

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.О.24 Физико-химические основы технологии электронных средств

(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): *Свердлов Р.В., к.т.н., доцент*

регистрационный № *11.03.03-24*

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

<u>1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</u>	3
<u>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</u>	7
<u>3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</u>	7
<u>3.1. Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ по семестрам</u>	7
<u>3.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам</u>	7
<u>4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</u>	12
<u>4.1. Учебная литература, печатные издания библиотечного фонда</u>	12
<u>4.2. Справочно-библиографическая литература</u>	12
<u>4.3. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям</u>	13
<u>5. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</u>	13
<u>5.1. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)</u>	13
<u>5.2. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем</u>	14
<u>6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ</u>	14
<u>7. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ</u>	16
<u>7.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии</u>	16
<u>7.2. Методические указания для занятий лекционного типа</u>	16
<u>7.3. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах</u>	17
<u>7.4. Методические указания по освоению дисциплины на практических занятиях</u>	17
<u>7.5. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся</u>	17
<u>7.6. Методические указания для выполнения РГР</u>	18
<u>7.7. Методические указания для выполнения курсового проекта / работы</u>	18
<u>8. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ</u>	18
<u>9. АДАПТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДЛЯ ЛИЦ С ОВЗ И ИНВАЛИДОВ</u>	18

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
Общепрофессиональные (ОПК)	
ОПК-1	Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности
ОПК-2	Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных
Профессиональные (ПК)	
ПК-1	Способен применять физические и математические законы и модели для проектирования схем, конструкций и технологических процессов
ПК-4	Способен выполнять работы по технологической подготовке и организации метрологического обеспечения производства электронных средств

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	текущего контроля
ОПК-1. Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	ИОПК-1.3. Использует знания математики, физики и химии при решении практических задач	Знать Основные законы физики и химии процессов, используемых при производстве ЭС. Уметь Использовать основные законы физики и химии при анализе процессов, используемых при производстве ЭС. Владеть Аппаратом, необходимым для анализа физико-химических процессов, используемых при производстве ЭС.			Выполнение практических заданий Контрольные вопросы при сдаче практического задания Тестирование в СДО MOODLE по различным темам и разделам дисциплины	Вопросы к экзамену Итоговый тест для проведения промежуточной аттестации
ОПК-2. Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных	ИОПК-2.1. Находит и критически анализирует информацию, необходимую для решения поставленной задачи.	Знать Основные законы и параметры производственных процессов, используемых при изготовлении элементов ЭС Уметь Находить данные параметров производственных процессов, используемых при изготовлении элементов ЭС. Владеть Методикой обработки данных параметров производственных процессов, используемых при изготовлении элементов ЭС.				
ПК-1. Способен применять физические и математические законы и модели для проектирования схем, конструкций и технологических процессов	ИПК-1.1. Определяет и анализирует научно-техническую информацию, требуемую для проектирования технических условий, программ и методик испытаний радиоэлектронных	Знать Физические, химические и физико-химические законы и явления, на которых основаны технологические процессы, используемые при производстве и эксплуатации ЭС, в том числе элементной базы и несущих конструкций; основные требования, предъявляемые к технологическим процессам и	06.048 C/01.6 D/01.6 40.058 C/01.6	Необходимые знания Нормативные правовые акты, нормативно-техническая документация и методические материалы по вопросам, связанным с разработкой и проектированием радиоэлектронных средств. Методы выполнения технических расчетов, моделирования с применением средств вычислительной техники. Основные технологические процессы		

¹ При отсутствии данных данный столбец нужно удалить;

² При отсутствии данных данный столбец нужно удалить.

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	текущего контроля
	устройств и систем	оборудованию. Уметь Рассматривать технологические процессы с точки зрения физико-химических законов. Владеть Навыками комплексного рассмотрения технологических процессов.		производства радиоэлектронных средств. Требования нормативных правовых актов, нормативно-технических документов в области разработки и проектирования радиоэлектронных средств. Основные материалы, используемые в производстве радиоэлектронных средств.		
ПК-4. Способен выполнять работы по технологической подготовке и организации метрологического обеспечения производства электронных средств	ИПК-4.2. Рассчитывает физико-технологические режимы процессов производства изделий электронной техники с требуемыми конструктивными и электрофизическими параметрами	Знать Основные требования, предъявляемые к технологическим процессам и оборудованию. Уметь Рассчитывать характеристики технологических процессов производства ЭС с помощью современных вычислительных средств. Владеть Основными приемами обработки и представления экспериментальных данных.		Необходимые умения Производить сбор, анализ и систематизацию научно-технической информации Выполнять расчеты с применением средств вычислительной техники с целью обоснования технических характеристик радиоэлектронных средств. Выполнять тепловые расчеты радиоэлектронных средств с применением средств вычислительной техники. Анализировать возможности применения технологического оборудования производства радиоэлектронных средств. Трудовые действия Анализ требований технического задания к разработке конструкции радиоэлектронного средства и его составных частей с учетом требований к климатической и механической стойкости к внешним воздействиям для стационарной, мобильной и носимой техники.		

