

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Макуев Валентин Анатольевич

Должность: Заместитель директора по учебной работе

Дата подписания: 26.08.2025 15:58:19

Уникальный программный ключ:

a0887579b7e63594c87851bc1bb030c7c4482fa1

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Мытищинский филиал

федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего

образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

(национальный исследовательский университет)»

(МФ МГТУ им. Н. Э. Баумана)



Заместитель директора

по учебной работе

МФ МГТУ им. Н. Э. Баумана

Макуев В.А.

«25» июня 2021 г.

Факультет К «Космический факультет»

Кафедра К2 «Информационно-измерительные

системы и технологии приборостроения»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Физические основы микроэлектроники

Автор программы:

Поярков Н.Г., доцент (к.н.), кандидат технических наук, royarkov@bmstu.ru

Утверждена на заседании кафедры «Информационно-измерительные системы и технологии приборостроения»

Протокол № 10 заседания кафедры «К2» от 08.06.2021 г.

Начальник Отдела образовательных программ

Шевлякова А.А



Рабочая программа одобрена на 2022/2023 учебный год.

Протокол № 8 заседания кафедры «К2» от 12.04.2022 г.

Лист переутверждения рабочей программы дисциплины / практики.

Рабочая программа одобрена на 2023/2024 учебный год.

Протокол № 8 заседания кафедры «К2» от 12.04.2023 г.

Лист переутверждения рабочей программы дисциплины / практики.

Рабочая программа одобрена на 2024/2025 учебный год.

Протокол № 8 заседания кафедры «К2» от 16.04.2024 г.

Лист переутверждения рабочей программы дисциплины / практики.

Рабочая программа одобрена на 2025/2026 учебный год.

Протокол № 09.03.02-04/1 заседания кафедры «К2» от 10.04.2025 г.

Лист переутверждения рабочей программы дисциплины / практики.

ОГЛАВЛЕНИЕ

с.

1. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы	6
3. Объем дисциплины	7
4. Содержание дисциплины, структурированное по модулям учебной дисциплины с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и видов учебных занятий	8
5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов	14
6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации студентов по дисциплине	15
7. Перечень учебной литературы и дополнительных материалов, необходимых для освоения дисциплины	16
8. Перечень ресурсов сети интернет, рекомендуемых для самостоятельной работы при освоении дисциплины	17
9. Методические указания для студентов по освоению дисциплины	18
10. Перечень информационных технологий, используемых при изучении дисциплины, включая перечень программного обеспечения, информационных справочных систем и профессиональных баз данных	20
11. Описание материально-технической базы, необходимой для изучения дисциплины ..	21

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Настоящая рабочая программа дисциплины устанавливает требования к знаниям и умениям студента, а также определяет содержание и виды учебных занятий и отчетности.

Программа разработана в соответствии с:

- Самостоятельно устанавливаемым образовательным стандартом (СУОС 3++) по направлению подготовки (уровень бакалавриата): 12.03.01 «Приборостроение»;
- Основной профессиональной образовательной программой по направлению подготовки 12.03.01 «Приборостроение»;
- Учебным планом МГТУ им. Н.Э. Баумана по направлению подготовки 12.03.01 «Приборостроение».

При освоении дисциплины планируется формирование компетенций, предусмотренных ОПОП на основе СУОС 3++ по направлению подготовки 12.03.01 «Приборостроение» (уровень бакалавриата)

Код компетенции по СУОС 3++	Формулировка компетенции
	Профессиональные компетенции собственные
ПКС-5 (12.03.01/31 Информационно-измерительная техника и технологии)	Способен осуществлять технический контроль и сопровождение производства приборов, включая внедрение систем менеджмента качества

Для категорий «знать, уметь, владеть» планируется достижение результатов обучения (РО), вносящих на соответствующих уровнях вклад в формирование компетенций, предусмотренных основной профессиональной образовательной программой (табл. 1).

