МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета _____ Небольсин В.А.

«16» декабря 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

«Разработка и производство интегральных микросхем памяти»

Направление подготовки 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств

Профиль Проектирование и технология радиоэлектронных средств

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года / 4 года 11 месяцев

Форма обучения Очная / Заочная

Год начала подготовки 2023

Автор программы _____ Пирогов А.А.

Заведующий кафедрой _____ Башкиров А.В.

Руководитель ОПОП _____ Пирогов А.А.

Воронеж 2022

1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цели дисциплины:

Формирование системы знаний и умений в области архитектуры и технологии производства интегральных микросхем памяти.

1.2 Задачи освоения дисциплины:

— изучение выполнения сборки и корпусирования 2.5D интегральных микросхем NAND памяти; разработки пооперационного маршрута изготовления 2.5D интегральных схем NAND памяти; умение выбирать и оптимизировать технологические режимы выполнения операций сборки и корпусирования 2.5D интегральных схем NAND памяти;

— осуществлять контроль операций на участке сборки и корпусирования микросхем 2.5D интеграции; заполнять стандартные формы маршрутных листов в соответствии с установленными регламентами; определять порядок, и вид технологических операций изготовления 2.5D интегральных схем;

— знать приемы работы на технологическом оборудовании сборки и корпусирования 2.5D интегральных схем NAND памяти; требования к материально-техническому обеспечению технологического участка корпусирования микросхем 2.5D интеграции; архитектуру микросхем 2.5D и 3D интеграции; методы тестирования, испытаний, контроля и отбраковки на технологических операциях сборки и корпусирования интегральных схем; правила оформления технологической документации; технологические параметры операций изготовления 2.5D интегральных схем.

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Разработка и производство интегральных микросхем памяти» относится к факультативам.

3 ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Разработка и производство интегральных микросхем памяти» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-2 – Способен выполнять проектирование радиоэлектронных устройств в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-2	знать архитектуру микросхем 2.5D и 3D интеграции; требования к материально-техническому обеспечению технологического участка корпусирования микросхем 2.5D интеграции; правила оформления технологической документации; технологические параметры операций изготовления 2.5D интегральных схем
	уметь определять порядок и вид технологических операций изготовления 2.5D интегральных схем; заполнять стандартные формы мар-

	шрутных листов в соответствии с установленными регламентами; выбирать и оптимизировать технологические режимы выполнения операций сборки и корпусирования
	владеть методами тестирования, испытаний, контроля и отбраковки на технологических операциях сборки и корпусирования интегральных схем

4 ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Разработка и производство интегральных микросхем памяти» составляет 2 зачётные единицы.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

Очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		6
Аудиторные занятия (всего)	36	36
В том числе:		
Лекции	18	18
Практические занятия (ПЗ)	18	18
Лабораторные работы (ЛР)		
Самостоятельная работа	36	36
Курсовая (проект) работа		
Контрольная работа		
Виды промежуточной аттестации – зачет	+	+
Общая трудоемкость час. зач .ед.	72 2	72 2

заочная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		6
Аудиторные занятия (всего)	4	4
В том числе:		
Лекции	2	2
Практические занятия (ПЗ)	2	2
Лабораторные работы (ЛР)		
Самостоятельная работа	64	64
Виды промежуточной аттестации – зачет	4	4
Общая трудоемкость час зач.ед.	72 2	72 2