Данные по профессиональным стандартам ОП ВО:

Шифр и наименование профессионального стандарта:

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»

Код и наименование обобщенной трудовой функции:

D «Разработка рабочей конструкторской документации на радиоэлектронные средства различного назначения»

Код и наименование трудовой функции:

ТФ D/01.6 «Разработка рабочей конструкторской документации на радиоэлектронные средства»

Шифр и наименование профессионального стандарта:

ПС 40.058 «Инженер-технолог по производству радиоэлектронных средств»

Код и наименование обобщенной трудовой функции:

С «Разработка типовых технологических процессов и планировок рабочих мест и участков на производстве радиоэлектронных средств»

Код и наименование трудовой функции:

ТФ С/01.6 «Разработка и адаптация типовых технологических процессов изготовления радиоэлектронных средств»

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина «Физико-химические основы технологии электронных средств» включена в перечень дисциплин обязательной части, 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», «Химия», «Материалы и компоненты электронных средств».

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины «Физико-химические основы технологии электронных средств», необходимы при освоении следующих «Технология производства электронных средств», «Интегральные устройства электроники», «Автоматизация технологических процессов».

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зач. ед. или 144 часа, 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	
	№ сем 5	№ сем 5
	очная	заочная
Формат изучения дисциплины	с использованием элементов электронного обучения	
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	144	144
1. Контактная работа:	58	24
1.1 Аудиторная работа, в том числе:	52	18
лекции	26	6
лабораторные	16	8
практические	10	4
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	86	120
1.1 самостоятельная работа (самостоятельное изучение разделов, самоподготовка, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиум и т.д.)	59	111
1.2 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		
5 семестр/5 семестр						
ОПК-1 ИОПК-1.3	Раздел 1. Принципы термодинамического, физико-статистического и кинетического описания и анализа технологического процесса.					
	Тема 1.1 Роль физико-химических процессов в технологии электронных средств.	0,4/0,2	–	–	0,5/1	Проработка теоретического материала по курсу Тестирование по разделу 1 в СДО MOODLE
	Тема 1.2 Основные понятия и способы описания термодинамической и технологической системы.	0,4/0,2	–	–	0,5/1	
	Тема 1.3 Принципы кинетического описания и анализа технологического процесса.	0,4/0,2	-	-	0,5/1	
	Тема 1.4 Поток, как основная кинетическая характеристика системы.	0,4/0,4	-	-	0,5/1	
	Тема 1.5 Основы кинетики процессов	0,4/-	-	-	0,5/1	
	Итого по 1 разделу	2/1	–	–	2,5/5	
ОПК-1 ИОПК-1.3 ИПК-1.1 ОПК-2 ИОПК-2.1	Раздел 2. Физико-химические основы зарождения и роста новой фазы вещества					
	Тема 2.1 Анализ гомогенного и гетерогенного зарождения новой фазы	2/0,5	–	–	1/3	Проработка теоретического материала по курсу Подготовка к лабораторным работам Подготовка к практическим работам Тестирование по разделу 2 в СДО MOODLE
	Тема 2.2 Рост пленок. Эпитаксия.	2/0,5	–	–	1,5/3	
	Практическое занятие №1. Рост пленок. Эпитаксия.	-	-	2/-	2/-	
	Лабораторная работа №1. Исследование процесса напыления тонкой металлической пленки	-	6/4	-	4/8	
	Итого по 2 разделу	4/1	6/4	2/-	8,5/14	
ОПК-1 ИОПК-1.3	Раздел 3 Физико-химические основы поверхностных процессов.					
	Тема 3.1 Термодинамика поверхностных явлений	1/0,5			1/2	Проработка теоретического материала по курсу Тестирование по разделу 3 в СДО MOODLE
	Тема 3.2 Адсорбционные процессы на поверхности твердого тела.	0,5/0,25	–	-	1/2	
	Тема 3.3 Процессы очистки, промывки и пропитки поверхности	0,5/0,25	-	-	1/2	
	Итого по 3 разделу	2/1			3/6	