Таблица 1. Индикаторы достижения компетенции

1	2	3
Компетенция: код по СУОС 3++, формулировка	Индикаторы	Формы и методы обучения, способствующие формированию и развитию компетенции
ПКС-5 (12.03.01/31 Информационно-измерительная техника и технологии) Способен осуществлять технический контроль и сопровождение производства приборов, включая внедрение систем менеджмента качества	ЗНАТЬ - методы технического контроля продукции на различных этапах производства - способы снижения погрешностей, использованные в разработанных устройствах - инструкции по эксплуатации и применению в разработанных устройствах УМЕТЬ - проводить оценку технических и метрологических характеристик устройств информационно-измерительной техники - проводить калибровку измерительных устройств - корректно реализовать режимы эксплуатации разработанных устройств ВЛАДЕТЬ - средствами, включая программными, технического контроля устройств информационно-измерительной техники - представлениями о разработке и внедрению систем менеджмента качества - навыками эксплуатации устройств информационно-измерительной техники	Лекции Семинары Лабораторные работы Самостоятельная работа Активные и интерактивные формы (методы) обучения: обсуждение практических примеров на лекциях и семинарах

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит в блок Б1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы бакалавриата по направлению 12.03.01 «Приборостроение».

Изучение дисциплины предполагает предварительное освоение следующих дисциплин учебного плана:

- Электротехника и электроника;
- Физика.

Освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее для следующих дисциплин образовательной программы:

- Технология приборостроения;
- Микропроцессорная техника;
- Датчиковая аппаратура информационно-измерительных систем.

Освоение учебной дисциплины связано с формированием компетенций с учетом матрицы компетенций ОПОП для направления (уровень бакалавриата): 12.03.01 Приборостроение .

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общий объем дисциплины составляет 5 зачетных единиц(з.е.), 180 академических часов (135 астрономических часов). В том числе: 1 семестр – 5 з.е. (180 ак.ч.).

Таблица 2. Объём дисциплины по видам учебных занятий (в академических часах)

Виды учебной работы	Объем по семестрам, акад. ч.	
	Всего	Количество семестров освоения дисциплины
		1
Объем дисциплины	180	180
Аудиторная работа*	90	90
Лекции (Л)	36	36
Семинары (С)	36	36
Лабораторные работы (ЛР)	18	18
Самостоятельная работа (СР)	90	90
Проработка учебного материала лекций	4.5	4.5
Подготовка к семинарам	4,5	4,5
Подготовка к лабораторным работам	8	8
Выполнение домашнего задания	15	15
Подготовка к контрольной работе	6	6
Другие виды самостоятельной работы	52	52
Вид промежуточной аттестации		Зачёт

*в том числе, в форме практической подготовки

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО МОДУЛЯМ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ИЛИ АСТРОНОМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ

Таблица 3. Содержание дисциплины

№ п/п	Тема (название) модуля	Виды занятий*, часы				Активные и интерактивные формы проведения занятий		Компетен ции, закреплен ные за темой (код по СУОС 3++)	Текущий контроль результатов обучения		
		Л	С	ЛР	СР	Форма проведения занятий	Часы		Срок (неделя)	Формы	Балл ы (мин/ макс)
1 семестр											
1	Этапы и направления развития микроэлектроники. Физические явления и процессы в полупроводниковых и пленочных структурах.	14	14	10	35	Обсуждение практических примеров на лекциях и семинарах.	8	ПКС-5	7	Контрольная работа	9/15
										Лабораторные работы	9/15
										ИТОГО:	18/30
2	Структура, электрические и электрофизические параметры активных и пассивных элементов биполярных и МДП ИМС.	14	14	5	35	Обсуждение практических примеров на лекциях и семинарах.	4	ПКС-5	14	Домашнее задание	9/15
										Лабораторные работы	9/15
										ИТОГО:	18/30
3	Основы функциональной и вакуумной микроэлектроники.	8	8	3	20	Обсуждение практических примеров на лекциях и семинарах.	8	ПКС-5	18	Контрольная работа	12/20
										Лабораторные работы	12/20
										ИТОГО:	24/40
	ИТОГО за семестр	36	36	18	90	-	20	-	-	-	60/100

