

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»

Кафедра «Электронные приборы и устройства»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине

«Б.1.3.7.1 Микроэлектроника»

направления подготовки

11.03.04 Электроника и наноэлектроника (ЭЛНЭ)

Профиль «Электронные приборы и устройства»

форма обучения – очная
курс – 3,
семестр – 6,
зачетных единиц – 4,
часов в неделю – 3,
всего часов – 144,
в том числе:
лекции – 18,
практические занятия – 18,
лабораторные занятия – 18,
самостоятельная работа – 90,
экзамен – 6 семестр.

1. Цели и задачи дисциплины

Цель преподавания дисциплины: формирование специальных знаний, умений, навыков расчета и проектирования элементов и устройств микроэлектроники, знание которых необходимо при конструировании, производстве и эксплуатации электронной аппаратуры.

Задачи изучения дисциплины:

- получение студентами знаний об устройстве и основных физических процессах и явлениях, происходящих в изделиях микроэлектроники;
- приобретение студентами необходимых навыков исследования устройств электронной техники;
- применение студентами полученных знаний и навыков при решении практических задач в процессе разработки и проектирования электронной аппаратуры.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Микроэлектроника» относится к вариативной части профессионального цикла дисциплин. Пререквизитом данной дисциплины является «Схемотехника». Предварительно должны быть изучены такие дисциплины как «Теоретические основы электротехники», «Физические основы электроники».

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

- способность строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования (ПК-1).

Студент должен знать:

- основные разновидности аналоговых и цифровых интегральных схем и особенности их использования в промышленной аппаратуре;
- конструктивно-технологические особенности различных типов интегральных схем и методы изготовления пассивных и активных элементов интегральных микросхем;
- принципы проектирования интегральных схем на базовых логических элементах.

Студент должен уметь:

- производить расшифровку маркировки интегральных схем;
- осуществлять выбор элементной базы при разработке микроэлектронных устройств;
- проводить расчет и анализ интегральных схем.

Студент должен владеть:

- навыками расчета и измерения параметров элементов интегральных микросхем;
- навыками составления эскизов топологии элементов интегральных микросхем.

4. Распределение трудоемкости (час.) дисциплины по темам и видам занятий

№ Мо-ду-ля	№ Не-де-ли	№ Те-мы	Наименование темы	Часы					
				Всего	Лек-ции	Кол-лок-виумы	Лабора-торные	Прак-тичес-кие	СРС
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
6 семестр									
1	1	1	Интегральные микросхемы, как приборы нового типа	1	1				
1	1	2	Гибридные интегральные схемы	24	1				23
1	2-5	3	Полупроводниковые интегральные схемы	78	4		9	9	46
2	6-18	4	Цифровые интегральные схемы	41	12		9	9	21
Всего				144	18		18	18	90

5. Содержание лекционного курса

№ темы	Всего часов	№ лекции	Тема лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4	5
1	1	1	Интегральные микросхемы, как приборы нового типа. Основные определения и понятия. Классификация ИМС. Система условных обозначений ИМС.	[1,3]
2	1	1	Гибридные интегральные схемы. Определение. Элементы ГИС. Методы формирования тонких пленок. Методы формирования элементов ГИС.	[1,2,3]
3	2	2	Технологические основы полупроводниковой микроэлектроники. ППИС. Определение. Подготовительные	[1,2,3]