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		
ОПК-1 ИОПК-1.3	Раздел 4. Физико-химические основы процессов растворения при очистке и травлении поверхностей					Проработка теоретического материала по курсу Тестирование по разделу 4 в СДО MOODLE
	Тема 4.1 Термодинамика процесса растворения	1/0,5	–	–	1/2	
	Тема 4.2 Основы кинетики растворения твердого тела.	0,5/0,25	–	–	1/6	
	Тема 4.3 Травление поверхности твердого тела.	0,5/0,25	-	-	1/6	
	Итого по 4 разделу	2/1			3/6	
ОПК-1 ИОПК-1.3 ПК-1 ИПК-1.1	Раздел 5. Физико-химические основы диффузионных процессов					Проработка теоретического материала по курсу Тестирование по разделу 5 в СДО MOODLE
	Тема 5.1 Законы диффузии	0,5/0,25	–	–	0,5/2	
	Тема 5.2 Диффузия в полупроводниках	0,5/0,25	–	–	0,5/2	
	Тема 5.3 Диффузия в пленочных структурах. Легирование.	0,5/0,25	–	–	1,5/3	
	Тема 5.4 Ионная имплантация.	0,5/0,25	-	-	3,5/6	
	Итого по 5 разделу	2/1	-	-	6/13	
ОПК-1 ИОПК-1.3 ПК-1 ИПК-1.1	Раздел 6. Химические процессы осаждения плёнок.					Проработка теоретического материала по курсу Тестирование по разделу 6 в СДО MOODLE
	Тема 6.1 Термодинамика химического осаждения плёнок.	0,5/0,25	–	–	1/1	
	Тема 6.2 Кинетика химического осаждения плёнки.	1/0,25	–	–	2/3	
	Тема 6.3 Связь физико-химических и технологических характеристик ТП.	0,5/-	–	-	2 /4	
	Итого по 6 разделу	2/0,5			5/8	
ОПК-1 ИОПК-1.3 ПК-1 ИПК-1.1 ПК-4 ИПК-4.2	Раздел 7. Электрохимические процессы осаждения и растворения пленок.					Проработка теоретического материала по курсу Подготовка к практическим работам Подготовка к лабораторным работам Тестирование по разделу 7 в СДО MOODLE
	Тема 7.1 Термодинамика электрохимического осаждения и растворения металлов.	1/-			1/2	
	Тема 7.2 Электрохимическое осаждение металлических плёнок	1/-			1/2	
	Практическое занятие №2. Электрохимическое осаждение металлических плёнок.			2/1	2/2	
	Лабораторная работа № 2. Моделирование операции электролитического осаждения меди		6/-		2/-	
	Итого по 7 разделу	2/-	6/-	2/1	6/6	
ОПК-1 ИОПК-1.3 ПК-4 ИПК-4.2	Раздел 8. Физико-химические основы литографии					Проработка теоретического материала по курсу Подготовка к практическим работам
	Тема 8.1 Сущность процесса литографии.	0,25/0,25			0,5/2	
	Тема 8.2 Виды литографии: фото-, электроно-, ионо-, рентгенолитография	0,5/-			1/2	
	Тема 8.3 Воздействие излучения на чувствительные к нему	0,5/-			0,5/2	

