

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Нижегородский государственный технический университет
им. Р.Е. Алексеева» (НГТУ)
АРЗАМАССКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ)

Кафедра «Конструирование и технология радиоэлектронных средств»

ОДОБРЕНО:

на заседании кафедры разработчика
протокол № 12 от 24.12.2025 г.

Зав. кафедрой

_____ Н.В. Жидкова

«24» декабря 2025 год

УТВЕРЖДЕН:

на заседании Ученого совета АПИ НГТУ
протокол № 9 от 25.12.2025 г.

Директор института

_____ В.В. Глебов

«25» декабря 2025 год

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.10 «Физические основы микро- и нанoeлектроники»

(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)

для подготовки бакалавров

Направление подготовки: *11.03.03 Конструирование и технология электронных средств*

Направленность: *Проектирование и технология радиоэлектронных средств*

Форма обучения: *очная, заочная*

Выпускающая кафедра *Конструирование и технология радиоэлектронных средств*

Разработчик (и): *Гришина О.В., к.п.н., доцент*

регистрационный № *11.03.03-41*

Начальник учебного отдела _____ О.Ю. Мельникова
подпись

Заведующая отделом библиотеки _____ О.Н. Старостина
подпись

АРЗАМАС, 2026 год

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 00B4A6F7AAA383423E375F0ECF5610EF68
Владелец: Глебов Владимир Владимирович
Действителен: с 10.07.2025 до 03.10.2026

Содержание

1.ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ),СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....	3
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....	7
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	7
3.1 Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ по семестрам.....	7
3.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам.....	7
4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	11
4.1. Учебная литература, печатные издания библиотечного фонда.....	11
4.2. Справочно-библиографическая литература.....	11
4.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям.....	12
5. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	12
5.1 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля).....	12
5.2. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.....	13
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	14
7. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	14
7.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии.....	14
7.2. Методические указания для занятий лекционного типа.....	15
7.3. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах..	15
7.4. Методические указания по освоению дисциплины на практических занятиях	15
7.5. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся.....	16
7.6. Методические указания для выполнения РГР.....	16
7.7. Методические указания для выполнения курсового проекта / работы.....	16
8. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ.....	17
9. АДАПТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДЛЯ ЛИЦ С ОВЗ И ИНВАЛИДОВ.....	17

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

Настоящая рабочая программа дисциплины устанавливает планируемые результаты обучения по дисциплине, а также определяет содержание и виды учебных занятий и отчетности.

Программа разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств, утвержденного приказом Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 928.

Освоение дисциплины вносит вклад в формирование компетенций, предусмотренных ОПОП:

Таблица 1.

Код компетенции	Формулировка компетенции
Профессиональные (ПК)	
ПК-1	Способен применять физические и математические законы и модели для проектирования схем, конструкций и технологических процессов.

Для категорий «знать, уметь, владеть» планируется достижение результатов обучения по дисциплине, вносящих на соответствующих уровнях вклад в формирование компетенций, предусмотренных основной профессиональной образовательной программой (таблица 2).

Таблица 2. Индикаторы достижения компетенции

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Код и наименование дескриптора достижения компетенции	Код ПС и ТФ ¹	Квалификационные требования к выбранной ТФ ²	Оценочные материалы (ОМ)	
					текущего контроля	промежуточного контроля
ПК-1. Способен применять физические и математические законы и модели для проектирования схем, конструкций и технологических процессов	ИПК-1.2. Строит простейшие физические и математические модели аналоговых и цифровых схем, а также использует стандартные программные средства их компьютерного моделирования.	ЗНАТЬ Физические и математические законы, используемые в методической и нормативной базах в области разработки и проектирования радиоэлектронных устройств. Технические характеристики и экономические показатели отечественных и зарубежных разработок в области радиоэлектронной техники. Методы выполнения технических расчетов, в том числе с применением средств вычислительной техники. УМЕТЬ Пользоваться физическими и математическими законами, используемые в микро- и нанoeлектронике. Осуществлять расчет основных показателей качества радиоэлектронной системы. ВЛАДЕТЬ Навыками выполнения технических расчетов в том числе с применением средств вычислительной техники	06.048 С/01.6	НЕОБХОДИМЫЕ ЗНАНИЯ Нормативные правовые акты, нормативно-техническая документация и методические материалы по вопросам, связанным с разработкой и проектированием радиоэлектронных средств. Методы и основная аппаратура для измерения характеристик радиотехнических цепей и сигналов в радиоэлектронных средствах. Методы выполнения технических расчетов, моделирования с применением средств вычислительной техники. НЕОБХОДИМЫЕ УМЕНИЯ Выполнять расчеты с применением средств вычислительной техники с целью обоснования технических характеристик радиоэлектронных средств.	Выполнение практических заданий Выполнение лабораторных работ Контрольные вопросы при сдаче практического задания Контрольные вопросы при сдаче лабораторных работ Тестирование в СДО MOODLE по различным темам и разделам дисциплины	Вопросы к экзамену Итоговый тест для проведения промежуточной аттестации

