

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

Б1.В.ДВ.02.01  
(индекс дисциплины)

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Технологические устройства и установки для электроники и микроэлектроники

(наименование дисциплины)

по направлению подготовки  
11.04.04 Электроника и нанoeлектроника

направленность (профиль)  
Электронные приборы и устройства

Форма обучения: очная

Год набора: 2026

Общая трудоемкость: 4 ЗЕ

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

Семестр	4	Итого
Форма контроля	экзамен	
Вид занятий		
Лекции	12	12
Лабораторные		
Практические	12	12
Руководство: курсовые работы (проекты) / РГР		
Промежуточная аттестация	0,35	0,35
Контактная работа	24,35	24,35
Самостоятельная работа	84	84
Контроль	35,65	35,65
<b>Итого</b>	<b>144</b>	<b>144</b>

Рабочую программу составил:

профессор, доцент, д.т.н. Певчев В.П.

*(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)*

доцент, к.т.н. Яковлев Д.А.

*(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)*

Рецензирование рабочей программы дисциплины:

☐

Отсутствует

☐

Рецензент

*(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)*

Рабочая программа дисциплины составлена на основании ФГОС ВО и учебного плана направления подготовки (специальности)

11.04.04 Электроника и микроэлектроника

**Срок действия рабочей программы дисциплины до «31» августа 2028 г.**

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры

Промышленная электроника

(протокол заседания № 5 от «11» декабря 2025 г.).

## 1. Цель освоения дисциплины

**Целью изучения дисциплины** является изучение формирования цельного взгляда на существующие технологические устройства и установки для электроники и микроэлектроники, освоение системного подхода к их выбору, позволяющее создавать приборы и устройства электроники и микроэлектроники в том числе:

- сформировать базовые знания по технологическим устройствам и установкам для электроники и микроэлектроники;
- освоить элементы технологических устройств и установок для электроники и микроэлектроники;
- дать основы построения технологической базы изготовления устройств электроники и микроэлектроники;
- сформировать понимание о современном уровне технологической базы изготовления устройств электроники и микроэлектроники;
- дать навыки по синтезу технологических устройств и установок для электроники и микроэлектроники.
- рассмотреть принципы работы технологических устройств и установок электроники и микроэлектроники.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина относится к блоку Б1 «Дисциплины (модули)», Часть, формируемая участниками образовательных отношений.

Дисциплины, учебные курсы, на освоении которых базируется данная дисциплина (учебный курс) – Теоретические основы электротехники, микроэлектроника и микросхемотехника, полупроводниковые приборы, преобразовательная техника, энергетическая электроника

Дисциплины, учебные курсы для которых необходимы знания, умения, навыки, приобретаемые в результате изучения данной дисциплины (учебного курса) – научно-исследовательская работа (НИР), подготовка магистерской диссертации.

## 3. Планируемые результаты обучения

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
ПК-7      Готов определять цели, осуществлять постановку задач проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального	ПК-7.1      Знает приемы проектирования устройств, приборов и систем электронной техники, основные виды проектно-конструкторской документации	Знать: проектирования устройств, приборов и систем электронной техники, основные виды проектно-конструкторской документации
	ПК-7.2      Умеет	Уметь: разрабатывать структурные, функциональные, принципиальные схемы электронных устройств и приборов

<b>Формируемые и контролируемые компетенции</b> (код и наименование)	<b>Индикаторы достижения компетенций</b> (код и наименование)	<b>Планируемые результаты обучения</b>
назначения, подготавливать технические задания на выполнение проектных работ	разрабатывать структурные, функциональные, принципиальные схемы электронных устройств и приборов ПК-7.3 Владеет навыками составления систем электронной техники из отдельных узлов и проектирования их как единого целого ПК-7.4 Умеет разрабатывать проектно- конструкторскую документацию в соответствии с методическими и нормативными требованиями	Владеть: навыками составления систем электронной техники из отдельных узлов и проектирования их как единого целого
ПК-8 Способен проектировать устройства, приборы и системы электронной техники с учетом заданных требований	ПК-8.1 Должен знать номенклатуру современных устройств, приборов и систем	Знать: номенклатуру современных устройств, приборов и систем электронной техники
	ПК-8.2 Должен уметь проектировать устройства, приборы и системы электронной	Уметь: проектировать устройства, приборы и системы электронной техники с учетом заданных требований.
	техники с учетом заданных требований ПК-8.3 Должен владеть приемами авторского сопровождения разрабатываемых устройств, приборов и систем электронной техники	Владеть: приемами авторского сопровождения разрабатываемых устройств, приборов и систем электронной техники