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		
ОПК-2 ИОПК-2.1	вещества					Подготовка к лабораторным работам Тестирование по разделу 8 в СДО MOODLE
	Тема 8.4 Фотохимические реакции	0,5/-			1/2	
	Тема 8.5 Характеристики фоторезистов	0,5/-			0,5/2	
	Тема 8.6 Образование оптических изображений	0,5/-			0,5/2	
	Тема 8.7 Фотохимическое образование скрытого изображения в фотоэмульсионном слое при экспонировании	0,5/-			1/2	
	Тема 8.8 Получение видимого изображения	0,5/-			0,5/2	
	Тема 8.9 Химическая и плазмохимическая обработка поверхности	0,25/-			0,5/2	
	Практическое занятие №3. Сущность процесса литографии. Образование оптических изображений.			2/1	2/4	
	Лабораторная работа № 3. Технологические процессы изготовления однослойных печатных плат		4/4		4/8	
	Итого по 8 разделу	4/0,25	4/4	2/1	12/30	
ОПК-1 ИОПК-1.3 ОПК-2 ИОПК-2.1 ПК-4 ИПК-4.2	Раздел 9. Физико-химические основы технологии неразъемных соединений					Проработка теоретического материала по курсу Подготовка к практическим работам Тестирование по разделу 9 в СДО MOODLE
	Тема 9.1 Формирование сварного, паяного, клеевого соединений.	0,5/-			0,5/1	
	Тема 9.2 Механизм образования сварных соединений.	0,5/-			0,5/1	
	Тема 9.3 Механизм образования паяных соединений.	0,5/-			0,5/1	
	Тема 9.4 Механизм образования клеевых соединений.	0,5/-			0,5/1	
	Практическое занятие №4. Формирование сварного и паяного соединений.			2/1	2/2	
	Итого по 9 разделу	2/		2/1	4/6	
ОПК-2 ИОПК-2.1 ПК-4 ИПК-4.2	Раздел 10. Физико-химические основы технологии печатных плат					Проработка теоретического материала по курсу Подготовка к практическим работам Тестирование по разделу 10 в СДО MOODLE
	Тема 10.1 Основные принципы процесса изготовления печатных плат	1/0,25			1/2	
	Тема 10.2 Очистка и защита поверхностей печатных плат	0,5/-			1/1	
	Тема 10.3 Химические методы осаждения металлических пленок на поверхности	0,5/-			1/1	
	Тема 10.4 Активация поверхности диэлектриков	0,5/-			1/2	
	Тема 10.5 Электрохимическая металлизация поверхностей ПП	0,5/-			1/2	

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		
	Тема 10.6 Травление ПП	0,5/-			1/1	
	Тема 10.7 Виды травителей и способы травления ПП	0,5/-			1/1	
	Практическое занятие №5. Основные принципы процесса изготовления печатных плат.			2/1	2/4	
	Итого по 10 разделу	4/0,25		2/1	9/17	
	ИТОГО за семестр	26/6	16/8	10/4	59/111	
	ИТОГО по дисциплине	26/6	16/8	10/4	59/111	

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

4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Учебная литература, печатные издания библиотечного фонда

1. Клименко, Л. С. Основы аналитической химии и физико-химических методов анализа. Спектроскопические методы : учебное пособие для СПО / Л. С. Клименко, А. А. Кудреватых. — Саратов, Москва : Профобразование, Ай Пи Ар Медиа, 2026. — 148 с. — ISBN 978-5-4488-2986-4, 978-5-4497-5499-8. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/161069.html>

2. Ланин, В. Л. Технология и оборудование сборки и монтажа электронных средств / В. Л. Ланин, В. А. Емельянов, И. Б. Петухов ; под редакцией В. А. Емельянова. — Минск : Белорусская наука, 2022. — 513 с. — ISBN 978-985-08-2894-1. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/128109.html> (дата обращения: 09.07.2026). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

3. Чистяков Ю.Д., Райнова Ю.П. Введение в процессы интегральных микро- и нанотехнологий: Учебное пособие в 2т. Т.1: Физико-химические основы технологии микроэлектроники / Чистяков Ю.Д., Райнова Ю.П. ; Под общ. ред. Ю.Н. Коркишко. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. - 392 с.

4. Иродов И.Е. Физика макросистем. Основные законы. Учебное пособие. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. – 207с.

5. Старостин В.В. Материалы и методы нанотехнологии. Учебное пособие. Под общ. ред. Л.Н. Патрикеева. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. – 431с.

4.2. Справочно-библиографическая литература

1. Филяк, М. М. Получение и исследование анодного оксида алюминия : практикум / М. М. Филяк, О. Н. Каныгина. — Оренбург : Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2014. — 104 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/33650.html> (дата обращения: 09.07.2026). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

2. Физико-химические основы технологии электронных средств. Конспект лекций для студентов всех форм обучения направления 551100 специальности 200800. Сост. А.В.Баранова, Т.В.Калинина. Арзамас: Ассоциация ученых, 2004. – 104с.

3. Воробьев А.П. Грушин И.Т., Грушина Л.П., Игнатьева Т.В. Механика, молекулярная физика и термодинамика. Учебное пособие (лабораторный практикум) Рекомендовано УС НГТУ Н.Новгород: НГТУ, 2005 –103с.