			операции. Получение слитков кремния (метод Чохральского). Эпитаксия. Термическое окисление. Легирование. Литография. Отжиг. Способы изоляции элементов ППИС. Изоляция элементов ППИС обратносмещенным p-n-переходом. Метод тройной диффузии. Планарно-эпитаксиальная технология. Метод изоляции коллекторной диффузией (ИКД-технология).	
3	2	3	Полупроводниковые интегральные схемы на биполярных транзисторах. Изоляция элементов ППИС диэлектриком. ЕРИС-технология. КНС-технология. Комбинированные способы изоляции. Разновидности интегральных элементов на биполярных транзисторах. Интегральные диоды. Интегральные конденсаторы. Интегральные резисторы.	[1,2,3]
4	2	4	Цифровые интегральные схемы. Биполярный транзисторный ключ. Некоторые сведения о полупроводниках (собственные, примесные, вырожденные). Несмещенный p-n-переход. Контактные явления на границе «металл – полупроводник». Омические контакты. Выпрямляющие контакты. Контакт «диэлектрик – полупроводник». Биполярный транзистор. Принцип работы. Схемы включения. Режимы работы. Статический режим биполярного транзисторного ключа. Критерий насыщения. Нагрузочная способность. Переходные процессы в биполярном транзисторном ключе.	[1,4-6,7,11-13]
4	2	5	Цифровые интегральные схемы на униполярных транзисторах. Униполярные транзисторы. Классификация униполярных транзисторов. Условные обозначения. ПТИЗ с индуцированным каналом. ПТИЗ со встроенным каналом. ПТУП. МДП-транзисторный ключ с резистивной нагрузкой. МДП-транзисторный ключ с динамической нагрузкой. Комплементарный транзисторный ключ.	[1,4-6,7,11-13]
4	4	6-7	Логические элементы на биполярных транзисторах. Биполярный транзисторный ключ. Транзисторная логика с непосредственными связями. Резисторно-транзисторная логика. Резистивно-емкостная транзисторная логика. Последовательная ключевая цепочка. Диодно-транзисторная логика. Транзисторно-транзисторная логика. Транзисторно-транзисторная логика с барьерами Шоттки. Переключатель тока. Последовательная цепочка переключателей тока. Эмиттерно-связанная логика. Интегральная инжекционная логика.	[1,4-6,7,11-13]

4	2	8	Логические элементы на МДП-транзисторах. МДП-транзисторные ключи (с резистивной нагрузкой, с динамической нагрузкой, комплементарный ключ). МОП-транзисторная логика. КМОП-транзисторная логика. Логические элементы на МеП-транзисторах. БиКМОП-логический элемент. Помехоустойчивость ключей.	[1,4-6,7,11-13]
4	2	9	Синтез цифровых интегральных схем. Этапы проектирования ЦИС. Алгебра логики (аксиомы, законы). Минтерм. Макстерм. Формы логических функций. СДНФ. Правила образования СДНФ. СКНФ. Минимизация логических функций. Метод непосредственных преобразований. Минимизация с помощью карт Карно-Вейча. Составление логических схем. Построение электрических принципиальных схем в заданном базисе логических элементов.	[3,4-6,7]

6. Содержание коллоквиумов

Не предусмотрены учебным планом.

7. Перечень практических занятий

№ темы	Всего часов	№ занятия	Наименование практического занятия. Вопросы, отрабатываемые на практическом занятии	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4	5
3	9	1-5	Технологические основы интегральной микроэлектроники. Топология и структура полупроводниковых интегральных схем. Разновидности интегральных элементов.	[1,2,3]
4	9	5-9	Синтез цифровых интегральных схем. Логические элементы на биполярных и униполярных транзисторах. Этапы проектирования цифровых интегральных схем. Построение электрических принципиальных схем в заданном базисе логических элементов.	[3,4-6,7]

Методические указания приведены в соответствующем разделе ИОС [14].

8. Перечень лабораторных работ

№ темы	Всего часов	Наименование лабораторной работы. Вопросы, отрабатываемые на лабораторном занятии	Учебно-методическое обеспечение
1	2	4	5
3	9	Исследование топологии и структуры полупроводниковых интегральных схем.	[1,2,3]

		Получение слитков кремния (метод Чохральского). Эпитаксия. Термическое окисление. Легирование. Литография. Отжиг. Способы изоляции элементов ППИС. Изоляция элементов ППИС обратносмещенным p-n-переходом. Метод тройной диффузии. Планарно-эпитаксиальная технология. Метод изоляции коллекторной диффузией (ИКД-технология). Изоляция элементов ППИС диэлектриком. ЕРИС-технология. КНС-технология. Комбинированные способы изоляции. Разновидности интегральных элементов на биполярных транзисторах. Интегральные диоды. Интегральные конденсаторы. Интегральные резисторы.	
4	9	Синтез цифровых интегральных схем. Транзисторная логика с непосредственными связями. Резисторно-транзисторная логика. Резистивно-емкостная транзисторная логика. Последовательная ключевая цепочка. Диодно-транзисторная логика. Транзисторно-транзисторная логика. Транзисторно-транзисторная логика с барьерами Шоттки. Переключатель тока. Последовательная цепочка переключателей тока. Эмиттерно-связанная логика. Интегральная инжекционная логика. МДП-транзисторные ключи (с резистивной нагрузкой, с динамической нагрузкой, комплементарный ключ). МОП-транзисторная логика. КМОП-транзисторная логика. Логические элементы на MeП-транзисторах. БиКМОП-логический элемент. Помехоустойчивость ключей. Этапы проектирования ЦИС. Алгебра логики (аксиомы, законы). Минтерм. Макстерм. Формы логических функций. СДНФ. Правила образования СДНФ. СКНФ. Минимизация логических функций. Метод непосредственных преобразований. Минимизация с помощью карт Карно-Вейча. Составление логических схем. Построение электрических принципиальных схем в заданном базисе логических элементов.	[3,4-6,7]

