

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.1.2.14 Технология материалов и изделий электроники и нанoeлектроники»

направления подготовки

11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»

Профиль «Электронные приборы и устройства»

форма обучения – очная

курс – 4

семестр – 7

зачетных единиц – 6

часов в неделю – 5

всего часов – 216

в том числе:

лекции – 36

лабораторные занятия – 54

самостоятельная работа – 126

экзамен – 7 семестр

1. Цели и задачи дисциплины

Цели и задачи дисциплины: изучение закономерностей протекания основных технологических операций, применяемых при изготовлении материалов и изделий электроники и нанoeлектроники. Изучение расчетных и экспериментальных методов определения режимов технологических операций. Изучение принципов действия основных элементов вакуумного оборудования и технологических устройств. Формирование навыков работы на технологическом оборудовании. Изучение типовых технологических процессов изготовления изделий электроники и нанoeлектроники.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Для успешного усвоения данной дисциплины необходимо, чтобы студент владел знаниями, умениями и навыками, сформированными в процессе изучения дисциплин:

Б.1.1.6 Физика (ОПК-2)

Б.1.1.16 Физические основы электроники (ПК- 1, ПК-2)

Б.1.1.19 Основы проектирования электронной компонентной базы (ПК -1)

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенции:

- способностью выполнять работы по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники (ПК-8).

В результате изучения дисциплины студент должен

знать: основные технологические методы, применяемые при изготовлении материалов и изделий электроники и нанoeлектроники; физические закономерности, лежащие в основе этих методов;

уметь: ориентироваться в многообразии современных технологических методов; разрабатывать технологические схемы производства изделий электроники различных типов; определять экспериментальным или расчетным путем оптимальные режимы проведения отдельных технологических операций; использовать для выполнения отдельных операций стандартное вакуумное технологическое оборудование; владеть основными навыками работы на таком оборудовании;

владеть: представлениями о перспективах и тенденциях развития технологии изделий электроники и нанoeлектроники.

Виды учебной работы: лекции, самостоятельная работа, лабораторные работы.

Изучение дисциплины заканчивается экзаменом.

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

№ Мо-ду-ля	№ Не-де-ли	№ Те-мы	Наименование темы	Часы/ Из них в интерактивной форме					
				Всего	Лек-ции	Коллок-виумы	Лабора-торные	Прак-тичес-кие	СРС
1	2	3	4	5	6	7		8	9
7 семестр									
1	1-2	1	Основы электровакуумного производства и полупроводникового производства.	20	4/0				16/0
1	3-4	2	Основные требования к деталям, сборочным единицам, готовым изделиям и методы их испытания.	34/6	4/0		12/6		18/0
1	5-6	3	Электрофизические методы изготовления и обработки деталей. Очистка. Термическая обработка деталей.	14	4/0				10/0
1	7-8	4	Технологии наращивания эпитаксиальных слоев.	22	4/0				18/0
2	9-10	5	Технологии ионной имплантации и легирования.	32/8	4/0		14/8		14/0
2	11-13	6	Технологии получения пленок.	42/8	6/0		14/8		22/0
2	14-16	7	Технологии литографии.	38/8	6/0		14/8		18/0
2	17-18	8	Тенденции развития оборудования электронного производства.	14	4/0				10/0
Всего				216/30	36/0		54/30		126/0