Данные по профессиональным стандартам ОП ВО:

Шифр и наименование профессионального стандарта:

¹ При отсутствии данных данный столбец нужно удалить;

² При отсутствии данных данный столбец нужно удалить.

ПС 06.048 «Инженер-радиоэлектронщик в области радиотехники и телекоммуникаций»

Код и наименование обобщенной трудовой функции:

С «Разработка электрических схем и технической документации на радиоэлектронные средства различного назначения»

Код и наименование трудовой функции:

ТФ С/01.6 «Разработка электрических схем радиоэлектронных средств и их составных частей»

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина «Физические основы микро- и нанoeлектроники» включена в перечень дисциплин вариативной части (части, формируемой участниками образовательных отношений), определяющих направленность ОП. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП, по направлению подготовки 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств.

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: «Математика», «Физика», «Инженерная и компьютерная графика», «Материалы электронной техники», «Специальные главы физики».

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины «Физические основы микро- и нанoeлектроники», необходимы при освоении следующих дисциплин «Компоненты электронной техники», «Цифровые устройства и элементы электронных средств», «Основы конструирования электронных средств».

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зач.ед. или 216 часов, распределение часов по видам работ семестра представлено в таблице 3.

Таблица 3. Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоемкость в час	
	В т.ч. по семестрам	
	3 семестр	4 семестр
	очная	заочная
Формат изучения дисциплины	с использованием элементов электронного обучения	
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	216	216
1. Контактная работа:	90	32
1.1 Аудиторная работа, в том числе:	84	26
лекции	36	8
лабораторные	12	8
практические	36	10
1.2 Контрольно-самостоятельная работа	6	6
курсовая работа/курсовой проект	-	-
текущий контроль, консультации по дисциплине	4	4
контактная работа на промежуточном контроле (экзамене)	2	2
реферат, расчетно-графическая работа, контрольная работа	-	-
2. Самостоятельная работа	126	184
2.1 самостоятельная работа (самостоятельное изучение разделов, самоподготовка, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиум и т.д.)	99	175
2.2 подготовка к контролю	27	9
3. Форма контроля	Экзамен	Экзамен

3.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 4 – Содержание дисциплины, структурированное по темам для студентов очного/заочного обучения

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов	
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия		
3 семестр/2 семестр						
ПК-1. ИПК-1.2.	Раздел 1. Основы квантовой механики					
	Тема 1.1 Уравнение Шредингера. Соотношение неопределенностей.	1/-			8/5	Проработка теоретического материала по курсу Подготовка к практическим занятиям Тестирование по разделу 1 в СДО MOODLE
	Тема 1.2 Движение свободных частиц вдоль оси x. Прохождение микрочастиц через потенциальный барьер. Туннельный эффект.	1/-			8/5	
	Тема 1.3 Движение микрочастиц: в глубокой потенциальной яме; периодические краевые условия, водородоподобный атом; линейный гармонический осциллятор.	1/-			6/5	
	Практическая занятие №1. Решение задач по теме 1.1.			2/-	2/-	
	Практическое занятие №2. Решение задач по теме 1.1.			2/-	2/-	
	Итого по 1 разделу	3/-		4/-	26/15	
ПК-1. ИПК-1.2.	Раздел 2. Физическая статистика					
	Тема 2.1 способы описания состояния коллективом: термодинамический, статический.	1/-			5/5	Проработка теоретического материала по курсу Подготовка к практическому занятию Тестирование по разделу 2 в СДО MOODLE
	Тема 2.2 Распределение микрочастиц по состояниям.	1/-			8/5	
	Тема 2.3 Понятия о нормальных колебаниях решетки; спектр нормальных колебаний; понятия о фотонах.	1/-				
	Практическое занятие №3. Решение задач по теме 2.1.			2/-	2/-	
	Итого по 2 разделу	3/-		2/-	15/10	
ПК-1. ИПК-1.2.	Раздел 3. Зонная теория твердого тела					
	Тема 3.1 Энергетический спектр твердого тела.	1/-			4/5	Проработка теоретического материала по курсу Тестирование по разделу 3 в СДО MOODLE
	Тема 3.2 Зависимость энергии микрочастиц твердого тела от волнового числа.	1/-			-/5	
	Тема 3.3 Эффективная масса свободной частицы в твердом теле.	1/-			-/5	
	Итого по 3 разделу	3/-			4/15	

