

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета радиотехники
и электроники

В.А. Небольсин /
25 ноября 2022 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины
«Практические основы специальности»

Направление подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника

Профиль Микроэлектроника и твердотельная электроника

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года / 4 года и 11 мес.

Форма обучения очная / заочная

Год начала подготовки 2023

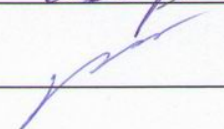
Автор программы

 Т.Г. Меньшикова

И.о.заведующего кафедрой
полупроводниковой электроники
и наноэлектроники

 А.В. Строгонов

Руководитель ОПОП

 А.В. Арсентьев

Воронеж 2022

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины: ознакомление обучающихся с общими принципами организации учебного процесса в университете, с производственной деятельностью по выбранной специальности; получение ими первичных профессиональных умений и навыков.

1.2. Задачи освоения дисциплины: ознакомление с историей и традициями ВГТУ, Уставом университета, нормативными актами РФ в сфере высшего образования, а также основными понятиями и содержанием будущей специальности.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина ФТД.03 «Практические основы специальности» относится к дисциплинам блока ФТД учебного плана.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Практические основы специальности» направлен на формирование следующих компетенций:

УК-1: способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
УК-1	знать технологические основы изготовления изделий наноэлектроники и наноинженерии;
	уметь использовать основные термины и понятия наноэлектроники и наноинженерии при решении стандартных задач;
	владеть навыками поиска источников информации в электронных библиотечных системах и в базах цитирования elibrary и sciencedirect.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины «Практические основы специальности» составляет 2 зачетные единицы.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

Очная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры
		1
Аудиторные занятия (всего)	34	34
В том числе:		
Лекции	34	34
Самостоятельная работа	38	38
Вид промежуточной аттестации - зачет	+	+
Общая трудоемкость	час 72	72
	зач. ед. 2	2

Заочная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры
		1
Аудиторные занятия (всего)	8	8
В том числе:		
Лекции	8	8
Самостоятельная работа	60	60
Часы на контроль	4	4
Вид промежуточной аттестации - зачет	+	+
Общая трудоемкость	час 72	72
	зач. ед. 2	2

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	СРС	Всего час
1	Особенности высшего технического образования	Современная система высшего образования и ее задачи. Особенности государственных образовательных стандартов по направлениям подготовки «Электроника и нанoeлектроника» и «Нанoeинженерия». Особенности обучения в вузе. История и традиции ВГТУ.	2	-	2
2	Основные определения и понятия микроэлектроники	Исторический обзор. Полупроводниковые материалы. Полупроводниковые интегральные схемы. Основные принципы интегральной технологии. Гибридные и совмещенные интегральные схемы. Классификация интегральных микросхем. Степень интеграции.	10	10	20
3	Общая характеристика технологического процесса изготовления интегральных микросхем	Основные этапы технологии интегральных микросхем. Выбор полупроводникового материала. Получение полупроводникового материала. Получение полупроводниковых пластин. Получение эпитаксиальных структур. Методы формирования элементов интегральных микросхем. Общая характеристика технологического процесса. Типы структур интегральных микросхем. Требования к кремниевым пластинам. Микроклимат и производственная гигиена.	10	10	20
4	Основные технологические операции планарной технологии	Получение диэлектрических пленок. Свойства пленки двуокиси кремния. Травление. Термическая диффузия примесей. Ионное легирование. Эпитаксия. Термическое окисление кремния. Нанесение тонких пленок. Проводники соединений и контакты в полупроводниковых интегральных микросхемах. Литография.	10	10	20

5	Источники информации и оформление результатов исследований	Источники информации по выбранной специальности. Работа с библиографическими источниками. Правила оформления отчетов, курсовых работ и проектов в соответствии со стандартом ВГТУ	2	8	10
Итого			34	38	72

заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	СРС	Всего час
1	Особенности высшего технического образования	Современная система высшего образования и ее задачи. Особенности государственных образовательных стандартов по направлениям подготовки «Электроника и микроэлектроника» и «Нанотехнологии». Особенности обучения в вузе. История и традиции ВГТУ.	1	-	1
2	Основные определения и понятия микроэлектроники	Исторический обзор. Полупроводниковые материалы. Полупроводниковые интегральные схемы. Основные принципы интегральной технологии. Гибридные и совмещенные интегральные схемы. Классификация интегральных микросхем. Степень интеграции.	2	17	19
3	Общая характеристика технологического процесса изготовления интегральных микросхем	Основные этапы технологии интегральных микросхем. Выбор полупроводникового материала. Получение полупроводникового материала. Получение полупроводниковых пластин. Получение эпитаксиальных структур. Методы формирования элементов интегральных микросхем. Общая характеристика технологического процесса. Типы структур интегральных микросхем. Требования к кремниевым пластинам. Микроклимат и производственная гигиена.	2	17	19
4	Основные технологические операции планарной технологии	Получение диэлектрических пленок. Свойства пленки двуокиси кремния. Травление. Термическая диффузия примесей. Ионное легирование. Эпитаксия. Термическое окисление кремния. Нанесение тонких пленок. Проводники соединений и контакты в полупроводниковых интегральных микросхемах. Литография.	2	17	19
5	Источники информации и оформление результатов исследований	Источники информации по выбранной специальности. Работа с библиографическими источниками. Правила оформления отчетов, курсовых работ и проектов в соответствии со стандартом ВГТУ	1	9	10
Всего			8	60	68
Контроль					4
Итого					72

5.2 Перечень лабораторных работ

Не предусмотрено учебным планом.

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины «Практические основы специальности» не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

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
УК-1	знать технологические основы изготовления изделий нанoeлектроники и нанoинженерии;	Тест	Выполнение теста на 40 - 100 %	Выполнение менее 40 %
	уметь использовать основные термины и понятия нанoeлектроники и нанoинженерии при решении стандартных задач;	Тест	Выполнение теста на 40 - 100 %	Выполнение менее 40 %
	владеть навыками поиска источников информации в электронных библиотечных системах и в базах цитирования elibrary и sciencedirect.	Тест	Выполнение теста на 40 - 100 %	Выполнение менее 40 %

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 1 семестре для очной формы обучения, в 1 семестре для заочной формы обучения по системе:

«зачтено»

«не зачтено»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
УК-1	знать технологические основы изготовления изделий нанoeлектроники и нанoинженерии;	Тест	Выполнение теста на 70 - 100 %	Выполнение менее 70 %
	уметь использовать основные термины и понятия нанoeлектроники и нанoинженерии при решении стандартных задач;	Решение стандартных практических задач	Продemonстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть навыками поиска источников информации в электронных библиотечных системах и в базах цитирования elibrary и sciencedirect.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продemonстрирован 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. Нанoeлектроника – это область микрoeлектроники, в которой используются элементы размером менее:

- 1 мкм;
- 100 нм;
- 10 нм;
- 1 нм;
- длины волны де Бройля.

2. На каком этапе развития находится современная электроника?

1. на 1-м;
2. на 2-м;
3. на 3-м;
4. на 4-м;
5. на 5-м.

3. Нанообъект – это объект:

1. который получен с помощью нанотехнологий.
2. который не может быть обнаружен с помощью визуального контроля.
3. имеющий размеры 1 – 100 нм.
4. в котором нарушаются все физические законы, действующие в обычных веществах.

4. В каком году был изобретен транзистор?

1. в 1945;
2. в 1947;
3. в 1949;
4. в 1951;
5. в 1953.

5. В каком году была изобретена интегральная схема?

1. в 1953;
2. в 1955;
3. в 1957;
4. в 1959;
5. в 1961.

6. Первый работающий твердотельный транзистор создали:

1. А. У.Бардин, Дж.Браттейн, У. Шокли;
2. Б. Н.Мотт , Э.Дэвис;
3. В. У.Бардин, Л.Купер, Дж.Шриффер;
4. Г. Л.Ландау, Е.Лифшиц.