*в том числе, в форме практической подготовки

№ п/п	Наименование модуля, содержание	Часы
1	«Этапы и направления развития микроэлектроники. Основные понятия, определения, классификация изделий микроэлектроники. Физические явления и процессы в полупроводниковых и пленочных структурах.»	
	Лекции	14
1.1	Введение в микроэлектронику. История возникновения и развития вакуумных, полупроводниковых, пленочных, гибридных и функциональных ИМС.	2
1.2	Микроэлектроника как область электроники, охватывающая проблемы исследования, конструирования, изготовления и применения микроэлектронных изделий.	2
1.3	Изделия микроэлектроники. Этапы и направления развития микроэлектроники. Основные понятия, определения, классификация изделий микроэлектроники. Микроэлектроника - единство физических, конструктивно-технологических и схемотехнических аспектов.	2
1.4	Физические явления и процессы в полупроводниковых структурах. Кристаллическая структура и свойства полупроводников. Пространственное расположение частиц в кристаллической решетке, основные типы кубических и гексагональных структур. Свойства кристаллической решетки. Индексы Миллера, алмазоподобная решетка германия, кремния и других полупроводников. Анизотропия свойств кристаллов.	2
1.5	Явления переноса, генерации и рекомбинации носителей заряда в металлах и полупроводниках. Поверхностные явления в полупроводниковых структурах. Монокристалл, поликристалл.	2
1.6	Физические явления на контакте металл-полупроводник. Барьер Шоттки. Физические явления и процессы в пленочных структурах. Основные свойства тонких пленок. Токи в контактирующих тонкопленочных системах. Диэлектрические пленки и области их применения в микроэлектронике. Токи в диэлектрических пленках, ограниченные объемным зарядом.	2
1.7	Металлические пленки как конструктивный материал интегральных микросхем. Металлические и диэлектрические плёнки и области их применения в микроэлектронике. Структура тонкопленочных и толстопленочные элементов ИМС. Получение монокристаллических слитков кремния: зонная плавка и метод Чохральского.	2
	Семинары	14
С1.1.	История возникновения и развития вакуумных, полупроводниковых, пленочных, гибридных и функциональных ИМС. Этапы и направления развития микроэлектроники. Основные понятия, определения, классификация изделий микроэлектроники. Микроэлектроника - единство физических, конструктивно-технологических и	2

	схемотехнических аспектов.	
C1.2.	Микроэлектроника как область электроники, охватывающая проблемы исследования, конструирования, изготовления и применения микроэлектронных изделий. Направления развития микроэлектроники. Основные понятия, определения, классификация изделий микроэлектроники. Микроэлектроника - единство физических, конструктивно-технологических и схемотехнических аспектов.	2
C1.3.	Физические явления и процессы в полупроводниковых структурах. Кристаллическая структура и свойства полупроводников. Пространственное расположение частиц в кристаллической решетке, основные типы кубических и гексагональных структур. Свойства кристаллической решетки. Индексы Миллера, алмазоподобная решетка германия, кремния и других полупроводников. Анизотропия свойств кристаллов.	2
C1.4	Явления переноса, генерации и рекомбинации носителей заряда в металлах и полупроводниках. Поверхностные явления в полупроводниковых структурах. Получение монокристаллических слитков кремния: зонная плавка и метод Чохральского. Монокристалл, поликристалл.	2
C1.5.	Создание монокристаллических пленок полупроводников с заданной кристаллографической ориентацией плоскости поверхности. Формирование монокристаллических пленок полупроводников при прямых и не прямых (косвенных) методах. Хлоридный метод эпитаксиального наращивания.	2
C1.6	Физические явления на контакте металл-полупроводник. Барьер Шоттки. Физические явления и процессы в пленочных структурах. Токи в контактирующих тонкопленочных системах. Токи в диэлектрических пленках, ограниченные объемным зарядом. Вопросы по теме семинара: 1. Физические явления на контакте металл-полупроводник. 2. Что такое Барьер Шоттки? 3. Диэлектрические пленки и области их применения в микроэлектронике.	2
C1.7	Металлические пленки как конструктивный материал интегральных микросхем. Металлические и диэлектрические плёнки и области их применения в микроэлектронике. Структура тонкопленочных и толстопленочных элементов ИМС.	2
	Лабораторные работы	10
ЛР1.1	Изучение гибридных интегральных микросхем и микросборок с помощью цифрового микроскопа	5
ЛР1.2	Изучение элементной базы, топологии и конструкции полупроводниковых интегральных микросхем с помощью цифрового микроскопа.	5