ПК-1. ИПК-1.2.	Раздел 4. Физические факторы определяющие концентрацию свободных носителей заряда в твердом теле.					
	Тема 4.1 Структура и энергетические диаграммы полупроводников	2/0,5			2/5	Проработка теоретического материала по курсу Подготовка к практическим занятиям Тестирование по разделу 4 в СДО MOODLE
	Тема 4.2 Концентрация свободных носителей заряда	2/0,5			2/4	
	Практическое занятие №4 Решение задач по теме 4.1.			2/-	2/-	
	Практическое занятие №5 Решение задач по теме 4.2.			2/-	2/-	
	Практическое занятие №6 Решение задач по теме 4.2.			2/-	2/-	
	Итого по 4 разделу	4/1		6/-	6/9	
ПК-1. ИПК-1.2.	Раздел 5. Законы движения свободных носителей заряда в твердом теле					
	Тема 5.1 Тепловое движение, дрейфовое движение, диффузионное движение	1/0,5			5/7	Проработка теоретического материала по курсу Подготовка к практическим занятиям Подготовка к лабораторной работе Тестирование по разделу 5 в СДО MOODLE
	Тема 5.2 Электропроводность полупроводников	1/0,5			-/7	
	Тема 5.3 Неравновесные носители заряда, механизм рекомбинации.	2/0,5			-/7	
	Тема 5.4 Уравнения: непрерывности, диффузии, заряда.	1/0,5			-/7	
	Практическое занятие №7 Решение задач по теме 5.1.			2/1	2/3	
	Практическое занятие №8 Решение задач по теме 5.1.			2/1	2/3	
	Практическое занятие №9 Решение задач по теме 5.2.			2/-	2/-	
	Практическое занятие №10 Решение задач по теме 5.3.			2/-	2/-	
	Лабораторная работа №1 Определение эффективности времени жизни полупроводника		4/–		4/-	
	Итого по 5 разделу	5/2	4/–	8/2	17/34	
ПК-1. ИПК-1.2.	Раздел 6. Поверхностные явления					
	Тема 6.1 Поверхностные состояния	1/-			1/6	Проработка теоретического материала по курсу Тестирование по разделу 4 в СДО MOODLE
	Тема 6.2 Поверхностная рекомбинация и подвижность свободных носителей зарядов	1/-			-/6	
	Тема 6.3 Эффект электростатического поля	1/-			-/6	
	Итого по 6 разделу	3/-			1/18	
ПК-1. ИПК-1.2.	Раздел 7. Оптические и фотоэлектрические явления в полупроводниках					
	Тема 7.1 Виды оптического поглощения	1/0,5			2/4	Проработка теоретического материала по курсу Подготовка к практическим занятиям Подготовка к лабораторной работе Тестирование по разделу 5 в СДО MOODLE
	Тема 7.2 Фотоэлектрические явления в полупроводниках	1/0,5			-/4	
	Практическое занятие №11 Решение задач по теме 7.2.			2/-	2/-	
	Практическое занятие №12 Решение задач по теме 7.2.			2/-	2/-	
	Лабораторная работа №2 Исследование фотопроводимости полупроводников		4/4		4/4	
	Итого по 7 разделу	2/1	4/4	4/-	10/12	
ПК-1.	Раздел 8. Электрические переходы					