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Раздел 1 Технологические устройства и установки производства печатных плат	Лек.	Изготовление печатных плат Химическая металлизация Получение защитного рельефа Гальванические процессы Травление меди	4	6	-	-	Собеседование
	Ср.	Самостоятельное изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой к практическим работам	4	42	-	-	
	Пр.	Изучение технологических устройств и установок производства печатных плат	4	6	-	-	Собеседование
Раздел 2 Технологические устройства и установки производства интегральных схем	Лек.	Технология изготовления интегральных схем Диффузия Термическое окисление Фотолитография Металлизация	4	6	-	-	Собеседование
	Ср.	Самостоятельное изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой к практическим работам	4	42	-	-	Собеседование
	Пр.	Изучение технологических устройств и установок производства интегральных схем  Высокотемпературная сверхпроводимость	4	6	-	-	Собеседование
	ПА		4	0,35	-	-	
	Контроль		4	35,65	-	-	
<b>Итого:</b>				<b>144</b>			

## **5. Образовательные технологии**

Для оценки знаний, умения и уровня профессиональных компетенций, приобретаемых выпускником в процессе изучения дисциплины «Технологические устройства и установки для электроники и микроэлектроники», используются технологии традиционного обучения:

- лекции;
- практические работы с устным опросом обучающихся и закреплением теоретического материала;
- индивидуальные и групповые консультации по теоретическим и практическим вопросам курса;
- выполнение практических работ, которые позволяют приобрести практические знания и навыки решения задачи и работы с измерительными приборами, нормативной, методической, научно-технической и справочной литературой;
- проведение различных форм самостоятельной работы, которая включает подготовку к лекционным и практическим работам.

## **6. Методические указания по освоению дисциплины**

6.1. Обучающимся необходимо ознакомиться: с содержанием рабочей программы дисциплины (далее – РПД), с целями и задачами дисциплины, ее связями с другими дисциплинами образовательной программы, методическими разработками по данной дисциплине.

6.2. Методические указания по подготовке к лекционным занятиям.

В ходе лекций рассматриваются основные понятия тем, связанные с ними теоретические и практические проблемы, даются рекомендации для самостоятельной работы и подготовке к практическим занятиям. Поэтому изучение дисциплины требует систематического и последовательного накопления знаний, следовательно, пропуски отдельных тем не позволяют глубоко освоить предмет. Обучающимся необходимо: перед каждой лекцией просматривать рабочую программу дисциплины, ее основные вопросы, рекомендуемую литературу, что позволит сэкономить время на освоение темы на аудиторном занятии; перед очередной лекцией необходимо просмотреть/повторить материалы предыдущей лекции. При затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основным литературным источникам.

6.3. Методические указания по подготовке к практическим работам.

В ходе практических работ углубляются и закрепляются знания обучающихся по ряду рассмотренных на лекциях вопросов, знаний по современным способам использования технологических устройств и установок для электроники и микроэлектроники; умения производить выбор экономически обоснованных технологических средств современной электроники и нанoeлектроники.

На практических работах развиваются способности использовать современные измерительные приборы, управлять информацией с применением прикладных программ; использовать сетевые компьютерные технологии, базы данных и пакеты прикладных продуктов. При подготовке к практическим работам каждый обучающийся должен:

- изучить рекомендованную литературу;
- изучить материалы лекций;
- подготовить ответы на все вопросы по изучаемой теме;

По заданию преподавателя обучающийся должен подготовить отчет по теме практической работы. В процессе подготовке к практическим работам обучающиеся могут воспользоваться консультациями преподавателя.

6.4. Самостоятельная работа включает в себя выполнение различного рода заданий и самостоятельное изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой к практическим занятиям. Контроль самостоятельной работы обучающихся над программой курса осуществляется в ходе выполнения практических работ (устный опрос, решение задач, тестирование).