5. Содержание лекционного курса

№ темы	Всего часов	№ лекции	Тема лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4	5
1	4	1-2	Основы электровакуумного производства и полупроводникового производства. Введение. Предмет дисциплины и ее задачи. Электронные приборы как основные типы изделий электронной техники. Особенности технологии производства электронных приборов. Производственный процесс и его компоненты. Понятие технологической гигиены. Классификация оборудования.	1,2,4
2	4	3-4	Основные требования к деталям, сборочным единицам, готовым изделиям и методы их испытания. Эксплуатационные требования. Технологические требования. Технологическая спецификация. Технология изготовления катодов. Классификация кристаллизационных процессов выращивания монокристаллов полупроводников. Оборудование для выращивания монокристаллов методом Чохральского (основные узлы и конструкции установок	1,2,4,9
3	4	5-6	Электрофизические методы изготовления и обработки деталей. Очистка. Термическая обработка деталей. Плазменная обработка деталей. Изготовление и обработка деталей лазерным лучом. Ультразвуковые методы изготовления, обработки и соединения деталей. Электроэрозионные методы изготовления и обработки деталей Особенности и место технохимической обработки в микроэлектронном производстве. Функциональные элементы оборудования для химической очистки и травления пластин.	1-4,6
4	4	7-8	Технологии наращивания эпитаксиальных слоев. Классификация методов эпитаксиального наращивания. Оборудование для жидко-фазной и газофазной эпитаксии. Реакторы установок газовой эпитаксии. Особенности оборудование для эпитаксиального наращивания полупроводниковых соединений.	1,2,4,6,8
5	4	9-10	Технологии ионной имплантации и легирования. Классификация и типы оборудования. Элементы установок ионной имплантации. Использование	1-3,5,8

			малоинерционного термического оборудования для отжига дефектов после ионной имплантации. Нейтронно-трансмутационное легирование.	
6	6	11-13	Технологии получения пленок. Основные методы формирования тонких пленок в вакууме и классификация оборудования. Оборудование для осаждения пленок методом термического испарения в вакууме. Резистивные, индукционные и электронно-лучевые испарители, конструкции подложкодержателей. Устройства для ионного распыления материалов (катодное, ионно-плазменное и магнетронное распыление).	1-3,5,8
7	6	14-16	Технологии литографии. Задачи литографии в микроэлектронике. Методы и оборудование для изготовления шаблонов и масок. Методы и оборудование для формирования резистивных слоев. Оборудование для процессов экспонирования (использующее кванты фотонов, рентгеновского и синхротронного излучения, электроны, ионы).	1-3,8
8	4	17-18	Тенденции развития оборудования электронного производства. Автоматизированное оборудование. Кластерные линии. Структурная и конструктивная компоновка автоматических линий. Перспективы автоматизированных и роботизированных производств.	1-5

6. Содержание коллоквиумов

Не предусмотрены учебным планом.

7. Перечень практических занятий

Не предусмотрены учебным планом.

8. Перечень лабораторных работ

№ темы	Всего часов	Наименование лабораторной работы. Задания, вопросы, обрабатываемые на лабораторном занятии	Учебно-методическое обеспечение
1	2	4	3
2	12	Кристаллизационные процессы выращивания монокристаллов полупроводников.	Презентационный материал в рамках научного семинара
5	14	Технологии легирования	Презентационный материал в рамках научного семинара
6	6	Физическое газофазное осаждение тонких пленок	Презентационный материал в рамках научного семинара

6	8	Процессы вакуумно-плазменного травления	Презентационный материал в рамках научного семинара
7	14	Электронно-лучевое оборудование для контроля качества литографических процессов.	Презентационный материал в рамках научного семинара

9. Задания для самостоятельной работы студентов

№ темы	Всего часов	Задания, вопросы, для самостоятельного изучения (задания)	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4
1	26	Типовое вакуумное технологическое оборудование. Основные требования к оборудованию производства электронных приборов; модульность, агрегатирование, унификация, уровень автоматизации, производственная гибкость оборудования.	1,2,4
2	28	Технологии производства микроэлектронных приборов и интегральных микросхем. Выращивание монокристаллов методом бестигельной зонной плавки. Системы автоматического управления процессом выращивания монокристаллов. Общие сведения о механической обработке полупроводниковых материалов. Оборудование для резки монокристаллов полупроводниковых материалов. Оборудование для шлифования и полирования пластин. Оборудование для химической и электрохимической обработки пластин. Оборудование для контроля полупроводниковых пластин.	1,2,4,9
3	16	Термическая обработка в электронном производстве. Оборудование для операций очистки и травления с помощью плазмы и ионов. Контроль качества обработки поверхности на субмикронном уровне.	1-4,6,7
4	26	Технологии наращивания эпитаксиальных слоев. Молекулярно-лучевая эпитаксия. Оборудование для прецизионной локальной эпитаксии. Методы и устройства для стимуляции эпитаксии.	1,2,4,6,8,11
5	28	Технологии ионной имплантации и легирования. Термодиффузия. Контроль параметров слоев с помощью электронных и ионных пучков. Типы оборудования для контроля.	1-3,5,8,11
6	26	Технологии получения пленок. Установки периодического, полунепрерывного и непрерывного действия. Тенденции развития вакуумного оборудования, модульный принцип компоновки установок. Контроль параметров тонких пленок и оборудование для контроля на субмикронном уровне. Показатели качества оборудования.	1-3,5,8,11