7. В современной микроэлектронике при изготовлении полупроводниковых приборов основным материалом является:

1. оксид кремния;
2. алюминий;
3. кремний;
4. медь.

8. Природным сырьем для изготовления кремниевых пластин является:

1. кварцевый песок;
2. оксиды редкоземельных элементов;
3. бокситы;
4. полевой шпат.

9. Собственный полупроводник – это полупроводник:

1. не содержащий примеси;
2. в который введено одновременно два типа примеси;
3. у которого уровень Ферми находится в зоне проводимости;
4. у которого уровень Ферми находится в валентной зоне.

10. Примесный полупроводник – это:

1. полупроводник, который недостаточно хорошо очищен от загрязнений (от примесей других элементов);
2. сплав двух различных полупроводников;
3. полупроводник в который добавлены атомы другого элемента, для увеличения концентрации свободных носителей заряда;
4. полупроводник, который в виде наноразмерных гранул добавлен в чистый металл.

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. В качестве основного материала для электрической изоляции отдельных элементов интегральных схем друг от друга используется:
 1. оксид кремния;
 2. алюминий;
 3. оксид серебра;
 4. медь.
2. Критерием сложности интегральной схемы служит:
 1. потребляемая мощность;
 2. количество вычислительных операций, производимых в 1 с;
 3. количество активных элементов на одном кристалле;
 4. количество выводов у интегральной схемы.
3. Планарная технология – это технология:
 1. создания плоских фигур;
 2. последовательного создания элементов на плоскости;
 3. последовательного создания элементов в тонком приповерхностном слое;
 4. одновременного создания элементов в тонком приповерхностном слое.
4. Самый быстрый метод нанолитографии – это:
 1. сканирующий зонд;
 2. электронный луч;
 3. рентгеновский степпер;
 4. проекционная фотолитография.
5. Длина волны для рентгеновской литографии составляет:
 1. 0,4 – 5 нм;
 2. 20 – 40 нм;
 3. 0,4 – 5 мкм;
 4. 20 – 40 мкм.
6. Окисление кремния во «влажном» кислороде дает:
 - а) пленку хорошего качества;
 - б) процесс при низкой температуре подложки;
 - в) рост пленки с большой скоростью.
7. Окисления кремния при выращивании толстой оксидной маски проводится в режиме:
 - а) термического окисления во влажном кислороде;
 - б) термического окисления в сухом кислороде;
 - в) комбинированной технологии.
8. Подзатворный диэлектрик получают:
 - а) в сухом кислороде;

- б) во влажном кислороде;
- в) при комбинированной технологии.

9. Использование комбинированной технологии дает:

- а) сокращение времени окисления;
- б) снижение температуры роста;
- в) увеличение температуры роста.

10. Диэлектрическая изоляция обеспечивает:

- а) хорошую изоляцию элементов;
- б) усложнение технологии;
- в) увеличение топологических размеров.

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. На этапе загонки примесь распределяется по закону:

- а) Гаусса;
- б) параболическому;
- в) интеграла функции ошибок.

2. На этапе разгонки примесь распределяется по закону:

- а) интеграла функции ошибок;
- б) линейному;
- в) Гаусса.

3. Образованию р-п перехода в полупроводниковой пластине соответствует условие, когда концентрация введенной примеси:

- а) больше концентрации исходной примеси;
- б) равна концентрации исходной примеси;
- в) меньше концентрации исходной примеси.

4. Для создания базовых областей $n^+ - p - n$ –транзисторов в качестве легирующей примеси используется:

- а) мышьяк;
- б) фосфор;
- в) бор.

5. Для создания эмиттерных областей $n^+ - p - n$ -транзистора в качестве легирующей примеси используется:

- а) сурьма;
- б) алюминий;
- в) фосфор.

6. Какой элемент на первом этапе развития электроники служил для управления электрическим сигналом?

1. трансформатор;
2. электронно-вакуумная лампа;
3. резистор;
4. катушка индуктивности.

7. В чем принципиальное отличие полупроводникового транзистора от электронно-вакуумной лампы?