	Самостоятельная работа	35
CP1.1	Проработка учебного материала лекций	1.75
CP1.2	Подготовка к семинарам	1.75
CP1.3	Подготовка к лабораторным работам	4
CP1.4	Подготовка к контрольной работе	3
CP1.5	Другие виды самостоятельной работы	24,5
2	Структура, электрические и электрофизические параметры активных и пассивных элементов биполярных и МДП ИМС	
	Лекции	14
2.1	Диффузия как метод изменения свойств исходного кристалла полупроводника. Механизмы диффузии атомов в кристаллах. Механизм и методы осуществления диффузии примеси.	2
2.2	Ионное легирование (ионная имплантация) как метод изменения свойств исходного кристалла полупроводника. Параметры управления профилем распределения концентрации примеси при ионной имплантации.	2
2.3	Литография как базовый процесс при формировании структуры ИМС. Анализ видов литографии по типу излучения. Перспективные методы литографии. Изоляция элементов и компонентов в полупроводниковых интегральных микросхемах.	2
2.4	Конструктивно-технологические основы микроминиатюризации элементов биполярных ИМС. Структура, электрические и электрофизические параметры биполярного п-р-п транзистора. Интегральные резисторы, диоды, конденсаторы, латеральные р-п-р транзисторы, транзисторы с барьером Шоттки, схема с инжекционным питанием.	2
2.5	Конструктивно-технологические основы микроминиатюризации элементов биполярных ИМС. Структура, электрические и электрофизические параметры биполярного п-р-п транзистора. Интегральные резисторы, диоды, конденсаторы, латеральные р-п-р транзисторы, транзисторы с барьером Шоттки, схема с инжекционным питанием.	2
2.6	Конструктивно-технологические основы микроминиатюризации элементов МДП ИМС. Структура, электрические и электрофизические параметры активных и пассивных элементов МДП ИМС. Транзисторы со встроенным и наведенным каналом р- и п-типа, комплементарные транзисторы с металлическим и поликремниевым затвором.	2
2.7	Тонкопленочные и толстопленочные микросхемы. Основные свойства тонких пленок. Роль гибридных микросхем в проблеме микроминиатюризации электронной аппаратуры.	2
	Семинары	14

C2.1	Создание монокристаллических пленок полупроводников с заданной кристаллографической ориентацией плоскости поверхности. Формирование монокристаллических пленок полупроводников при прямых и не прямых (косвенных) методах. Хлоридный метод эпитаксиального наращивания.	2
C2.2	Диффузия как метод изменения свойств исходного кристалла полупроводника. Механизмы диффузии атомов в кристаллах. Механизм и методы осуществления диффузии примеси.	2
C2.3	Ионное легирование (ионная имплантация) как метод изменения свойств исходного кристалла полупроводника. Сущность ионного легирования. Физические ограничения процесса ионного легирования. Параметры управления профилем распределения концентрации примеси при ионной имплантации. Анализ видов литографии по типу излучения.	2
C2.4	Конструкторско-технологическая микроминиатюризация элементов биполярных ИМС. Структура, электрические и электрофизические параметры биполярного п-р-п транзистора. Интегральные резисторы, диоды, конденсаторы, латеральные р-п-р транзисторы, транзисторы с барьером Шоттки, схема с инжекционным питанием.	2
C2.5	Конструкторско-технологическая микроминиатюризация элементов биполярных ИМС. Структура, электрические и электрофизические параметры биполярного п-р-п транзистора. Интегральные резисторы, диоды, конденсаторы, латеральные р-п-р транзисторы, транзисторы с барьером Шоттки, схема с инжекционным питанием.	2
C2.6	Конструкторско-технологическая микроминиатюризация элементов МДП ИМС. Структура, электрические и электрофизические параметры активных и пассивных элементов МДП ИМС. Транзисторы со встроенным и наведенным каналом р- и п-типа, комплементарные транзисторы с металлическим и поликремниевым затвором.	2
C2.7	Конструкторско-технологическая микроминиатюризация элементов МДП ИМС. Структура, электрические и электрофизические параметры активных и пассивных элементов МДП ИМС. Транзисторы со встроенным и наведенным каналом р- и п-типа, комплементарные транзисторы с металлическим и поликремниевым затвором.	2
	Лабораторные работы	5
ЛР2.1	Изучение топологии и конструкции тонкопленочных гибридных интегральных микросхем.	5
	Самостоятельная работа	35
СР2.1	Проработка учебного материала лекций	1.75
СР2.2	Подготовка к семинарам	1.75
СР2.3	Подготовка к лабораторным работам	2
СР2.4	Выполнение домашнего задания	15
СР2.5	Другие виды самостоятельной работы	14.5