ИПК-1.2.	Тема 8.1 Классификация электрических переходов	1/-			2/5	Проработка теоретического материала по курсу Подготовка к практическим занятиям Подготовка к лабораторной работе Тестирование по разделу 5 в СДО MOODLE
	Тема 8.2 Электронно-дырочный (p-n) переход в равновесном состоянии, энергетическая диаграмма	1/0,5			-/5	
	Тема 8.3 (p-n) переход в неравновесном состоянии: прямое включение, обратное включение; ВАХ p-n перехода	2/0,5			-/5	
	Тема 8.4 Тепловые свойства p-n перехода. Тепловой ток, тепловые свойства ВАХ параметров p-n перехода.	1,5/0,5			-/5	
	Тема 8.5 Сопротивления p-n перехода	0,5/0,5			-/5	
	Тема 8.6 ВАХ реального p-n перехода. Пробой p-n перехода	1/0,5			-/2	
	Тема 8.7 Емкости p-n перехода. Барьерная емкость, диффузионная емкость	1/0,5			-/2	
	Тема 8.8 Импульсные свойства p-n перехода	1/0,5			-/2	
	Тема 8.9 Электрические переходы: металл-полупроводник, гетеропереходы	1/0,5			-/2	
	Практическое занятие №13 Решение задач по теме 8.2.			2/2	1/3	
	Практическое занятие №14 Решение задач по теме 8.3.			2/2	1/3	
	Практическое занятие №15 Решение задач по теме 8.4.			2/2	1/2	
	Практическое занятие №16 Решение задач по теме 8.5.			2/2	1/2	
	Практическое занятие №17 Решение задач по теме 8.6.			2/-	1/-	
	Практическое занятие №18 Решение задач по теме 8.7.			2/-	1/-	
	Лабораторная работа №3 Исследование температурных свойств p-n перехода		4/4		2/4	
		Итого по 8 разделу	10/4	4/4	12/8	
ПК-1. ИПК-1.2.	Раздел 9. Нанoeлектроника					
	Тема 9.1 Обзор научной базы нанoeлектроники	0,5/-			10/5	Проработка теоретического материала по курсу Тестирование по разделу 4 в СДО MOODLE
	Тема 9.2 Квантоворазмерные эффекты	0,5/-			10/4	
	Тема 9.3 Простейшие виды наноразмерных эффектов: квантовая яма, квантовая нить, квантовая точка. Важнейшие квантово-механические характеристики нанообъектов.	1/-			10/3	
	Тема 9.4 2D электронный газ в магнитном поле. Квантовое сопротивление наноразмерных проводов.	1/-			10/3	
	Итого по 9 разделу	3/-			10/15	
	ИТОГО за семестр	36/8	12/8	36/10	99/175	
	ИТОГО по дисциплине	36/8	12/8	36/10	99/175	

Таблица 5 - Используемые активные и интерактивные образовательные технологии

Вид занятий	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
Лекции	Технология развития критического мышления Дискуссионные технологии
Практические занятия	Технология развития критического мышления Дискуссионные технологии Тестовые технологии Технологии работы в малых группах Технология коллективной работы Информационно-коммуникационные технологии
Лабораторные работы	Технология развития критического мышления Дискуссионные технологии Тестовые технологии Технологии работы в малых группах Технология коллективной работы Информационно-коммуникационные технологии

4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Учебная литература, печатные издания библиотечного фонда

1. Ямпурин, Н.П. Электроника: Учебное пособие / Н.П. Ямпурин, Баранова, А.В., Обухов, В. И. – М.: «Академия», 2011. –240с.
2. Драгунов, В.П. Основы нанoeлектроники: Учебное пособие /В.П. Драгунов, И.Г. Неизвестный – М.: Логос, 2006. –496с.

4.2. Справочно-библиографическая литература

1. Иродов, И.Е. Квантовая физика. Основные законы: Учебное пособие /И. Е. Иродов – М.: БИНОМ, Лаборатория знаний, 2010.– 256с.
2. Иродов, И.Е. Квантовая физика. Основные законы: Учебное пособие /И. Е. Иродов – М.: БИНОМ, Лаборатория знаний, 2007. – 256с.
3. Иродов, И.Е. Квантовая физика. Основные законы: Учебное пособие /И. Е. Иродов – М.: БИНОМ, Лаборатория знаний, 2002. – 272с.
4. Щука, А.А. Нанoeлектроника: Учебное пособие /А.А. Щука, И.Г. Неизвестный; под общ. ред. акад. Ю.В. Гуляева – М.: Физматкнига, 2007. – 464с.
5. Филачёв, А.М. Твердотельная фотоэлектроника Физические основы /А.М. Филачёв, И.И. Таубкин, М.А. Трищенко – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Физматкнига, 2007. – 384с.
6. Степаненко, И.П. Основы микроэлектроники: Учебное пособие для вузов. /И.П. Степаненко – М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2003. – 488с.
7. Терехов, В.А. Задачник по электронным приборам: Учебное пособие / В.А. Терехов – СПб: Лань, 2003. – 280 с.