1. Транзистор потребляет значительно меньше энергии по сравнению с лампой.

2. Транзистор по размерам существенно меньше лампы.
 3. В транзисторе перенос заряда осуществляется электронами, находящимися в объеме полупроводника, в лампе - электронами, эмитированными в вакуумное пространство колбы.
 4. На транзистор необходимо подавать разнознаковые потенциалы для его работы, в лампе достаточно разогреть катод.
8. В чем основная особенность полупроводников, определяющая их основную роль в электронике?
1. Полупроводник плохо проводит электрический ток, что позволяет регулировать его величину.
 2. Основной полупроводниковый материал кремний – один из самых распространенных элементов на Земле, в нем нет недостатка.
 3. Возможность получения сплавов из нескольких разных полупроводников, позволяет формировать новые полупроводники.
 4. Возможность с помощью примесей воздействовать на проводимость и определять тип носителей заряда в полупроводнике.
9. В современной микроэлектронике при изготовлении полупроводниковых приборов основным материалом является:
1. оксид кремния;
 2. алюминий;
 3. кремний;
 4. медь.
10. Природным сырьем для изготовления кремниевых пластин является:
1. кварцевый песок;
 2. оксиды редкоземельных элементов;
 3. бокситы;
 4. полевой шпат.

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Современная система высшего образования и ее задачи
2. Область, объекты и виды профессиональной деятельности бакалавра по направлениям подготовки «Электроника и наноэлектроника» и «Наноинженерия»
3. Естественнонаучные основы практической деятельности человека
4. История электроники
5. Этапы развития микроэлектроники
6. Зарождение и становление отечественной микроэлектроники
7. Закон Мура. Перспективы развития.
8. Кремний. Получение и его свойства.
9. Германий. Получение и его свойства.
10. Соединения A^3B^5 .
11. Выбор материала подложек ИМС.
12. Получение монокристаллического кремния.
13. Способы резки слитка на пластины.
14. Механическая обработка подложек. Шлифовка.

15. Механическая обработка подложек. Полировка.
16. Химическая обработка подложек.
17. Технологический цикл производства изделий электронной техники.
18. Термическое окисление кремния.
19. Химическое осаждение диэлектрических пленок.
20. Принципы фотолитографии.
21. Виды фоторезистов.
22. Фотошаблоны и способы их получения.
23. Процессы травления в полупроводниковом производстве.
24. Легирование полупроводников диффузией.
25. Металлизация полупроводниковых структур.
26. Правила оформления отчетов, курсовых работ (проектов)

7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

Не предусмотрено учебным планом

7.2.6 Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

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

1. «Не зачтено» ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов.
2. «Зачтено» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 10 баллов.

При получении оценки «Зачтено» требуемые в рабочей программе знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на промежуточном этапе считаются достигнутыми.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	Особенности высшего технического образования	УК-1	Тест
2	Основные определения и понятия микроэлектроники	УК-1	Тест
3	Общая характеристика технологического процесса изготовления интегральных микросхем	УК-1	Тест
4	Основные технологические операции планарной технологии	УК-1	Тест
5	Источники информации и оформление результатов исследований	УК-1	Тест

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 преподавателем 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 преподавателем 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 преподавателем 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