7	26	Технологии литографии. Особенности и оборудование технохимической обработки. Контроль качества процесса литографии. Электронно-лучевое оборудование для контроля качества литографических процессов.	1-3,8,11
8	20	Тенденции развития оборудования электронного производства. Автоматизированное оборудование. Кластерные линии. Структурная и конструктивная компоновка автоматических линий. Перспективы автоматизированных и роботизированных производств.	1-5

Методические указания по самостоятельному изучению отдельных разделов дисциплины приведены в соответствующем разделе ИОС[17]

Контрольная работа

Не предусмотрена учебным планом.

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 (модулю)

В процессе освоения образовательной программы формируется отдельные элементы компетенции ПК-№8 (способностью выполнять работы по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники).

Содержание лекционного курса и лабораторных занятий формируют на рассматриваемом этапе элементы компетенций в части, касающейся подготовки производства микросхем и интегральных микросхем.

Процедура оценивания знаний, умений и навыков проводится в соответствии со следующими методическими материалами и заключается:

- в проведении устного экзаменационного опроса в виде диалога преподавателя со студентом, цель которого – систематизация и уточнение

имеющихся у студента знаний, проверка его индивидуальных возможностей усвоения материала;

- отчетов по лабораторным работам, для оценки способности студента применить полученные ранее знания для проведения анализа, опыта, а также составления выводов.

Показателем оценивания степени усвоения знаний элемента компетенций, является оценка, полученная на экзамене при ответе на вопросы для экзамена. Оценка выставляется по четырехбалльной шкале, соответствующей оценкам «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно» и осуществляется путем анализа ответа на вопросы для экзамена или зачета. При этом руководствуются следующими критериями.

Оценка	Критерии оценивания результатов обучения
Отлично	Заслуживает обучающийся, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, предусмотренного программой, усвоивший основную литературу и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой.
Хорошо	Заслуживает обучающийся, обнаруживший полное знание учебного материала, 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, знакомых с основной литературой, рекомендованной программой. Оценка выставляется обучающимся, допустившим погрешности при ответе и выполнении заданий, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.
Неудовлетворительно	Выставляется обучающемуся, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебного материала. Оценка ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании образовательного учреждения без дополнительных занятий по рассматриваемой дисциплине

Умения и навыки, приобретенные студентом на этапе освоения указанной части компетенций при преподавании (изучении) рассматриваемой дисциплины, оцениваются по результатам выполнения:

- лабораторных работ,
- самостоятельной работы.

Показателем оценивания степени усвоения знаний элемента компетенций, является оценка, полученная при отчете по лабораторным работам, самостоятельной работе. Оценка выставляется по четырехбальной шкале, соответствующей оценкам «зачтено» («отлично», «хорошо», «удовлетворительно») и «не зачтено» («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 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 «Технология материалов и изделий электроники и нанoeлектроники» включает учет успешности выполнения лабораторных работ, самостоятельной работы и сдачу экзамена.

Вопросы для зачета

Не предусмотрен учебным планом.

Вопросы для экзамена

1. Основы технологии производства электровакуумного и полупроводникового производства. Типовой технологический процесс производства электровакуумных и полупроводниковых приборов.
2. Чистые помещения и связанные с ними контролируемые среды. Классы чистоты
3. Классификация ЭВП СВЧ
4. Классификация заготовительных и обрабатывающих операций
5. Основные требования к деталям, сборочным единицам, готовым изделиям и методы их испытания
- 6 Технологическая документация
7. Технология изготовления катодов
8. Плазменная обработка деталей
9. Обработка деталей лазерным лучом
10. Ультразвуковые методы изготовления, обработки и соединения деталей
11. Электроэрозионные методы изготовления и обработки деталей
12. Ультразвуковая очистка деталей
13. Режимы электроэрозионной обработки
14. Принципиальная технологическая схема очистки
15. Химическое обезжиривание, травление и полировка деталей