4.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

1. Положение по виду деятельности «Методические рекомендации к лекционным и практическим занятиям по дисциплине» НГТУ ПВД 11.6/145-23 от 27 февраля 2023 г. Электронный адрес: <https://api.nntu.ru/sveden/files/000651.pdf>

2. Положение по виду деятельности «Методические рекомендации по оформлению практических работ обучающихся» НГТУ ПВД 11.6/146-23 от 27 февраля 2023 г. Электронный адрес: <https://api.nntu.ru/sveden/files/000653.pdf>

3. Положение по виду деятельности «Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы студентов по дисциплине» НГТУ ПВД 11.6/148-23 от 27 февраля 2023 г. Электронный адрес: <https://api.nntu.ru/sveden/files/000654.pdf>

4. Положение по виду деятельности «Методические рекомендации по применению интерактивных форм, методов и технологий обучения» НГТУ ПВД 11.6/144-23 от 27 февраля 2023 г. Электронный адрес: <https://api.nntu.ru/sveden/files/000650.pdf>

5. А.В. Баранова Физические основы микро- и нанoeлектроники МУ к РГР расчет параметров p-n перехода. Н.Новгород, НГТУ 2013. – 30с.

5. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебный процесс по дисциплине обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (состав по дисциплине определен в настоящей РПД и подлежит обновлению при необходимости).

5.1 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. Электронно-библиотечная система издательства «IPRbooks». Режим доступа: www.iprbookshop.ru.

2. Электронная библиотека научных публикаций «eLIBRARY.RU». Режим доступа: <http://elibrary.ru>

3. Научная электронная библиотека открытого доступа «КиберЛенинка». Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/journal>

4. Электронно-библиотечная система издательства «Наука». Режим доступа: <https://www.libnauka.ru>.

5. Информационная система доступа к каталогам библиотек сферы образования и науки «ЭКБСОН». Режим доступа: <http://www.vlibrary.ru>.

6. Информационный портал «INGENERYI.INFO». Режим доступа: <https://ingeneryi.info>.

5.2. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Таблица 6. Перечень программного обеспечения

Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе	Программное обеспечение свободного распространения
Microsoft Windows 10 (подписка DreamSpark Premium, договор № 0509/KMP от 15.10.18)	Open office 4.1.10 (лицензия Apache License 2.0)
Microsoft Windows 8.1 (подписка DreamSpark Premium, договор № 0509/KMP от 15.10.18)	Adobe Acrobat Reader DC-Russian (проприетарное ПО)
Microsoft Office Standard 2016 (лицензия № 65824992)	Mozilla Firefox (свободное ПО)
Р7 Офис (с/н 5260001439)	Google Chrome (свободное ПО)
Microsoft Visual Studio 2017 (подписка DreamSpark Premium, договор № 0509/KMP от 15.10.18)	Yandex Browser (свободное ПО)
Dr.Web (С/н 758S-TDJP-N7HB-ZH2F от 26.05.2025, до 31.05.26)	

Таблица 7. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

№	Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы	Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета)
1.	ЭБС «IPRbooks»	https://www.iprbookshop.ru/
2.	Научная электронная библиотека открытого доступа «КиберЛенинка»	https://cyberleninka.ru/journal
3.	ЭБС «Наука»	https://www.libnauka.ru

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Для проведения учебных занятий по дисциплине могут быть использованы любые учебные аудитории, лаборатории или специализированные помещения, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения в соответствии с требованиями к реализации программы. Сведения об оборудованных учебных кабинетах размещена на сайте АПИ НГТУ (<https://api.nttu.ru>) в разделе «Материально-техническое обеспечение и оснащённость образовательного процесса. Доступная среда» по ссылке: <https://api.nttu.ru/sveden/objects/>

Таблица 8. Оснащённость аудиторий и помещений для проведения учебных занятий и самостоятельной работы студентов по дисциплине