3	Основы функциональной и вакуумной микроэлектроники.	
	Лекции	8
3.1	Основы функциональной электроники. Современное состояние и перспективы развития функциональной электроники.	2
3.2	Современное состояние и перспективы развития вакуумной микроэлектроники. Характеристика устройств вакуумной микроэлектроники, микротриода Шоулдерса, катода Спиндта, баллистического транзистора.	2
3.3	Перспективы развития микроэлектроники. Нанотехнология.	2
3.4	Контроль интегральных микросхем.	2
	Семинары	8
С3.1	Основы функциональной электроники. Современное состояние и перспективы развития функциональной электроники.	2
С3.2	Современное состояние и перспективы развития вакуумной микроэлектроники. Характеристика устройств вакуумной микроэлектроники, микротриода Шоулдерса, катода Спиндта, баллистического транзистора.	2
С3.3	Перспективы развития микроэлектроники. Нанотехнология.	2
С3.4	Контроль ИМС.	2
	Лабораторные работы	3
ЛР3.1	Диагностический контроль ИМС операционных усилителей.	3
	Самостоятельная работа	20
СР3.1	Проработка учебного материала лекций	1
СР3.2	Подготовка к семинарам	1
СР3.3	Подготовка к лабораторным работам	2
СР3.4	Подготовка к контрольной работе	3
СР3.5	Другие виды самостоятельной работы	13

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Самостоятельная работа студентов по дисциплине обеспечивается следующими учебно-методическими материалами:

1. Рабочая программа дисциплины.
2. Учебная литература и дополнительные материалы [Раздел 7 Рабочей программы дисциплины].
3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» [Раздел 8 Рабочей программы дисциплины].
4. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины [Раздел 9 Рабочей программы дисциплины], обеспечивающие самостоятельную работу студента при подготовке к учебным занятиям, выполнении домашних работ, подготовке к контрольным мероприятиям и аттестациям.
5. Комплект индивидуальных заданий.

Студенты получают доступ к указанным материалам начиная с первого занятия по дисциплине.

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ СТУДЕНТОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине базируется на перечне компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы (раздел 1). ФОС обеспечивает объективный контроль достижения всех результатов обучения, запланированных для дисциплины.

ФОС включает в себя:

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;
- описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;
- типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, владений и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы;
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов МГТУ им. Н.Э. Баумана.

ФОС является приложением к данной рабочей программе дисциплины.

7. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ, НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Литература по дисциплине

1. Марголин В. И., Жабрев В. А., Тупик В. А. Физические основы микроэлектроники : учебник для вузов / Марголин В. И., Жабрев В. А., Тупик В. А. - М. : Академия, 2008. - 398 с. : ил. - (Высшее профессиональное образование. Радиоэлектроника). - Библиогр.: с. 395. - ISBN 978-5-7695-4227-5.
2. Физические основы микроэлектроники Учебное пособие / Смирнов В.А., Шуваева О.В. - 2021. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/114992.html>.
3. ЭЛЕКТРОНИКА В 4 Ч. ЧАСТЬ 2. МИКРОЭЛЕКТРОНИКА 2-е изд., испр. и доп. Учебник для вузов / Щука А. А. , Сигов А. С. ; Отв. ред. Сигов А. С. - 2021. - URL: <https://urait.ru/book/A166CDF3-EE81-45AA-B208-04EEFB5748A9>.
4. Смирнов Ю. А., Соколов С. В., Титов Е. В. Основы нано- и функциональной электроники : учеб. пособие / Смирнов Ю. А., Соколов С. В., Титов Е. В. - 2-е изд., испр. - СПб. : Лань, 2013. - 310 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Библиогр. в конце гл. - ISBN 978-5-8114-1378-2.

Дополнительные материалы

5. Коледов Л.А. Технология и конструкция микросхем, микропроцессоров и микросборок. Учебное пособие. – М.:Изд-во: “Лань”, 2018. 400 с.
6. Долгов Ю.А., Знаменская Т.Д. Контроль качества и надежность в производстве кристаллов интегральных микросхем/ Под ред. Ю.А. Долгова: Тирасполь, 2007.-370с.
7. Ефимов И.Е., Козырь И.Я. Основы микроэлектроники – М.:Изд-во: “Лань”, 2008, 384 с.

8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ СЕТИ ИНТЕРНЕТ, РЕКОМЕНДУЕМЫХ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПРИ ОСВОЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Сайт кафедры «Информационно-измерительные системы и технологии приборостроения»: <https://mf.bmstu.ru/info/faculty/kf/caf/k2/>.
2. Открытая информационная группа кафедры в социальной сети «ВКонтакте»: <http://vk.com/>
3. Российская государственная библиотека. <http://www.rsl.ru>.
4. Государственная публичная научно-техническая библиотека России. <http://www.gpntb.ru>.
5. Библиотека МГТУ им. Н.Э. Баумана. <http://library.bmstu.ru>.
6. Научно-техническая библиотека КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. <http://library.bmstu-kaluga.ru>.
7. Научно-техническая библиотека МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. <https://mf.bmstu.ru/info/library/>.
8. Научная электронная библиотека <http://eLIBRARY.RU>.
9. Электронно-библиотечная система издательства «Лань» <http://e.lanbook.com>.
10. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» <http://biblioclub.ru>.
11. Электронно-библиотечная система «IPRbooks» <http://www.iprbookshop.ru>.
12. Электронно-библиотечная система (ЭБС) «Юрайт» <https://biblio-online.ru>.
13. Центральная библиотека образовательных ресурсов Минобрнауки РФ. www.edulib.ru.
14. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов <http://school-collection.edu.ru>.
15. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов. <http://fcior.edu.ru>.