Методические указания приведены в соответствующем разделе ИОС [14].

9. Задания для самостоятельной работы студентов

№ темы	Всего Часов	Вопросы для самостоятельного изучения (задания)	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4
2	23	Методы напыления тонких пленок	[1,2,3,7,8-10]
3	23	Разновидности биполярных интегральных транзисторов	[1,2,3,7,8-10]
3	23	Интегральные диоды	[1,2,3,7,8-10]
4	21	Алгебра логики	[3,4-6,7]

Методические указания приведены в соответствующем разделе ИОС [14].

10. Расчетно-графическая работа

Не предусмотрена учебным планом.

11. Курсовая работа

Не предусмотрена учебным планом.

12. Курсовой проект

Не предусмотрен учебным планом.

13. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Изучение дисциплины «Микроэлектроника» направлено на формирование следующих компетенций:

- способность строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и микроэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования (ПК-1).

Содержание лекционного курса, лабораторных работ и практических занятий формируют **на** рассматриваемом **этапе** элементы компетенции в части, касающейся расчета и проектирования элементов и устройств микроэлектроники, знание которых необходимо при конструировании, производстве и эксплуатации электронной аппаратуры.

Для оценки степени сформированности компетенций в процессе освоения дисциплины «Микроэлектроника» используются следующие оценочные средства:

- устный опрос (экзамен);
- тесты;
- лабораторные/практические работы.

Процедура оценивания знаний, умений и навыков проводится в соответствии со следующими ниже **методическими материалами** и заключается в проведении устного опроса в виде диалога преподавателя со студентом, цель которого – систематизация и уточнение имеющихся у студента знаний, проверка его индивидуальных возможностей усвоения материала; отчетов по самостоятельной работе для оценки способности студента применить полученные ранее знания для проведения поиска, изучения, отбора и грамотного изложения материала, а также составления выводов с учетом определенных требований в заданные сроки.

Показателем оценивания степени усвоения **знаний** этого элемента компетенции является получение экзаменационной оценки при ответе на вопросы. **Умения и навыки**, приобретенные студентом **на этапе** освоения указанной части компетенций оцениваются по результатам выполнения предусмотренных учебным планом лабораторных работ, практических занятий, заданий на самостоятельную работу, а также практических

контрольных заданий, включающих одну или несколько задач (вопросов) в виде краткой формулировки действий (комплекса действий), которые следует выполнить, или описание результата, который нужно получить.

Уровень освоения учебной дисциплины «Микроэлектроника» обучающимися определяется следующими оценками: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». При этом руководствуются следующими критериями:

Оценка	Критерии оценивания результатов обучения (дескрипторы)
Отлично	заслуживает обучающийся, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, умение свободно выполнять практические задания и лабораторные работы, предусмотренные программой, усвоивший основную литературу и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой
Хорошо	заслуживает обучающийся, обнаруживший полное знание учебного материала, успешно выполняющий предусмотренные в программе практические задания и лабораторные работы, усвоивший основную литературу, рекомендованную в программе. Оценка "хорошо" выставляется обучающимся, показавшим систематический характер знаний по дисциплине и способным к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности
Удовлетворительно	заслуживает обучающийся, обнаруживший знания основного учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющийся с выполнением практических заданий, предусмотренных программой, знакомый с основной литературой, рекомендованной программой. Оценка "удовлетворительно" выставляется обучающимся, допустившим погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя
Неудовлетворительно	выставляется обучающемуся, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой практических заданий. Оценка "неудовлетворительно" ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании образовательного учреждения без дополнительных занятий по дисциплине «Микроэлектроника»

Умения и навыки, приобретенные студентом на этапе освоения указанной части компетенций при преподавании (изучении) рассматриваемой дисциплины, оцениваются по результатам выполнения лабораторных/практических работ, самостоятельной работы.