16. Плазменная очистка
17. Общие сведения о термической обработке
18. Особенности термической обработки в среде водорода
19. Особенности термической обработки в вакууме
20. Классификация методов нанесения покрытий
21. Нанесение покрытий с использованием процесса испарения. Общая характеристика процесса
22. Испарители с электронно-лучевым нагревом
23. Принципиальная схема применения электронно-лучевого нагрева при вакуумном напылении
24. Ионный источник Кауфмана
25. Торцевой-холловский ионный источник
26. Микроволновый ионный источник
27. Классификация процессов вакуумно-плазменного травления
28. Основные технологические характеристики процессов травления
29. Факторы, определяющие основные технологические характеристики процессов ВПТ
30. Методы вакуумно-плазменного травления
31. Реакторы вакуумно-плазменного травления
32. Оборудование реактивного ионно-плазменного травления
33. Оборудование плазмохимического травления
34. Реакторы радикального травления
35. Укрупненные схемы технологических процессов изготовления полупроводниковых (монокристалльных) и гибридно-пленочных ИС
36. Классификация кристаллизационных процессов выращивания монокристаллов полупроводников.
37. Выращивание монокристаллов методом Чохральского
38. Выращивание монокристаллов методом зонной плавки.
39. Литографические процессы. Сущность, этапы и основные операции
40. Фоторезисты и их свойства
41. Основные этапы процесса фотолитографии
42. Фотошаблон и операция совмещения
43. Экспонирование фоторезиста
44. Перенос рельефа фоторезиста на технологический слой.
45. Развитие литографических методов. Ограничения фотолитографии
46. УФ литография
47. Рентгеновская литография.

Тестовые задания по дисциплине

.....

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 наряду с *традиционными образовательными технологиями* (лабораторная работа – организация учебной работы с реальными материальными и информационными объектами) 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).

Дисциплина «Технология материалов и изделий электроники и нанoeлектроники» состоит: из лекционной части в мультимедийном исполнении; лабораторных работ для закрепления полученных знаний; самостоятельных занятий для подготовки к лабораторным занятиям, поискового назначения, овладения учебным материалом и освоения дополнительной литературы.

Блок «самостоятельная работа» представляет реферативную работу, консультации по электронной почте и в on-line режиме.

Для эффективной реализации целей и задач ФГОС ВО, для воплощения компетентностного подхода в преподавании дисциплины «Технология материалов и изделий электроники и нанoeлектроники» используются следующие образовательные технологии и методы обучения:

Вид занятия	Технология	Цель	Формы и методы обучения
1	2	3	4
Лекции	Технология проблемного обучения	Усвоение теоретических знаний, развитие мышления, формирование профессионального интереса к будущей деятельности	Мультимедийные лекция-объяснение, лекция-визуализация, с привлечение формы тематической дискуссии, беседы, анализа конкретных ситуаций
Лабораторные работы	Технология проблемного, модульного, дифференцированного и активного обучения, деловой игры	Развитие творческой и познавательной самостоятельности, обеспечение индивидуального подхода с учетом базовой подготовки. Организация	Индивидуальный темп обучения. Использование offline (электронная почта) для обмена информацией, консультаций с преподавателем,

		активности студентов, обеспечение лично-стно деятельного характера усвоения знаний, приобретения навыков, умений.	Постановка проблемных познавательных задач. Методы активного обучения: «круглый стол», игровое производственное проектирование, анализ конкретных ситуаций.
Самостоятельная работа	Технологии концентрированного, модульного, дифференцированного обучения	Развитие познавательной самостоятельности, обеспечение гибкости обучения, развитие навыков работы с различными источниками информации, развитие умений, творческих способностей.	Индивидуальные, групповые, интерактивные (в режимах on-line и off-line).

15. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

ОБЯЗАТЕЛЬНЫЕ ИЗДАНИЯ

1 Орликов Л.Н. Технология материалов и изделий электронной техники. Часть 1 [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Орликов Л.Н.— Электрон. текстовые данные.— Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012.— 98 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13990> .— ЭБС «IPRbooks», по паролю.