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ СТУДЕНТОВ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Приступая к работе, каждый студент должен принимать во внимание нижеследующие положения.

Дисциплина построена по модульному принципу, каждый модуль представляет собой логически завершённый раздел курса. Дисциплина делится на три модуля.

На первом занятии студент получает информацию для доступа к комплексу учебно-методических материалов по дисциплине.

Лекционные занятия посвящены рассмотрению ключевых, базовых положений курса и разъяснению учебных заданий, выносимых на самостоятельную проработку.

Семинарские занятия проводятся для закрепления усвоенной информации, приобретения навыков ее применения для решения практических задач в предметной области дисциплины.

Лабораторные работы предназначены для приобретения опыта практической реализации основной профессиональной образовательной программы. Методические указания к лабораторным работам прорабатываются студентами во время самостоятельной подготовки. Необходимый уровень подготовки контролируется перед проведением лабораторных работ.

Практическая подготовка при реализации учебной дисциплины организуется путем проведения практических занятий, практикумов, лабораторных работ и индивидуальных и(или) групповых консультаций, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Практическая подготовка может включать в себя отдельные занятия лекционного типа, которые предусматривают передачу учебной информации обучающимся, необходимой для последующего выполнения работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Самостоятельная работа студентов включает следующие виды: проработка учебного материала лекций, подготовка к семинарам, подготовка к лабораторным работам, выполнение домашнего задания, подготовка к контрольной работе. Результаты всех видов работы студентов формируются в виде их личного рейтинга, который учитывается на промежуточной аттестации. Самостоятельная работа предусматривает не только проработку материалов лекционного курса, но и их расширение в результате поиска, анализа, структурирования и представления в компактном виде современной информации из всех возможных источников.

Текущий контроль проводится в течение каждого модуля, его итоговые результаты складываются из оценок по следующим видам контрольных мероприятий:

- Домашнее задание
- Контрольные работы.

Освоение дисциплины и ее успешное завершение на стадии промежуточной аттестации возможно только при регулярной работе во время семестра и планомерном прохождении текущего контроля. Набрать рейтинг по всем модулям в каждом семестре, пройти по каждому модулю плановые контрольные мероприятия в течение экзаменационной сессии невозможно.

Для завершения работы в семестре студент должен выполнить все контрольные мероприятия.

Промежуточная аттестация по дисциплине проходит в форме зачета.

Методика оценки по рейтингу

Студент, выполнивший все предусмотренные учебным планом задания и сдавший все контрольные мероприятия, получает итоговую оценку по дисциплине за семестр в соответствии со шкалой:

Рейтинг	Оценка на зачете
85 – 100	Зачтено
71 – 84	Зачтено
60 – 70	Зачтено
0 – 59	Не зачтено

Оценивание дисциплины ведется в соответствии с Положением о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов МГТУ им. Н.Э. Баумана.

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ, ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ И ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ

Информационные технологии:

- Электронная информационно-образовательная среда МГТУ им. Н.Э. Баумана обеспечивает доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), программам практик, электронным учебным изданиям и электронным образовательным ресурсам, указанным в рабочих программах дисциплин (модулей), программам практик, формирование электронного портфолио обучающегося, в том числе сохранение его работ и оценок за эти работы. Предусмотрена возможность синхронного и асинхронного взаимодействия студентов и преподавателей посредством технологий и служб по пересылке и получению электронных сообщений между пользователями компьютерной сети Интернет.
- e-mail преподавателя для оперативной связи: znamenskaia@mgul.ac.ru

Программное обеспечение:

- Excel
- PowerPoint
- Windows
- Word

Информационные справочные системы:

- Информационно-правовая система «Гарант» <http://www.garant.ru>;
- Информационно-правовая система «Консультант Плюс» <http://www.consultant.ru>;

Профессиональные базы данных:

- Ресурс «Машиностроение» <http://www.i-mash.ru>.
- Портал машиностроения <http://www.mashportal.ru>.