5 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоем-

кости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	СРС	Всего, час
1	Анализ конструктивных ностей 3D ИС	Конструктивные особенности 3DИС. Особенности технологии медной металлизации кремниевых ИС	2	2	4	8
2	Технология формирования перемычек через кремний	Формирование глубоких отверстий в кремнии. Методы осаждения диэлектрических и металлических слоёв. Заполнение глубоких отверстий медью	2	2	4	8
3	Технология утонения кремниевых кремниевых пластин и планаризация структуры	Особенности механической обработки кремния. Химико-механическое полирование кремния. Химико—механическое полирование меди. Тестирование перемычек через кремний	2	2	4	8
4	Технология флип-чип монтажа	Формирование матричной структуры выводов для флип-чип монтажа. Плазменная активация поверхностей при флип-чип монтаже. Cu-Sn интерметаллическое соединение для 3D интеграции	2	2	4	8
5	Технология проволочного монтажа	Ультразвуковая пайка. Термокомпрессионная пайка. Термозвуковая пайка	2	2	4	8
6	Технология соединения кремниевых пластин/кристаллов	Методы соединения кремниевых пластин/кристаллов. 3D межсоединения с использованием интерпозера Технология пайки оплавлением. Технология соединения кремниевых кристаллов с использованием медных столбиков	2	2	4	8
7	Технология корпусирования многовыводных микромодулей	Резка пластин на кристаллы. Виды корпусов. Технология корпусирования 3DИС	2	2	4	8
8	Оптимизация технологических процессов статистическими методами	Стохастические системы и их особенности. Принципы построения и интерпретации математических моделей стохастических систем. Основные идеи и методы статистического планирования	2	2	4	8
9	Управление качеством продукции	Статистические методы управления качеством продукции. Анализ и контроль процессов статистическими методами	2	2	4	8
		Итого	**18**	**18**	**36**	**72**

заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	СРС	Всего, час
1	Анализ конструктивных ностей 3D ИС	Конструктивные особенности 3DИС. Особенности технологии медной металлизации кремниевых ИС	2	2	4	8
2	Технология формирования перемычек через кремний	Формирование глубоких отверстий в кремнии. Методы осаждения диэлектрических и металлических слоёв. Заполнение глубоких отвер-	2	2	4	8

		стий медью				
3	Технология утонения кремниевых кремниевых пластин и планаризация структуры	Особенности механической обработки кремния. Химико-механическое полирование кремния. Химико—механическое полирование меди. Тестирование перемычек через кремний	2	2	4	8
4	Технология флип-чип монтажа	Формирование матричной структуры выводов для флип-чип монтажа. Плазменная активация поверхностей при флип-чип монтаже. Cu-Sn интерметаллическое соединение для 3D интеграции	2	2	4	8
5	Технология проволочного монтажа	Ультразвуковая пайка. Термокомпрессионная пайка. Термозвуковая пайка	2	2	4	8
6	Технология соединения кремниевых пластин/кристаллов	Методы соединения кремниевых пластин/кристаллов. 3D межсоединения с использованием интерпозера Технология пайки оплавлением. Технология соединения кремниевых кристаллов с использованием медных столбиков	2	2	4	8
7	Технология корпусирования многовыводных микромодулей	Резка пластин на кристаллы. Виды корпусов. Технология корпусирования 3DИС	2	2	4	8
8	Оптимизация технологических процессов статистическими методами	Стохастические системы и их особенности. Принципы построения и интерпретации математических моделей стохастических систем. Основные идеи и методы статистического планирования	2	2	2	6
9	Управление качеством продукции	Статистические методы управления качеством продукции. Анализ и контроль процессов статистическими методами	2	2	2	6
		Итого	**18**	**18**	**32**	**68**

5.2 Перечень лабораторных работ

Не предусмотрены учебным планом

6 ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы.

7 ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ПК-2	знать архитектуру микросхем 2.5D и 3D интеграции; требования к материально-техническому обеспечению технологического участка корпусирования микросхем 2.5D интеграции; правила оформления технологической документации; технологические параметры операций изготовления 2.5D интегральных схем	Ответы на теоретические вопросы при устном опросе на практическом занятии.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь определять порядок и вид технологических операций изготовления 2.5D интегральных схем; заполнять стандартные формы маршрутных листов в соответствии с установленными регламентами; выбирать и оптимизировать технологические режимы выполнения операций сборки и корпусирования	Выполнение индивидуальных заданий в соответствии с проектными нормами, ограничениями и ЕСТД	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть навыками составления технологических карт и заполнения маршрутных листов для сопровождения технологического процесса сборки и корпусирования 2.5D интегральных микросхем NAND памяти	Высокий уровень самостоятельности при выполнении заданий.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 6 семестре для очной и заочной формы обучения по системе:

«зачтено»