## **7. Оценочные средства**

### **7.1. Паспорт оценочных средств**

<b>Семестр</b>	<b>Код контролируемой компетенции (или ее части)</b>	<b>Наименование оценочного средства</b>
4	ПК-7	Тестовые задания №№ 1-23. Вопросы к зачету №№ 1-23 Отчеты по практическим работам №1,2,5
4	ПК-8	Тестовые задания № 24-112. Вопросы к зачету №10-16 Отчеты по практическим работам №3,4,6

**7.2.1. Типовые задания или иные материалы, необходимые для текущего контроля по дисциплине «Технологические устройства и установки для электроники и микроэлектроники»**

#### **7.2.1.1. Входной контроль**

##### **Вопросы входного контроля:**

1. Основные термины и определения технологических устройств и установок для электроники и микроэлектроники.
2. Печатные платы
3. Химическая металлизация
4. Травление меди
5. Диффузия
6. Термическое окисление
7. Фотолитография
8. Металлизация

##### **Краткое описание и регламент выполнения**

Входной контроль проводится на первой лекции. Он представляет собой контрольный срез знаний из 8 основных вопросов, ответы на которые обучающийся должен знать из программы обучения по дисциплинам направления подготовки 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника»: физика (разделы: электричество, магнетизм, оптика), математика, информатика вакуумные и плазменные приборы, квантовая и оптическая электроника, а также по дисциплине «Актуальные проблемы современной электроники и наноэлектроники» направления подготовки 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника».

Поставленные вопросы требуют точных и коротких ответов. Входной контроль проводится в письменном виде в течение 15-20 минут. Вопросы выдаются преподавателем. Итоги входного контроля используются для корректировки методик проведения лекционных

и лабораторных занятий.

**Критерии оценки:**

- отметка «зачтено» выставляется обучающемуся, если даны правильные ответы на 8 вопроса;
- отметка «не зачтено», если правильных ответов менее 6-и.

**Краткое описание и регламент выполнения**

Ответы на вопросы выполняются в письменной форме. Оценивается правильность и полнота ответа, а также и количество допущенных ошибок.

**Критерии оценки:**

- отметка «зачтено» выставляется обучающемуся, если ответы правильны или выполнены с незначительными ошибками;
- отметка «не зачтено» выставляется обучающемуся, если ответов нет и/или допущены грубые ошибки.

**7.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

**7.3.1. Вопросы к экзамену**

№ п/п	Вопросы
1-2	Технологические процессы и установки производства печатных плат (ПП). Механическая обработка в процессах изготовления ПП.
3-4	Основы химического меднения. Активирование поверхности.
5-6	Способы создания защитного рельефа. Сеткография
7-8	Меднение. Защитное покрытие сплавом олово-свинец (ПОС-60)
9-11	Травильные растворы. Растворы на основе хлорного железа и персульфата. Хлорно-медный кислый и щелочной растворы.
12-13	Основные операции в технологии изготовления кремниевых приборов. Выращивание кристаллов кремния; обрезка концов слитка; река слитка на пластины;
14-16	Диффузия примеси в кремневую пластину. Примеси замещения, уравнение неразрывности.
17-19	Потребление кремния в процессе роста окисла. Зависимость толщины окисла от времени окисления. Трехстадийный процесс окисления: в кислороде, в парах воды.
20-21	Фотолитографический процесс. Нанесение фоторезиста на центрофуге, предварительная сушка кремниевых пластин совмещение и экспонирование проявления, сушка фоторезиста, травление окисла, снятие фоторезиста.
22-23	Металлизация из алюминия Al. Формирование рисунка межсоединений и контактных площадок.



### 7.3.2. Критерии и нормы оценки

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
4	экзамен	«отлично»	обучающийся обладает глубокими и прочными знаниями программного материала; при ответе продемонстрировал исчерпывающее, последовательное и логически стройное изложение; правильно сформулировал понятия и закономерности по вопросу
		«хорошо»	обучающийся обладает достаточно полным знанием программного материала; его ответ представляет грамотное изложение учебного материала по существу; отсутствуют существенные неточности в формулировании понятий; правильно применены теоретические положения, подтвержденные примерами
		«удовлетворительно»	обучающийся имеет общие знания основного материала без усвоения некоторых существенных положений; формулирует основные понятия с некоторой неточностью; затрудняется в приведении примеров, подтверждающих теоретические положения
		«неудовлетворительно»	обучающийся не знает значительную часть программного материала; допустил существенные ошибки в процессе изложения; не умеет выделить главное и сделать вывод; приводит ошибочные определения

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 8.1. Обязательная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	А. Н. Игнатов, В. Л. Савиных, Н. Е. Фадеева.	Основы электроники	Учебное пособие	2022	ЭБС "ZNANIUM.CO M"
2	Новиков Ю.В.	Введение в цифровую схемотехнику	Учебное пособие	2024	ЭБС «IPRbooks»
3	В. А. Галочкин.	Схемотехника цифровых устройств : Теория и практика	Учебник	2024	ЭБС "ZNANIUM.CO M"
4	Е. А. Юфкин	Основы микропроцессорной техники для школьников и студентов	Учебное пособие	2024	ЭБС "ZNANIUM.CO M"
5	Водовозов А. М.	Микроконтроллеры для систем автоматики	Учебное пособие	2022	ЭБС "ZNANIUM.CO M"