11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Перечень материально-технического обеспечения дисциплины

№, п/п	Вид занятий	Вид и наименование оборудования
1	Лекции	специально оборудованные аудитории с мультимедийными средствами, средствами звуковоспроизведения и имеющими выход в сеть Интернет; помещения для проведения аудиторных занятий, оборудованные учебной мебелью; аудитории оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и сети Интернет; студии; компьютерные классы.
2	Семинары	специально оборудованные аудитории с мультимедийными средствами, средствами звуковоспроизведения и имеющими выход в сеть Интернет; помещения для проведения аудиторных занятий, оборудованные учебной мебелью; аудитории оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и сети Интернет; студии; компьютерные классы.
3	Лабораторные работы	специально оборудованные аудитории с мультимедийными средствами, средствами звуковоспроизведения и имеющими выход в сеть Интернет; помещения для проведения аудиторных занятий, оборудованные учебной мебелью; аудитории оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и сети Интернет; студии; компьютерные классы.
4	Самостоятельная работа	библиотека, имеющая рабочие места для студентов; выставочные залы; аудитории, оснащенные компьютерами с доступом к сети Интернет. Социокультурное пространство университета позволяет студенту качественно выполнять самостоятельную работу.

ЛИСТ ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ

1). П.7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ, ЧИТАТЬ В СЛЕДУЮЩЕЙ РЕДАКЦИИ:

7. Перечень учебной литературы и дополнительных материалов, необходимых для освоения дисциплины

Литература по дисциплине:

1. Марголин В. И., Жабров В. А., Тупик В. А. Физические основы микроэлектроники : учебник для вузов / Марголин В. И., Жабров В. А., Тупик В. А. - М. : Академия, 2008. - 398 с. : ил. - (Высшее профессиональное образование. Радиоэлектроника). - Библиогр.: с. 395. - ISBN 978-5-7695-4227-5.
2. Физические основы микроэлектроники Учебное пособие / Смирнов В.А., Шуваева О.В. - 2021. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/114992.html>.
3. ЭЛЕКТРОНИКА В 4 Ч. ЧАСТЬ 2. МИКРОЭЛЕКТРОНИКА 2-е изд., испр. и доп. Учебник для вузов / Щука А. А. , Сигов А. С. ; Отв. ред. Сигов А. С. - 2021. - URL: <https://urait.ru/book/A166CDF3-EE81-45AA-B208-04EEFB5748A9>.
4. Смирнов Ю. А., Соколов С. В., Титов Е. В. Основы нано- и функциональной электроники : учеб. пособие / Смирнов Ю. А., Соколов С. В., Титов Е. В. - 2-е изд., испр. - СПб. : Лань, 2013. - 310 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Библиогр. в конце гл. - ISBN 978-5-8114-1378-2.

2). П.10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ, ЧИТАТЬ В СЛЕДУЮЩЕЙ РЕДАКЦИИ:

10. Перечень информационных технологий, используемых при изучении дисциплины, включая перечень программного обеспечения, информационных справочных систем и профессиональных баз данных

Программное обеспечение:

- LibreOffice
- OpenOffice

Преподаватель кафедры:

Знаменская Т.Д., доцент (к.н.), кандидат технических наук, доцент, znamenskaia@bmstu.ru

ЛИСТ ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ

1). П.7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ, ЧИТАТЬ В СЛЕДУЮЩЕЙ РЕДАКЦИИ:

7. Перечень учебной литературы и дополнительных материалов, необходимых для освоения дисциплины

Литература по дисциплине:

1. Физические основы микроэлектроники Учебное пособие / Смирнов В.А., Шуваева О.В. - 2021. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/114992.html>.
2. Марголин В. И., Жабрев В. А., Тупик В. А. Физические основы микроэлектроники : учебник для вузов / Марголин В. И., Жабрев В. А., Тупик В. А. - М. : Академия, 2008. - 398 с. : ил. - (Высшее профессиональное образование. Радиоэлектроника). - Библиогр.: с. 395. - ISBN 978-5-7695-4227-5.
3. Смирнов Ю. А., Соколов С. В., Титов Е. В. Основы нано- и функциональной электроники : учеб. пособие / Смирнов Ю. А., Соколов С. В., Титов Е. В. - 2-е изд., испр. - СПб. : Лань, 2013. - 310 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Библиогр. в конце гл. - ISBN 978-5-8114-1378-2.