«не зачтено»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
ПК-2	знать архитектуру микросхем 2.5D и 3D интеграции; требования к материально-техническому обеспечению технологического участка корпусирования микросхем 2.5D интеграции; правила оформления технологической документации; технологические параметры операций изготовления 2.5D интегральных схем	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	уметь осуществлять контроль операций на участке сборки и корпусирования микросхем 2.5D интеграции; заполнять стандартные формы маршрутных листов в соответствии с установленными регламентами; определять порядок и вид технологических операций изготовления 2.5D интегральных схем; выбирать и оптимизировать техноло-	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

	гические режимы выполнения операций сборки и корпусирования			
	владеть приемами работы на технологическом оборудовании сборки и корпусирования 2.5D интегральных схем NAND памяти; методами тестирования, испытаний, контроля и отбраковки на технологических операциях сборки и корпусирования интегральных схем;	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. Информационная емкость это- …

1. максимально возможный срок службы
2. максимально возможная пропускная способность
3. максимально возможный объем хранения памяти
4. максимально возможное быстродействие

2. **Что не является входным и выходным сигналами ЗУ?**

1.A
2.CS
3.NIO
4.DI и DO

3. **Что такое время удержания?**

1.это интервал между окончанием сигнала А и окончанием сигнала В
2.это интервал между началом сигнала А и окончанием сигнала В
3. это интервал между началом сигнала А и началом сигнала В

4. **Что не является традиционным параметром оценки быстродействия простых структур ЗУ?**

1.время чтения
2.время записи
3.длительность циклов
4.длительность отклика

5. **Что не входит в классификацию современных полупроводниковых ЗУ?**

1.адресные
2.параллельные
3.последовательные
4.ассоциативные

6. **Перемычки бывают:**

1. пластмассовые
2. углеродные
3. поликристаллические

7. Электрическое стирание информации стало осуществляться в транзисторах типа..

1.GROUNDTIX
2.FLOTIX
3.GROUNDROM
4.FLOTOX

8. В чем заключается сущность конвейеризации?

1. Разбиение трактов обработки информации на ступени

2. Уменьшение длительности тактов обработки информации
3. Введение дополнительных тактов обработки информации

9. **Как называется проводящая область транзистора окруженная со всех сторон диэлектриком, в которую, как в ловушку, можно ввести заряд, способный сохраняться в ней в течение очень длительного времени?**

1. Затвор
2. Исток
3. Плавающий затвор
4. Сток

10. **Boot-блоки хранят программы инициализации системы, …**

1. Позволяющие ускорить завершение работы системы
2. Позволяющие ввести ее в рабочее состояние после включения питания
3. Которые отвечают за скорость приёма пакетных данных

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. **Основой структуры флэш-памяти является…**

1. Разветвитель
2. Устройство питания
3. Накопитель
4. Контроллер

2. **В ячейке И-НЕ транзисторы соединены последовательно и для формирования высокого уровня выходного напряжения достаточно наличия в цепочке транзисторов хотя бы …**

1. Одного запертого
2. Одного открытого
3.Двух запертых
4.Двух открытых

3. **В 1997 г. компания Intel представила новый вид флэш-памяти (StrataFlash), в которой в одном запоминающем элементе стали храниться не один, а**

1. Два бита
2. Четыре бита
3. Восемь бит

4. **Дополните утверждение «Для хранения программ применяются структуры с … блоками ,для создания аналогов жестких дисков — с … блоками»**

1. симметричными... несимметричными…
2. несимметричными… симметричными…

5. Туннелирование Фаулера-Нордгейма - это физический феномен, используемый для выполнения электрического стирания ...

1. В памяти NOR
2. В памяти NAND
3. В памяти NOR и NAND

6. **От чего зависит минимальное время T_{VAL} необходимое разрядной шине для разрядки?**

1. Это время зависит от значения ёмкости разрядной шины, минимального тока ячейки и разницы между V_1 и V_2

2. Это время не зависит от значения ёмкости разрядной шины, но зависит от минимального тока ячейки и разницы между V_1 и V_2

3. Это время зависит от значения ёмкости разрядной шины, но не зависит от минимального тока ячейки и разницы между V_1 и V_2

7. **В отличие от NOR памяти, ток, который должен быть обнаружен в NAND струк-**

турах, очень...

