проектирование и моделирование технологического процесса формирования структуры полупроводникового прибора.

Вопросы физико-технологического проектирования; конструктивно- технологические особенности проектирования. Мониторинг производства и особенности проектирования ИС. Влияние исходных материалов, технологических сред и оборудования на параметры полупроводниковых приборов. Физико-технологическое моделирование в общем маршруте проектирования микросхем.

Тема 4.3. Моделирование кремниевых приборов.

Моделирование полупроводниковых приборов на основе кремния.

Раздел 5. Заключение

Тенденции развития микро- и нано- электроники.

4. Фонды оценочных средств *(указываются материалы, необходимые для проверки уровня знаний в соответствии с содержанием учебной программы дисциплины).*

4.1. Перечень контрольных вопросов

1.Что такое интегральная схема?

2.В чём состоят основные преимущества приборов, выполненных на ИС, по сравнению с приборами, выполненными на дискретных схемах?

3.Дайте классификацию ИС.

4.Как характеризуется функциональная сложность ИС?

5.Как характеризуют уровень технологии изготовления ИС?

6.Каким образом в ИС достигается высокая надежность?

7.Каковы особенности схемотехнических решений в микроэлектронике?

8.В чём сущность группового метода производства?

9.Почему для изготовления большинства полупроводниковых приборов используются монокристаллические материалы?

10.Перечислите основные технологические операции получения монокристаллического кремния.

11.Для чего при производстве ИС но монокристаллических подложках выращивают эпитаксиальные слои кремния?

12.Назовите основные операции технологического процесса изготовления ИС?

13.Какие способы окисления кремния вам известны? В чем их принципиальные отличия?

14.Как распределяются примеси при ионной имплантации?

15.Почему разрешающая способность литография зависит от длины волны источника экспонирования?

16.Какие методы нанесения тонких плёнок металлов и диэлектриков вам знакомы? В чем их принципиальные отличия?

17.Какие металлы и почему используются в качестве подслоя при нанесении металлических пленок?

18.Как при изготовлении проводников ИС избежать образования р-п переходов и барьеров Шоттки?
19.Чем обусловлены максимально достижимые пределы миниатюризации проводников ИС?
20.Какие основные методы изоляции элементов вы знаете? В чем их принципиальные достоинства и недостатки?
21.В каком направлении продолжается прогресс в разработке методов изоляции элементов?
22.Нарисуйте несколько вариантов диодного включения транзисторов.
23.Какие структуры используются в качестве конденсаторных? Что ограничивает предельные параметры полупроводниковых конденсаторов?
24. Можно ли изготовить по технологии кремниевых ИС катушки индуктивности?
25.Как реализуются логические функции И-НЕ и ИЛИ-НЕ в КМОК интегральных схем?

5. Методический блок

5.1. Методика преподавания

5.1.1. Преподавание данного курса основывается на:

- Проведение лекционных занятий согласно тематическому плану;
- Контроль усвоенного материала;
- Организация самостоятельной работы студента.

В качестве основной образовательной технологии при изучении дисциплины « Специальные вопросы проектирования и технологии электронной компонентной базы» выбрана подача учебного материала в виде лекций.
Данный подход является обоснованным, потому что изучаемая дисциплина изобилует большим количеством специальных терминов и понятий, выстроенных в последовательную логическую цепочку.
Чтение лекций подчиняется концептуально-интерпретирующей тенденции. На лекциях в основном осуществляется обзор и анализ различных вопросов проектирования и технологии изготовления компонентной базы электроники.
Лекционный курс построен таким образом, что сведения о классических процессах в технологии даются в виде ссылок на авторские учебники и учебные пособия. Основной задачей является систематизация материала и обучение студента умению ориентироваться в нем. Такой подход стимулирует самостоятельную работу студента по освоению данного учебного курса.
Тип проведения лекций зависит от пройденного материала лекционного курса. Изучение каждого раздела начинается с «Проблемной лекции», которая призвана постановить задачу, которую в ходе изложения материала необходимо решить. На лекции используются схемы, рисунки, чертежи и т.п., к подготовке которых привлекаются сами обучающиеся.
Усвоение материала студентами контролируется путем вопросов по отдельным разделам дисциплины, а также путем количественных подсчетов коэффициента активности студента на лекции.

5.1.2. ***При организации внеаудиторной самостоятельной работы*** по данной дисциплине используются следующие ее формы:

- подготовка и написание кратких сообщений для выступления на занятиях (не

более 5 минут).

- выполнение домашних заданий разнообразного характера. Это может быть: подбор и изучение литературных источников; подбор иллюстративного и описательного материала по отдельным разделам курса с использованием различных источников, в том числе и сети Интернет.
- выполнение индивидуальных заданий, направленных на развитие у студентов самостоятельности и инициативы. Индивидуальное задание может получать как каждый студент, так и инициативная группа студентов.