2). П.10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ, ЧИТАТЬ В СЛЕДУЮЩЕЙ РЕДАКЦИИ:

10. Перечень информационных технологий, используемых при изучении дисциплины, включая перечень программного обеспечения, информационных справочных систем и профессиональных баз данных

Программное обеспечение:

- LibreOffice
- OpenOffice

Преподаватель кафедры:

Котов Ю.Т., профессор (д.н.), доктор технических наук, профессор, yutkotov@bmstu.ru

ЛИСТ ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ

1). П.7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ, ЧИТАТЬ В СЛЕДУЮЩЕЙ РЕДАКЦИИ:

7. Перечень учебной литературы и дополнительных материалов, необходимых для освоения дисциплины

Литература по дисциплине:

1. Физические основы микроэлектроники Учебное пособие / Смирнов В.А., Шуваева О.В. - 2021. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/114992.html>.
2. Марголин В. И., Жабрев В. А., Тупик В. А. Физические основы микроэлектроники : учебник для вузов / Марголин В. И., Жабрев В. А., Тупик В. А. - М. : Академия, 2008. - 398 с. : ил. - (Высшее профессиональное образование. Радиоэлектроника). - Библиогр.: с. 395. - ISBN 978-5-7695-4227-5.
3. Смирнов Ю. А., Соколов С. В., Титов Е. В. Основы нано- и функциональной электроники : учеб. пособие / Смирнов Ю. А., Соколов С. В., Титов Е. В. - 2-е изд., испр. - СПб. : Лань, 2013. - 310 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Библиогр. в конце гл. - ISBN 978-5-8114-1378-2.

2). П.10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ, ЧИТАТЬ В СЛЕДУЮЩЕЙ РЕДАКЦИИ:

10. Перечень информационных технологий, используемых при изучении дисциплины, включая перечень программного обеспечения, информационных справочных систем и профессиональных баз данных

Программное обеспечение:

- LibreOffice

Преподаватель кафедры:

Поярков Н.Г., доцент (к.н.), кандидат технических наук, royarkov@bmstu.ru

ЛИСТ ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ

1). П.7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ, ЧИТАТЬ В СЛЕДУЮЩЕЙ РЕДАКЦИИ:

7. Перечень учебной литературы и дополнительных материалов, необходимых для освоения дисциплины

Литература по дисциплине:

1. Марголин В. И., Жабрев В. А., Тупик В. А. Физические основы микроэлектроники : учебник для вузов / Марголин В. И., Жабрев В. А., Тупик В. А. - М. : Академия, 2008. - 398 с. : ил. - (Высшее профессиональное образование. Радиоэлектроника). - Библиогр.: с. 395. - ISBN 978-5-7695-4227-5.
2. Смирнов Ю. А., Соколов С. В., Титов Е. В. Основы нано- и функциональной электроники : учеб. пособие / Смирнов Ю. А., Соколов С. В., Титов Е. В. - 2-е изд., испр. - СПб. : Лань, 2013. - 310 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Библиогр. в конце гл. - ISBN 978-5-8114-1378-2.
3. Щука, А. А. Электроника в 4 ч. Часть 2. Микроэлектроника : учебник для вузов / А. А. Щука, А. С. Сигов ; ответственный редактор А. С. Сигов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 326 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01867-7.
4. Основы электротехники, микроэлектроники и управления : учебник для вузов / Ю. А. Комиссаров, Л. С. Гордеев, Д. П. Вент, Г. И. Бабокин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 601 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-20476-6.
5. Андреев В. В., Жалнин В. П., Столяров А. А. Физические основы микро-и наноэлектроники : учебное пособие / Андреев В. В., Жалнин В. П., Столяров А. А. ; МГТУ им. Н. Э. Баумана (национальный исследовательский университет). - М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2023. - 292 с. : ил. - (Библиотека "Приборостроение" ; т. 3). - Библиогр.: с. 285-288. - ISBN 978-5-7038-6098-4. - ISBN 978-5-7038-6042-7 (т. 3).

2). П.10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ, ЧИТАТЬ В СЛЕДУЮЩЕЙ РЕДАКЦИИ:

10. Перечень информационных технологий, используемых при изучении дисциплины, включая перечень программного обеспечения, информационных справочных систем и профессиональных баз данных

Программное обеспечение:

- 7-Zip
- Debian Linux
- LibreOffice
- Mozilla Firefox
- OpenOffice

Преподаватель кафедры:

Поярков Н.Г., доцент (к.н.), кандидат технических наук, royarkov@bmstu.ru