1. Высок
2. Низок
3. Нестабилен

8. **Выберите фазы входящие в алгоритм стирания NAND памяти?**

1. Предварительная подготовка
2. Импульс стирания *****
3. Стирающий импульс и проверка стирания
4. Самозапись и проверка
5. "Косвенная" проверка, что полученного запаса достаточно

9. **Из какого материала(ов) выполняется ловушка заряда в 3D NAND памяти?**

1. Диоксид кремния
2. Нитрид кремния
3. Поликремний

10. **Формирование 3D-транзисторных структур на кристалле имеют ограничения:**

1. В выборе металла
2. Тепловые ограничения
3. В выборе металлов и тепловые ограничения

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Туннелирование Фаулера-Нордгейма во флэш-памяти используется для выполнения электричсекого ... ?

Ответ: стирания

2. Операцию записи во флеш-память выполняют путем переноса электронов из подложки ячейки в ... .

Ответ: плавающий затвор

3. Формирование 3D-транзисторных структур на кристалле имеют ограничения:

1. В выборе металла
2. Тепловые ограничения
3. В выборе металлов и тепловые ограничения *

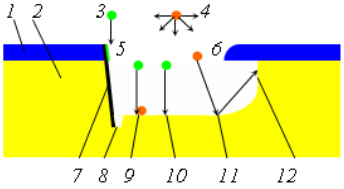
4. Как выполняется операция записи во флеш-памяти?

1. Утончение кристалла
2. Уменьшение размеров изготавливаемого устройства *
3. Получение надежного диэлектрического покрытия отверстия и заполнение его проводящим материалом со структурной целостностью и без пустот

5. Метод, позволяющий объединять пластины из различных материалов, содержащих различные функциональные элементы, выполненные по различным технологиям, называется ...

1. 3D-интеграция кристаллов
2. 3D-интеграция пластин *
3. 3D-транзисторных структур на кристалле

6. На рисунке приведена схема процесса плазменного травлен*ия* (*3* — ион, *4* — радикал).



Какие процессы указаны на рисунке?

a. Перенос реагента, десорбция продуктов, перенос продуктов.

b. Адсорбция реагента, реакция на поверхности, перенос продуктов.

c. Перенос реагента; адсорбция реагента; реакция на поверхности; десорбция продуктов; перенос продуктов

7. Какие механизмы травления можно реализовать, варьируя рабочее давление?

8. Какую форму канавок даёт каждая из модификаций процесса травления?

9. Что такое анизотропность травления?

10. Какие методы обеспечения высокой анизотропии травления, используемые технологии 3D сборки, Вы знаете? Опишите их.

7.2.4. Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Конструктивные особенности 3DИС.
2. Особенности технологии медной металлизации кремниевых ИС
3. Формирование глубоких отверстий в кремнии.
4. Методы осаждения диэлектрических и металлических слоёв.
5. Заполнение глубоких отверстий медью
6. Особенности механической обработки кремния.
7. Химико-механическое полирование кремния.
8. Химико—механическое полирование меди.
9. Тестирование перемычек через кремний
10. Формирование матричной структуры выводов для флип-чип монтажа.
11. Плазменная активация поверхностей при флип-чип монтаже.
12. Cu-Sn интерметаллическое соединение для 3D интеграции
13. Ультразвуковая пайка.
14. Термокомпрессионная пайка.
15. Термозвуковая пайка
16. Методы соединения кремниевых пластин/кристаллов.
17. 3D межсоединения с использованием интерпозера
18. Технология пайки оплавлением.
19. Технология соединения кремниевых кристаллов с использованием медных столбиков
20. Резка пластин на кристаллы.
21. Виды корпусов. Технология корпусирования 3DИС
22. Стохастические системы и их особенности. Принципы построения и интерпретации математических моделей стохастических систем.
23. Основные идеи и методы статистического планирования
24. Статистические методы управления качеством продукции.
25. Анализ и контроль процессов статистическими методами

7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

Не предусмотрено учебным планом

7.2.6 Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Зачёт проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, задача оценивается в 10 баллов. Максимальное количество набранных баллов – 20.

1. Оценка «не зачтено» ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов.