Основная литература

1. **Рембеза С.И.** Введение в микроэлектронику и наноэлектронику [Электронный ресурс]: учеб. пособие / С.И. Рембеза, Е.С. Рембеза. - Электрон. текстовые, граф. дан. (2,2 Мб). - Воронеж: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», 2017. - 142 с.
2. **Ефимов И.Е.** Основы микроэлектроники: учебник / И.Е. Ефимов, И.Я. Козырь. - 3-е изд., стереотип. - СПб.: Лань, 2008. - 384 с. - ISBN 978-5-8114-0866-5
3. **Ефимов И.Е.** Основы микроэлектроники [Электронный ресурс] / И.Е. Ефимов, И.Я. Козырь. - 3-е изд. - СПб.: Лань, 2022. - 384 с. - ISBN 978-5-8114-0866-5. URL: <https://e.lanbook.com/book/210218>
4. **Лозовский В.Н.** Нанотехнологии в электронике : Введение в специальность: учеб. пособие / В.Н. Лозовский, Г.С. Константинова, С.В. Лозовский. - СПб. : Лань, 2008. - 336 с. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-0827-6
5. **Лозовский В.Н.** Нанотехнологии в электронике. Введение в специальность [Электронный ресурс]: учеб. пособие / В.Н. Лозовский, С.В. Лозовский. - 2-е изд., стер. - СПб.: Лань, 2024. - 332 с. - ISBN 978-5-8114-3986-7. URL: <https://e.lanbook.com/book/386429>
6. **Основы производства изделий электронной техники:** учеб. пособие / М. И. Горлов, А. В. Строгонов, Т. Г. Меньшикова, О. Л. Бордюжа, О. Н. Черкасов. – Воронеж: ФГБОУ ВО «ВГЛУ», 2023. – 135 с. - ISBN 978-5-7994-1080-3.
7. **Наноматериалы и нанотехнологии** [Электронный ресурс] : учебник для вузов / Е.И. Пряхин [и др.]. - 3-е изд., стер. – СПб. : Лань, 2023. - 372 с. - ISBN 978-5-507-46915-4. URL: <https://e.lanbook.com/book/323648>
8. **Введение в процессы интегральных микро- и нанотехнологий:** учеб. пособие: в 2 томах. Т. 2: Технологические аспекты / М.В.Акуленок, В.М. Андреев, Д.Г. Громов и др.; под общ. ред. Ю.Н. Коркишко. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. - 252 с. - (Нанотехнологии). – ISBN 978-5-9963-0336-6 (Т. 2). - ISBN 978-5-9963-0341-0
9. **Гусев А.И.** Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии: монография / А.И. Гусев. - 2-е изд., испр. - М. : Физматлит, 2009. - 416 с. - ISBN 978-5-9221-0582-8

10. **Щука А.А.** Электроника: учеб. пособие / А.А. Щука; под ред. А.С. Сигова. - СПб. : БХВ-Петербург, 2005. - 800 с. - ISBN 5-94157-461-4

Дополнительная литература

11. **Введение в нанотехнологию:** учебник / В.И. Марголин, В.А. Жабрев, Г.Н. Лукьянов, В.А. Тупик. - СПб. :Лань, 2012. - 464 с. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-1318-8

12. **Введение в нанотехнологию** [Электронный ресурс]: учебник / В.И. Марголин, В.А. Жабрев, Г.Н. Лукьянов, В.А. Тупик. - СПб.: Лань, 2022. - 464 с. - Книга из коллекции Лань - ISBN 978-5-8114-1318-8. URL: <https://e.lanbook.com/book/211034>

13. **Пул Ч. (мл.).** Нанотехнологии: учеб. пособие: рек. Ин-том химической физики РАН / Ч. Пул-мл., Ф. Оуэнс; пер. с англ. под ред. Ю.И. Головина. - 3-е изд., доп. – М.: Техносфера, 2007. - 375 с. – ISBN 978-5-94836-150-5. - ISBN 0-471-07935-9 (англ.)

14. **Зебрёв Г.И.** Физические основы кремниевой наноэлектроники: учеб. пособие / Г.И. Зебрёв. – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2017. - 240 с. - ISBN 978-5-9963-0181-2

15. **Новокрещенова Е.П.** Введение в микроэлектронику [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Е. П. Новокрещенова. - Электрон. текстовые, граф. дан. (3,0 Мб). - Воронеж: ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет», 2012. – 106 с.