### 8.2. Дополнительная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	Раскин А.А., Прокофьева В.К.	Технология материалов микро - опто - и наноэлектроники	Учебное пособие	2012	ЭБС «IPRbooks»
2	Рощин В.М., Силибин	Технология микро -, опто- и	Учебное пособие	2012	ЭБС «IPRbooks»

<b>№ п/п</b>	<b>Авторы, составители</b>	<b>Заглавие (заголовок)</b>	<b>Тип (учебник, учебное пособие, учебно- методическое пособие, практикум, др.)</b>	<b>Год издания</b>	<b>Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС</b>
	М.В.	нанoeлектроники.			
3	Водовозов А.М.	Основы электроники	Учебное пособие	2016	ЭБС "ZNANIUM.CO M"
4	Новиков Ю.В.	Введение в цифровую схемотехнику	Учебное пособие	2016	ЭБС «IPRbooks»
5	Волович Г.И.	Схемотехника аналоговых и аналого- цифровых электронных устройств	Учебное пособие	2017	ЭБС «IPRbooks»
6	Новиков Ю. В.	Основы микропроцессорной техники	Курс лекций	2016	ЭБС «IPRbooks»
7	Водовозов А.М.	Основы электроники	Учебное пособие	2019	ЭБС "ZNANIUM.CO M"
8	Новиков Ю. В.	Основы микропроцессорной техники	Курс лекций	2020	ЭБС «IPRbooks»
9	Волович Г.И.	Схемотехника аналоговых и аналого- цифровых электронных устройств	Учебное пособие	2020	ЭБС «IPRbooks»

### 8.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

- Web of Science [Электронный ресурс] : мультидисциплинарная реферативная база данных. – Philadelphia: Clarivate Analytics, 2016. – Режим доступа : apps.webofknowledge.com. – Загл. с экрана. – Яз. рус.,англ.;
- Scopus [Электронный ресурс] : реферативная база данных. – Netherlands: Elsevier, 2004. – Режим доступа : scopus.com. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.;
- Elibrary [Электронный ресурс] : научная электронная библиотека. – Москва : НЭБ, 2000. – Режим доступа : elibrary.ru. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.;
- Springer Link [Электронный ресурс] : [база данных].– Switzerland: SpringerNature, 1842. – Режим доступа : link.springer.com. – Загл. с экрана. – Яз. англ.;
- Science Direct [Электронный ресурс] : коллекция электронных книг издательства Elsevier. – Netherlands: Elsevier, 2018. – Режим доступа : sciencedirect.com. – Загл. с экрана. – Яз. англ.;
- Cambridge university press [Электронный ресурс]: журналы издательства. – Cambridge: Cambridge university press, 2018 . – Режим доступа: cambridge.org. – Загл. с экрана. – Яз. англ.;
- NEICON [Электронный ресурс] : электронная информация : архив научных журналов. – Москва: НЭИКОН, 2002. – Режим доступа : neicon.ru/resources/archive. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.

### 8.4. Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование ПО	Реквизиты договора (дата, номер, срок действия)
1	Windows: WinPro 10 RUS Upgrd OLP NL Acdmc	договор № 757 от 04.07.2018, срок действия – бессрочно; контракт № 1653 от 14.12.2018, срок действия – бессрочно
2	Office Standard: Office Stdandard 2013 Russian OLP NL AcademicEdition	договор № 690 от 19.05.2015, срок действия – бессрочно

### 8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
1	Г-401 Помещение для самостоятельной работы обучающихся	Столы, стулья, компьютеры
2	Э-511 Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных	Столы ученические двухместные (моноблок) , столы ученические трехместные (моноблок) стол преподавательский, стул преподавательский, доска аудиторная (меловая).

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
	консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации.	
3	Э-514 Лаборатория "Промышленная электроника"	Столы-стенды лабораторные , стол преподавательский, стулья с пюпитрами, стулья ученические, доска аудиторная, осциллографС1-101 , осциллографС1-112, генераторГЗ-112/1 шт.генераторГЗ-112 , генераторГЗ-109, вольтметрД567 , мультиметрВ7-35 лабораторный стен-дЭС16, стенды измерительные, универсальный лаборатор-ный стенд