2. Оценка «зачтено» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 20 баллов

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Анализ конструктивных особенностей 3DИС	ПК-2	Тест, индивидуальное задание, вопросы к зачёту
2	Технология формирования перемычек через кремний	ПК-2	Тест, индивидуальное задание, вопросы к зачёту
3	Технология утонения кремниевых кремниевых пластин и планаризация структуры	ПК-2	Тест, индивидуальное задание, вопросы к зачёту
4	Технология флип-чип монтажа	ПК-2	Тест, индивидуальное задание, вопросы к зачёту
5	Технология проволочного монтажа	ПК-2	Тест, индивидуальное задание, вопросы к зачёту
6	Технология соединения кремниевых пластин/кристаллов	ПК-2	Тест, индивидуальное задание, вопросы к зачёту
7	Технология корпусирования многовыводных микромодулей	ПК-2	Тест, индивидуальное задание, вопросы к зачёту
8	Оптимизация технологических процессов статистическими методами	ПК-2	Тест, индивидуальное задание, вопросы к зачёту
9	Управление качеством продукции	ПК-2	Тест, индивидуальное задание, вопросы к зачёту

7.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Handbook of 3D Integration: Technology and Applications of 3D Integrated Circuits / Editor(s): Dr. Philip Garrou Dr. Christopher Bower Dr. Peter Ramm First published:6 August 2011.

2. Суходольский В. Ю. Сквозное проектирование функциональных узлов РЭС на печатных платах в САПР AltiumDesigner 17.: Учебное пособие. Часть 2. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2018. – 152 с.

3. Сигачева, В. В. Проектирование автоматизированных систем управления. Проектирование электронных устройств в системе P-CAD : учебное пособие / В. В. Сигачева. — Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, 2017. — 123 с. — ISBN 978-5-7937-1367-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/102665.html

4. Методические указания к выполнению практических работ по дисциплине «Разработка и производство интегральных микросхем памяти» для студентов направления 11.03.03 «Конструирование и технология электронных средств» (профиль «Проектирование и технология радиоэлектронных средств») всех форм обучения [Электронный ресурс]/ ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»; сост. А.В. Башкиров, А.А. Пирогов. Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2021. – Режим доступа: 529-2021 РАЗРАБОТКА И ПРОИЗВОДСТВО ИНТЕГРАЛЬНЫХ МИКРОСХЕМ ПАМЯТИ

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Перечень ПО, включая перечень лицензионного программного обеспечения:

ОС Windows 7 Pro;
Google Chrome;
Microsoft Office 64-bit

Компас 3D;
Altium Designer;
Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:
http://window.edu.ru – единое окно доступа к информационным ресурсам;
http://www.edu.ru/ – федеральный портал «Российское образование»;
Образовательный портал ВГТУ;
http://www.iprbookshop.ru/ – электронная библиотечная система IPRbooks;
www.elibrary.ru – научная электронная библиотека
Профессиональные базы данных, информационные справочные системы:
https://docplan.ru/ – бесплатная база ГОСТ
http://www.kit-e.ru/ – электронная версия журнала «Компоненты и технологии»

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Учебная аудитория, укомплектованная следующим оборудованием:

– ноутбук с установленным ПО, подключенный к сети интернет;
– доска магнитно-маркерная;
– мультимедийный проектор на кронштейне;
– экран переносной

Учебная аудитория (компьютерный класс), укомплектованная следующим оборудованием:

– персональные компьютеры с установленным ПО, подключенные к сети Интернет — 11 шт.;
– принтер цветной лазерный;
– 3D принтер «Альфа-2»;
– доска магнитно-маркерная поворотная;
– цифровой осциллограф DS1052E – 3 шт.;
– анализатор спектра DSA815;
– генератор VC2002;
– источник питания DP832 – 4 шт.;
– источник питания HY 1503D 2 LCD – 6 шт.;
– мультиметр DM3058E – 3 шт.

Помещение (Читальный зал) для самостоятельной работы с выходом в сеть «Интернет» и доступом в электронно-библиотечные системы и электронно-информационную среду, укомплектованное следующим оборудованием:

– персональные компьютеры с установленным ПО, подключенные к сети Интернет — 10 шт.;
– принтер;
– магнитно-маркерная доска;

– переносные колонки;
– переносной микрофон

10 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

По дисциплине «Разработка и производство интегральных микросхем памяти» читаются лекции, проводятся практические занятия.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков разработки технологических процессов и составления технологической документации.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удается разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.