Показателем оценивания степени усвоения знаний элемента компетенций, является оценка, полученная при отчете лабораторным и практическим работам, самостоятельной работе. Оценка выставляется по четырехбальной шкале, соответствующей оценкам «зачтено» («отлично», «хорошо», «удовлетворительно») и «незачтено» («неудовлетворительно») и

осуществляется путем анализа знаний теоретического материала, проведенного эксперимента, оформленного отчета.

При этом руководствуются следующими критериями при оценивании знаний теоретического материала, проведенного эксперимента и оформленного отчета:

Оценка	Критерии оценивания результатов обучения
Зачтено (отлично)	Выставляется студенту, если задание выполнено в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности и правил оформления отчета. Студенты работают полностью самостоятельно: подбирают необходимые для выполнения предлагаемых работ в задании источники знаний, показывают необходимые для проведения лабораторной/практической работы теоретические знания, практические умения и навыки.
Зачтено (хорошо)	Выставляется студенту, если задание выполнено в полном объеме и самостоятельно. Допускаются отклонения от необходимой последовательности выполнения и правил оформления отчета, не влияющие на правильность конечного результата. Студенты используют указанные преподавателем источники знаний, таблицы из приложения к учебнику, страницы из справочной литературы по предмету. Задание показывает знание учащихся основного теоретического материала и овладение умениями, необходимыми для самостоятельного выполнения работы. Могут быть неточности и небрежность в оформлении результатов работы.
Зачтено (удовлетворительно)	Выставляется студенту, если задание на практическую работа выполняется и оформляется студентами при помощи преподавателя или хорошо подготовленных и уже выполненных на «отлично» данную работу студентов. На выполнение задания затрачивается много времени (можно дать возможность доделать работу дома). Студенты показывают знания теоретического материала, но испытывают затруднение при самостоятельной работе с физическими приборами, графиками, таблицами справочной литературы.
Не зачтено (неудовлетворительно)	Выставляется, если студенты показывают плохое знание теоретического материала и отсутствие умения применить знания к решению практической задачи, неумение оформить отчет. Руководство и помощь со стороны преподавателя и хорошо подготовленных студентов неэффективны по причине плохой подготовки студента.

Процедура оценивания знаний, умений, навыков по дисциплине «Микроэлектроника» включает учет успешности выполнения лабораторных и практических работ, самостоятельной работы и сдачу экзамена.

Вопросы для зачета

Не предусмотрен учебным планом.

Вопросы для экзамена

1. Определения микроэлектроники, интегральных схем. Классификация ИМС. Система обозначений ИМС.

2. Определение ГИС. Элементы ГИС. Методы формирования тонких пленок.
3. Определение ГИС. Элементы ГИС. Методы формирования элементов ГИС.
4. Определение ППИС. Элементы ППИС. Определение биполярного интегрального транзистора. Формирование биполярного интегрального транзистора методом тройной диффузии. Достоинства и недостатки.
5. Теоретические основы диффузии (законы Фика).
6. Формирование биполярного интегрального транзистора по эпитаксиальной технологии. Функциональное назначение n^+ -областей.
7. Профиль распределения примеси по глубине эпитаксиального биполярного интегрального транзистора.
8. Разновидности биполярных интегральных транзисторов (МЭТ, МКТ, ТШ, супербета транзистор). Интегральные диоды.
9. Униполярные интегральные транзисторы и их классификация. Принцип работы.
10. МДП–транзисторы с индуцированным каналом. Образование горловины. Аналитические выражения ВАХ.
11. Структура МДП–транзистора, полевого транзистора, КМОП–транзистора.
12. Статический режим биполярного транзисторного ключа. Критерий насыщения.
13. Параллельное соединение транзисторных ключей. Последовательная ключевая цепочка. Нагрузочная способность транзисторного ключа.
14. Переключатель тока. Последовательная цепочка переключателей тока.
15. ДТЛ. Принцип действия Функциональное назначение. Логический перепад.
16. ТТЛ. Принцип действия Функциональное назначение. Логический перепад.
17. ЭСЛ. Принцип действия Функциональное назначение. Логический перепад.
18. И²Л. Принципиальная схема.
19. И²Л. Технологический процесс.
20. МДП – транзисторный ключ с резисторной нагрузкой.
21. МДП – транзисторный ключ с динамической нагрузкой.
22. КМОП – транзисторный ключ.
23. МОПТЛ. Параллельное включение логических транзисторов.
24. МОПТЛ. Последовательное включение логических транзисторов.
25. КМОПТЛ. Реализация логических функций «ИЛИ-НЕ», «И-НЕ».
26. БиКМОП – логический элемент.
27. Помехоустойчивость ключей. Порог чувствительности.
28. Логические элементы на МЭП-транзисторах
29. Логические функции. Минтерм. Макстерм.
30. СДНФ. СКНФ. Правила образования СДНФ. Составление логической схемы с помощью СДНФ. Минимизация методом Карно-Вейча.