Адрес места нахождения	Наименование оборудованного учебного кабинета	Оснащённость оборудованного учебного кабинета	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
607227, Нижегородская область, г. Арзамас, ул. Калинина, дом 19, пом. №1	Учебная аудитория №212	1. Рабочее место преподавателя-1 2. Доска меловая – 1 шт. 3. Рабочее место студента – 64	
607227, Нижегородская область, г. Арзамас, ул. Калинина, дом 19, пом. №1	Интерактивный мультимедийный класс № 220	1. Рабочее место преподавателя, оснащенное ПК с монитором – 1. 2. Рабочие места студентов, оснащенные ПК с мониторами – 12. 3. Комплект демонстрационного оборудования: - мультимедийный проектор – 1 шт.; - экран для проектора – 1 шт.; - доска маркерная – 1 шт.; 4. Рабочее место студента – 24.	Windows 10 (Подписка DreamSpark Premium договор № Tr000153075 от 11.04.2017) Мой Офис Стандартный (Договор № Л-80878 02.04.2019) MS Office-2010 Russian Standart (Лицензия № 46931090 от 20.05.2010) ABBYY FineReader 10 Corporate Edition (Сертификат AF10-3S1V25-102 от 04.06.2010) Altium Designer (Гос. контракт № 23/2011 от 13.04.2011)

Адрес места нахождения	Наименование оборудованного учебного кабинета	Оснащенность оборудованного учебного кабинета	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
			Компас 3D (Лиц. согл. № 054A15 от 05.10.2015)
607227, Нижегородская область, г. Арзамас, ул. Калинина, дом 19, пом. №1	Лаборатория «Информационные технологии» № 226	1. Рабочее место преподавателя, оснащенное ПК с монитором – 1. 2. Рабочие места студентов, оснащенные ПК с мониторами – 18. 3. Комплект демонстрационного оборудования: - мультимедийный проектор – 1 шт.; - экран для проектора – 1 шт.; 4. Рабочее место студента – 18.	Windows 10 (Подписка DreamSpark Premium договор № Tr000153075 от 11.04.2017) Мой Офис Стандартный (Договор № Л-80878 02.04.2019) MS Office-2010 Russian Standart (Лицензия № 46931090 от 20.05.2010) ABBYY FineReader 10 Corporate Edition (Сертификат AF10-3S1V25-102 от 04.06.2010) Компас 3D (Лиц. согл. № 054A15 от 05.10.2015)
607227, Нижегородская область, г. Арзамас, ул. Калинина, дом 19, пом. №1	Кабинет самоподготовки студентов № 316	1. Рабочие места студентов, оснащенные ПК с мониторами – 5. 2. ПК с выходом на телевизор LG – 1 шт. 3. Рабочее место студента – 26.	Windows 10 (Подписка DreamSpark Premium договор № Tr000153075 от 11.04.2017) Мой Офис Стандартный (Договор № Л-80878 02.04.2019) MS Office-2010 Russian Standart (Лицензия № 46931090 от 20.05.2010) ABBYY FineReader 10 Corporate Edition (Сертификат AF10-3S1V25-102 от 04.06.2010)

7. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Контактная работа проводится в аудиторной и внеаудиторной форме, а также в электронной информационно-образовательной среде института (далее – ЭИОС). В случае проведения части контактной работы по дисциплине в ЭИОС (в соответствии с расписанием учебных занятий), трудоемкость контактной работа в ЭИОС эквивалентна аудиторной работе.

При преподавании дисциплины «Физические основы микро- и нанoeлектроники»

используются современные образовательные технологии, позволяющие повысить активность студентов при освоении материала курса и предоставить им возможность эффективно реализовать часы самостоятельной работы.

Весь лекционный материал курса находится в свободном доступе в системе MOODLE на странице курса «Физические основы микро- и нанoeлектроники» по адресу: <https://sdo.api.nntu.ru/course/view.php?id=182> и могут быть проработаны студентами до чтения лекций в ходе самостоятельной работы. Это дает возможность обсудить материал со студентами во время чтения лекций, активировать их деятельность при освоении материала.

Методические рекомендации к выполнению лабораторных и практических занятий находятся в свободном доступе в системе MOODLE на странице курса «Физические основы микро- и нанoeлектроники» по адресу: <https://sdo.api.nntu.ru/course/view.php?id=182> и используются студентами для подготовки и выполнения заданий на соответствующих занятиях.