4. Барыбин А.А. Электроника и микроэлектроника. Физико-технологические основы. Рекомендовано УМО вузов РФ - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. - 424с.

5. Горшков В.И., Кузнецов И.А. Основы физической химии. Учебник. Допущено МО РФ. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. – 407с.

6. Стромберг, А.Г. Физическая химия: Учебник для хим. спец. вузов / А. Г. Стромберг, Д. П. Семченко ; под ред. А.Г.Стромберга. - 5-е изд., испр. - М. : Высш. шк., 2003. - 527 с. – 1 шт. 6.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

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 организации лабораторных занятий и выполнению лабораторных работ по дисциплине» НГТУ ПВД 11.6/144-23 от 27 февраля 2023 г. Электронный адрес: <https://api.nntu.ru/sveden/files/000652.pdf>.

3. 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>.

4. 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>.

5. 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>.

6. Лабораторные работы по курсу «Физико-химические основы технологии радиоэлектронных средств». Методические указания. Сост.: Т.В.Калинина, Р.В.Свердлов Арзамас: Ассоциация ученых, 2006. – 78с.

7. Грушин И.Т. Механика, молекулярная физика и термодинамика: Учебное пособие (лабораторный практикум) / И.Т. Грушин, Л.П. Грушина. - Рекомендовано Ученым советом НГТУ. - Н.Новгород: НГТУ, 2011. - 106 с

8. Ерохин Ю.М., Фролов В.И. Сборник задач и упражнений по химии (с дидактическим материалом). Учеб. пособие для студ. сред. проф. учеб. заведений. - М.: Издательский центр, 2005. - 304с

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>.

7. Профессиональный сайт «РадиоЛоцман. Электронные схемы». Режим доступа: <https://www.rlocman.ru>.

8. Новостной портал «Записки радиолюбителя». Режим доступа: <https://radio-blog.ru>.

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/КМР от 15.10.18)	Open office 4.1.10 (лицензия Apache License 2.0)
Microsoft Windows 8.1 (подписка DreamSpark Premium, договор № 0509/КМР от 15.10.18)	Adobe Acrobat Reader DC-Russian (проприетарное ПО)
Microsoft Office Standard 2016 (лицензия № 65824992)	Mozilla Firefox (свободное ПО)
P7 Офис (с/н 5260001439)	Google Chrome (свободное ПО)
Microsoft Visual Studio 2017 (подписка DreamSpark Premium, договор № 0509/КМР от 15.10.18)	Yandex Browser (свободное ПО)
Dr.Web (C/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.nntu.ru>) в разделе «Материально-техническое обеспечение и оснащенность образовательного процесса. Доступная среда» по ссылке: <https://api.nntu.ru/sveden/objects/>

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

Адрес места нахождения	Наименование оборудованного учебного кабинета	Оснащенность оборудованного учебного кабинета	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
607227, Нижегородская	Учебная аудитория №212	1. Рабочее место преподавателя-1	

Адрес места нахождения	Наименование оборудованного учебного кабинета	Оснащенность оборудованного учебного кабинета	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
область, г. Арзамас, ул. Калинина, дом 19, пом.№1		2. Доска меловая – 1 шт. 3. Рабочее место студента – 64	
607227, Нижегородская область, г. Арзамас, ул. Калинина, дом 19, пом.№1	Учебная аудитория № 036	1. Рабочее место преподавателя-1 2. Доска меловая – 1 шт. 3. Рабочее место студента – 26	
607227, Нижегородская область, г. Арзамас, ул. Калинина, дом 19, пом.№1	Учебная аудитория № 039	1. Рабочее место преподавателя-1 2. Доска меловая – 1 шт. 3. Рабочее место студента – 34	
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 «Физико-химические основы технологии электронных средств», 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 «Физико-химические основы технологии электронных средств» по адресу: <https://sdo.api.nntu.ru/course/view.php?id=183> 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 находится в свободном доступе в системе MOODLE на странице курса «Физико-химические основы технологии электронных средств» по адресу: <https://sdo.api.nntu.ru/course/view.php?id=183> 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 экзамена 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 и 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 «Физико-химические основы технологии электронных средств» по адресу: <https://sdo.api.nntu.ru/course/view.php?id=183> 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 «Физико-химические основы технологии электронных средств» по адресу: <https://sdo.api.nntu.ru/course/view.php?id=183> 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 5.

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.