Тестовые задания по дисциплине

1. Плотность упаковки ИМС это –
 1. отношение числа элементов к объему микросхемы без учета выводов
 2. число элементов или простых компонентов на кристалле микросхемы
 3. число функциональных ячеек в кристалле
 4. отношение числа элементов к числу функциональных ячеек в кристалле

2. В какой из перечисленных микросхем все элементы выполнены в объеме кристалла полупроводника
 1. тонкопленочной
 2. гибридной
 3. полупроводниковой

3. В отличие от аналоговых, цифровые ИМС
 1. обрабатывают сигналы, описываемые непрерывными функциями
 2. предназначены для преобразования и обработки сигналов, изменяющихся по закону дискретной функции
 3. выполнены по тонкопленочной технологии
 4. Наличие паразитного р-n-р транзистора приводит к
 1. увеличению коэффициента передачи по току основного транзистора
 2. уменьшению базового тока основного транзистора
 3. увеличению коэффициента инжекции эмиттера
5. Какое свойство арсенида галлия не позволяет создавать на его основе МДП транзисторы?
 1. высокая подвижность электронов
 2. малая критическая напряженность электрического поля
 3. высокое значение плотности поверхностных состояний
6. Области p^+ типа, формируемые под изолирующими областями в транзисторе с комбинированной изоляцией, необходимы для
 1. улучшения частотных свойств транзистора
 2. предотвращения возникновения проводящего канала между отдельными элементами ИМС
 3. увеличения напряжения пробоя эмиттерного перехода транзистора
7. Горизонтальный р-n-р транзистор в отличие от вертикального транзистора структуры n-p-n:
 1. обладает внутренним электрическим полем в базовой области
 2. обладает более высоким значением коэффициента передачи по току
 3. является бездрейфовым
8. П-образная форма канала МДП транзисторов при проектировании ИМС используется с целью
 1. экономии площади
 2. увеличения быстродействия
 3. увеличения подвижности носителей в канале
9. Базовый элемент (инвертор) ИМС на основе комплементарной пары транзисторов выполнен из
 1. МДП транзистора с индуцированным каналом р-типа и МДП транзистора со встроенным каналом n-типа
 2. двух МДП транзисторов с индуцированными каналами n- и р- типа
 3. двух МДП транзисторов с индуцированным каналом n-типа
10. На стоковых ВАХ МДП транзисторов с коротким каналом, по сравнению с ВАХ обычных МДП транзисторов:
 1. меньше значения напряжения насыщения
 2. на участке насыщения наблюдается более резкий рост тока стока
 3. напряжения сток-исток, при которых еще сохраняется участок насыщения ВАХ, существенно выше.

14. Образовательные технологии

Лекционный курс читается с применением **информационно-коммуникационных образовательных технологий** (организация образовательного процесса, основанная на применении специализированных программных сред и технических средств работы с информацией). Изложение всего материала (**лекции-визуализации**) сопровождается презентациями (демонстрацией учебных материалов, представленных в различных знаковых системах, в т.ч. иллюстративных, графических).

При проведении лабораторных работ и практических занятий наряду с **традиционными образовательными технологиями** (лабораторная работа – организация учебной работы с реальными материальными и информационными объектами, экспериментальная работа с аналоговыми моделями реальных объектов) применяются **технологии проблемного обучения** (проведение практикумов - организация учебной работы, направленная на решение комплексной учебно-познавательной задачи, требующей от студента применения как научно-теоретических знаний, так и практических навыков) и **технологии проектного обучения** (выполнение творческих и информационных проектов).

15. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Основная:

1. Раскин А.А. Технология материалов микро-, опто- и наноэлектроники. Часть 1 [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Раскин А.А., Прокофьева В.К.— Электрон.текстовые данные.— М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012.— 165 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/12273>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю.

2. Галперин В.А. Процессы плазменного травления в микро- и нанотехнологиях [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Галперин В.А., Данилкин Е.В., Мочалов А.И.— Электрон. текстовые данные.— М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013.— 284 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/4597>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю.

3. Рошин В.М. Технология материалов микро-, опто- и наноэлектроники. Часть 2 [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Рошин В.М., Силибин М.В.— Электрон.текстовые данные.— М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012.— 180 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/12274>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю.

Дополнительная:

4. Аванесян, Г. Р. Интегральные микросхемы ТТЛ, ТТЛШ [Текст] : справочник / Г. Р. Аванесян. - М. : Машиностроение, 1993. - 256 с.- 9 экз.

5. Зарубежные интегральные микросхемы и их отечественные аналоги [Текст] : справочник / Н. А. Пучков. - М. : Москва, 1993. - 192 с. : ил. ; 21см. - ISBN 5-217-02620-0. – 12 экз.

6. Популярныe микросхемы ТТЛ : серии: КР 1533, КР 1531, К 531, К 555, К 155 : справочник / В. Л. Шило. - М. : Аргус, 1993. - 64 с. : ил. ; 28 см. - Авт. указан на обл. - ISBN 5-85549-004-1. – 32 экз.

Список периодических изданий:

7. Микроэлектроника : РАН. - М. : Наука, 1972 - . - Выходит раз в два месяца. - ISSN 0544-1269.

Список Интернет-ресурсов:

8. <http://www.chipnews.ru/> - Новости микроэлектроники.

9. <http://www.rusnanonet.ru/> - Российская национальная нанотехнологическая сеть.

10. <http://www.russianelectronics.ru/> - Новостной и аналитический портал «Время электроники».

11. <http://www.ipmt-hpm.ac.ru/> - Институт проблем технологии микроэлектроники и особочистых материалов российской академии наук.

12. <http://scitation.aip.org/content/avs/journal/jvstb>. - Journal of Vacuum Science & Technology B (Nanotechnology and Microelectronics: Materials, Processing, Measurement, and Phenomena). – US. : AVS-SCIENCE & TECHNOLOGY SOC. – ISSN 1520-8559. – Режимдоступа: 7 мая 2015г.

13. <http://www.inderscience.com/jhome.php?jcode=ijnm>. - International Journal of Nanomanufacturing. – Switzerland :Inderscience Publishers World Trade Centre Building II. – ISSN 1746-9406. – Режимдоступа: 7 мая 2015г.

Источники ИОС

14. Дисциплина Б.1.3.7.1 «Микроэлектроника». Режим доступа: <https://portal3.sstu.ru/Facult/INETM/EPU/ELNE/B.1.3.7.1/default.aspx>

16. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническое обеспечение модуля: доступ к фондам учебных пособий, библиотечным фондам с периодическими изданиями по соответствующим темам, наличие компьютеров, подключенных к сети Интернет, и с необходимым программным обеспечением. Учебная дисциплина Б.1.3.7.1 «Микроэлектроника» обеспечена комплектом учебно-методической документации. Учебные аудитории для чтения лекций, проведения лабораторных работ и коллоквиумов: аудитории, оборудованные компьютерами с соответствующим программным обеспечением. Программные и технические средства, используемые при чтении лекций: персональный компьютер, проектор, Microsoft Power Point 2007.

Помещения для самостоятельной работы студентов: аудитории, оборудованные компьютерами с выходом в Интернет.

Информационное и учебно-методическое обеспечение: ЭБС «IPRbooks», электронная библиотека СГТУ им. Гагарина Ю.А., электронная информационно-образовательная среда СГТУ им. Гагарина Ю.А..

Программные и технические средства, используемые при выполнении лабораторных работ:

- микроскоп «NeoPhot 32»;
- программное обеспечение: MicrosoftOffice 2007; MathCAD.