2 Орликов Л.Н. Технология материалов и изделий электронной техники. Часть 2 [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Орликов Л.Н.— Электрон. текстовые данные.— Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012.— 100с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13991> .— ЭБС «IPRbooks», по паролю.

3 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, 2015.— 165с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/12273> .— ЭБС «IPRbooks», по паролю

4 Роцин В.М. Технология материалов микро-, опто- и наноэлектроники. Часть 2 [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Роцин В.М., Силибин М.В.— Электрон. текстовые данные.— М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015.— 180с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/12274> .— ЭБС «IPRbooks», по паролю

5 Данилина Т.И. Оборудование для создания и исследования свойств объектов нанoeлектроники [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Данилина Т.И., Чистоедова И.А.— Электрон. текстовые данные.— Томск: Эль Контент, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2011.— 96с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13950> .— ЭБС «IPRbooks», по паролю

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ИЗДАНИЯ

6 Куликов И.С. Электролитно-плазменная обработка материалов [Электронный ресурс]: монография/ Куликов И.С., Ващенко С.В., Каменев А.Я.— Электрон. текстовые данные.— Минск: Белорусская наука, 2010.— 232 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/12329> .— ЭБС «IPRbooks», по паролю.

7 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, 2015.— 284с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/4597> .— ЭБС «IPRbooks», по паролю

8 Берлин Б.В. Получение тонких пленок реактивным магнетронным распылением [Электронный ресурс]/ Берлин Б.В., Сейдман Л.А.— Электрон. текстовые данные.— М.: Техносфера, 2014.— 256с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/31877> .— ЭБС «IPRbooks», по паролю

9 Барыбин А.А. Физико-технологические основы макро-, микро- и нанoeлектроники [Электронный ресурс]/ Барыбин А.А., Томилин В.И., Шаповалов В.И.— Электрон. текстовые данные.— М.: ФИЗМАТЛИТ, 2011.— 784с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/24484> .— ЭБС «IPRbooks», по паролю

10 Никитенков Н.Н. Основы анализа поверхности твердых тел методами атомной физики [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Никитенков Н.Н.— Электрон. текстовые данные.— Томск: Томский политехнический университет, 2013.— 203с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/34691> .— ЭБС «IPRbooks», по паролю

11 Фундаментальные основы процессов химического осаждения пленок и структур для нанoeлектроники [Электронный ресурс]/ Ф.А. Кузнецов [и др.].— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Сибирское отделение РАН, 2013.— 176с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/32819> .— ЭБС «IPRbooks», по паролю

ПЕРИОДИЧЕСКИЕ ИЗДАНИЯ

12. Известия вузов. Материалы электронной техники [Текст]. – М.: Изд.дом «Руда и Металлы», 1998 - . – Выходит ежеквартально. – ISSN1609-3597 (2008-2012)

13. ЭЛЕКТРОТЕХНИКА: СЕТЕВОЙ ЭЛЕКТРОННЫЙ ЖУРНАЛ. – ISSN 2313-8742

Режим доступа: http://elibrary.ru/title_about.asp?id=51219

14. ЭЛЕКТРОННАЯ ТЕХНИКА. СЕРИЯ 1: СВЧ-ТЕХНИКА. – ISSN 1990-9012

Режим доступа: http://elibrary.ru/title_about.asp?id=9294

15. Современная электроника [Текст]. – М.: СТА-ПРЕСС, 2004 - . – Периодичность 9 (2006-2012)

16. Радиотехника и электроника: рАН. – М.: Наука, 1956 - . – Выходит ежемесячно – ISSN 0033-8494 (2010-2012)

ИСТОЧНИКИ ИОС

17. Технология материалов и изделий электроники и наноэлектроники. Режим доступа <https://portal3.sstu.ru/Facult/INETM/EPU/ELNE/B.1.2.14/default.aspx>
По Паролюю

16. Материально-техническое обеспечение

База проведения занятий – СГТУ имени Гагарина Ю.А. кафедра ЭПУ

Для проведения лекционных занятий требуется комплект технических средств обучения. Изложение лекционного материала сопровождается демонстрационным материалом, оформленным в виде презентации в программе Microsoft PowerPoint.

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..