На лекциях, лабораторных и практических занятиях реализуются интерактивные технологии, приветствуются вопросы и обсуждения, используется личностно-ориентированный подход, дискуссионные технологии, технологии работы в малых группах, что позволяет студентам проявить себя, получить навыки самостоятельного изучения материала, выровнять уровень знаний в группе.

Все вопросы, возникшие при самостоятельной работе над домашним заданием, подробно разбираются на практических занятиях и лекциях. Проводятся индивидуальные и групповые консультации с использованием, как встреч со студентами, так и современных информационных технологий, таких как форум, чат, внутренняя электронная почта СДО MOODLE.

Иницируется активность студентов, поощряется задание любых вопросов по материалу, практикуется индивидуальный ответ на вопросы студента.

Для оценки знаний, умений и уровня сформированности компетенции в процессе текущего контроля применяется система контроля и оценки успеваемости студентов, представленная в ФОС дисциплине. Промежуточная аттестация проводится в форме зачета с оценкой с использованием системы контроля и оценки успеваемости студентов, представленной в ФОС дисциплины

7.2. Методические указания для занятий лекционного типа

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины. Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложные и важные положения изучаемого материала. Материалы лекций являются опорной основой для подготовки обучающихся к практическим занятиям / лабораторным работам и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

В ходе лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала.

7.3. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах

Подготовку к каждой лабораторной работе студент должен начать с ознакомления с планом занятия, который отражает содержание предложенной темы. Каждая выполненная работа, с оформленным отчетом, подлежит защите у преподавателя.

При оценивании лабораторных работ учитывается следующее:

- качество выполнения экспериментально-практической части работы и

степень соответствия результатов работы заданным требованиям;

- качество оформления отчета по работе;
- качество устных ответов на контрольные вопросы при защите работы.

Методические рекомендации к выполнению лабораторных работ находится в свободном доступе в системе MOODLE на странице курса «Физические основы микро- и нанoeлектроники» по адресу: <https://sdo.api.nntu.ru/course/view.php?id=182> и используются студентами для подготовки и выполнения заданий в соответствии с учебным планом и расписанием занятий.

7.4. Методические указания по освоению дисциплины на практических занятиях

Практические занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все разделы курса. Основной формой проведения практических занятий является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также решение задач и разбор примеров в аудиторных условиях.

Практические занятия обеспечивают:

- проверку и уточнение знаний, полученных на лекциях;
- развитие умений и навыков владения общими принципами, методами и алгоритмами решения инженерных задач, связанными с механическими явлениями;
- подведение итогов занятий (результаты тестирования, готовность домашних заданий, выполненных в ходе самостоятельной работы).

Методические рекомендации к выполнению практических заданий находится в свободном доступе в системе MOODLE на странице курса «Физические основы микро- и нанoeлектроники» по адресу: <https://sdo.api.nntu.ru/course/view.php?id=182> и используются студентами для подготовки и выполнения заданий в соответствии с учебным планом и расписанием занятий.

7.5. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий и других форм текущего контроля.

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в Разделе 4.

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы. В аудиториях имеется доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде университета (ЭИОС) и электронной библиотечной системе (ЭБС), где в электронном виде располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы при изучении дисциплины.

Для обучающихся по заочной форме обучения самостоятельная работа является основным видом учебной деятельности.

7.6. Методические указания для выполнения РГР

Учебным планом не предусмотрено.

7.7. Методические указания для выполнения курсового проекта / работы

Учебным планом не предусмотрено.

8. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ.

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. 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, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы;
- ~ методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся НГТУ им. Р.Е. Алексеева.

9. АДАПТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДЛЯ ЛИЦ С ОВЗ И ИНВАЛИДОВ

Согласно Федеральному закону от 29.12.2012г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» ст. 79, п.8 профессиональное обучение и профессиональное образование обучающихся с ограниченными возможностями здоровья осуществляются на основе образовательных программ, адаптированных при необходимости для обучения указанных обучающихся. Адаптированная рабочая программа разрабатывается по каждой направленности при наличии заявления со стороны обучающегося (родителей, законных представителей) и медицинских показаний (рекомендациями психолого-медико-педагогической комиссии). Для инвалидов адаптированная образовательная программа разрабатывается в соответствии с индивидуальной программой реабилитации.