16. **Фостер Л.** Нанотехнологии. Наука, инновации и возможности [Электронный ресурс]: монография / Л. Фостер; пер. А. Хачояна. – М. : Техносфера, 2008. - 352 с. - ISBN 978-5-94836-161-1. URL: <http://www.iprbookshop.ru/13282.html>

17. **Быховский М.А.** Развитие телекоммуникаций: На пути к информационному обществу: История развития электроники в XX столетии: учеб. пособие / М.А. Быховский. - М.: Либроком, 2012. - 352 с. - ISBN 978-5-397-02664-2

18. **Комиссарова Т.С.** История науки и техники [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Т.С. Комиссарова, В.И. Мосеев, А.Ю. Цыгоняева. - СПб.: СПбГУТ им. М.А. Бонч-Бруевича, 2023. - 178 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/425933>

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

Программное обеспечение компьютеров для самостоятельной и аудиторной работы:

- Операционные системы семейства MSWindows;
- Пакет офисных программ LibreOffice;
- Программа просмотра файлов WinDjview;
- Программа просмотра файлов формата pdf Adobe Acrobat Reader;
- Интернет-браузеры Mozilla Firefox, Google Chrome;
- Математический пакет MathCad Express, Smath Studio;
- Среда разработки Python;
- Система управления курсами Moodle;

Используемые электронные библиотечные системы:

- Модуль книгообеспеченности АИБС «МАРК SQL»:
<http://bibl.cchgeu.ru/provision/struct/>;
- ЭБС Издательства «ЛАНЬ», в том числе к коллекциям «Инженерно-технические науки», «Физика»: <http://e.lanbook.com/>;
- ЭБС IPRbooks: <http://www.iprbookshop.ru/>;
- научная электронная библиотека eLIBRARY.RU: <http://elibrary.ru/>.

Информационные справочные системы:

- портал федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования: <http://fgosvo.ru>;
- единое окно доступа к образовательным ресурсам: <http://window.edu.ru/>;
- открытый образовательный ресурс НИЯУ МИФИ: <http://online.mephi.ru/>;
- открытое образование: <https://openedu.ru/>;
- физический информационный портал: <http://phys-portal.ru/index.html>
- Профессиональные справочные системы «Техэксперт»: <https://cntd.ru>
- Электронная информационная образовательная среда ВГТУ: <https://old.education.cchgeu.ru>

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

1. Лекционная аудитория 311/4, укомплектованная специализированной мебелью и оснащенная оборудованием для лекционных демонстраций: мультимедиа-проектором, стационарным экраном, наборами демонстрационного оборудования (учебный корпус № 4, расположенный по адресу: Московский пр., 179):

комплект учебной мебели: рабочее место преподавателя (стол, стул);
рабочие места обучающихся (столы, стулья) на 22 человека.
проектор BenQ MP515 DLP;
экран ScreenMedia настенный.
огнетушитель.

2. Дисплейный класс для самостоятельной работы студентов, укомплектованный специализированной мебелью и оснащенный персональными компьютерами с лицензионным программным обеспечением с возможностью подключения к сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду университета, ауд. 209/4 (учебный корпус № 4, расположенный по адресу: Московский пр., 179):

комплект учебной мебели: рабочее место преподавателя (стол, стул);
рабочие места обучающихся (столы, стулья) на 20 человек.
компьютер-сборка каф.9;
компьютер в составе: (Н61/IntelCorei3/Кв/М/20" LCD);
компьютер-сборка каф.7;
компьютер-сборка каф.3;
компьютер в составе: (Н61/IntelCorei3/Кв/М/23" LCD);
компьютер-сборка каф.5;
компьютер-сборка каф.4;
компьютер-сборка каф.8;
компьютер-сборка каф.2;
компьютер-сборка каф.6;
компьютер-сборка каф.10;
комп. в сост: Сист.блок RAMEC GALE,монитор 17" LCD;
компьютер-сборка каф.1;
экран Projecta ProScreen настенный рулонный;
проектор BenQ MP515 DLP;
огнетушитель.

10 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

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

Большое значение по закреплению и совершенствованию знаний имеет самостоятельная работа студентов. Информацию обо всех видах самостоятельной работы студенты получают на занятиях.

Контроль усвоения материала дисциплины производится методом тестирования. Освоение дисциплины оценивается на зачете.

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 удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции.
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; - 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.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
1	Актуализирован раздел 8.1 в части состава учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.	04.02.2025	
2			
3			
4			