

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета радиотехники  
и электроники  
\_\_\_\_\_ / В.А. Небольсин /

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«Тонкие пленки металлов»**

**Направление подготовки** 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

**Профиль** Технологии неорганических и полимерных композиционных материалов

**Квалификация выпускника** бакалавр

**Нормативный период обучения** 4 года

**Форма обучения** очная

**Год начала подготовки** 2025

Автор программы \_\_\_\_\_ В.В. Корнеева

Заведующий кафедрой  
Химии и химической  
технологии материалов \_\_\_\_\_ О.Б. Рудаков

Руководитель ОПОП \_\_\_\_\_ Г.Ю. Вострикова

Воронеж 2025

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

**1.1. Цели дисциплины:** изучение основ строения кристаллических и металлических тонкопленочных структур, а также формирование у студентов представлений о закономерностях, определяющих свойства металлических структур при определенных условиях осаждения.

### 1.2. Задачи освоения дисциплины

- сформировать представления об общих физических закономерностях, определяющих рост и свойства тонких пленок;
- установить взаимосвязь между условиями выращивания и свойствами получаемых структур;
- сформировать навыки экспериментальных исследований.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Тонкие пленки металлов» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1.

## 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Тонкие пленки металлов» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-5 - Способен применять знания об основных типах современных неорганических и органических материалов, принципах их выбора для заданных условий эксплуатации с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности, экологических последствий их применения

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-5	Знать методы получения, исследования и обработки тонких металлических пленок и структур на их основе, а также принципы выбора с учетом надежности и долговечности эксплуатации на их основе ( <b>ИД-1<sub>ПК-5</sub></b> )
	Уметь выбирать методы исследования, планировать и проводить необходимые эксперименты, интерпретировать получаемые результаты ( <b>ИД-2<sub>ПК-5</sub></b> )
	Владеть теоретическими знаниями о характере роста тонкопленочных металлических структур, принципах их выбора для конкретных условий эксплуатации и методиками расчета задаваемых характеристик ( <b>ИД-3<sub>ПК-5</sub></b> )

## 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Тонкие пленки металлов» составляет 3 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий  
**очная форма обучения**

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		4
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	72	72
В том числе:		
Лекции	36	36
Практические занятия (ПЗ)	36	36
<b>Самостоятельная работа</b>	36	36
Виды промежуточной аттестации - зачет	+	+
Общая трудоемкость: академические часы	108	108
зач.ед.	3	3

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

#### очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	СРС	Всего, час
1	Роль несовершенств подложки	Влияние примесей на подложке на рост пленки. Кинетика начальной стадии роста пленок и движение ступеней. Создание искусственных центров зарождения при вакуумной конденсации. Кинетика зарождения пленок на дефектных поверхностях.	6	6	6	18
2	Проводящие пленки	Электропроводность сплошных пленок. Свойства сплошных проводящих пленок. Влияние толщины пленок на удельное сопротивление. Электропроводность островковых металлических пленок.	6	6	6	18
3	Структура островковых пленок	Туннельный эффект островковых пленок металлов. Пространственное распределение частиц в островковых конденсатах при формировании тонких пленок. Образование аморфной фазы в конденсированных пленках. Возможность островковой миграции в несплошных конденсированных тонких пленках.	6	6	6	18
4	Резистивные пленки	Основные параметры резистивных пленок. Резистивные пленки металлов, сплавов и соединений. Механизм проводимости резистивных пленок.	6	6	6	18
5	Композиции на основе металлов и диэлектриков	Композиции на основе пленок металлов и полупроводников. Исследование физико-механических свойств композиционной пленочной структуры металл – полимер.	6	6	6	18
6	Тонкие пленки тугоплавких металлов	Внутреннее трение в тонких пленках тугоплавких металлах. Внутреннее трение в тонких металлических пленках. Тонкие пленки, используемые в качестве износостойких покрытий. Интерференционно окрашенные пленки на металлах как индикатор химических реакций.	6	6	6	18
<b>Итого</b>			<b>36</b>	<b>36</b>	<b>36</b>	<b>108</b>

### 5.2 Перечень лабораторных работ

Не предусмотрено учебным планом

## 6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ)

## И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы.

### 7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

**7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

#### 7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ПК-5	Знать методы получения, исследования и обработки тонких металлических пленок и структур на их основе, а также принципы выбора с учетом надежности и долговечности эксплуатации на их основе	Текущее тестирование (контроль знаний по теме)	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь выбирать методы исследования, планировать и проводить необходимые эксперименты, интерпретировать получаемые результаты	Текущее тестирование (контроль знаний по теме)	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть теоретическими знаниями о характере роста тонкопленочных металлических структур, принципах их выбора для конкретных условий эксплуатации и методиками расчета задаваемых	Текущее тестирование (контроль знаний по теме)	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	характеристик			
--	---------------	--	--	--

### 7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 4 семестре для очной формы обучения по двухбалльной системе:

«зачтено»

«не зачтено»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
ПК-5	Знать методы получения, исследования и обработки тонких металлических пленок и структур на их основе, а также принципы выбора с учетом надежности и долговечности эксплуатации на их основе	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	Уметь выбирать методы исследования, планировать и проводить необходимые эксперименты, интерпретировать получаемые результаты	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть теоретическими знаниями о характере роста тонкопленочных металлических структур, принципах их выбора для конкретных условий эксплуатации и методиками расчета задаваемых характеристик	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

**7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)**

#### 7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

Метод осаждения из органических растворов наибольшее распространение получил для выращивания оксидных пленок из:

- А. Коллоидного раствора
- В. Полимеризованного раствора
- С. Твердого раствора

2. Способы получения чистых поверхностей подложек для роста тонких пленок включают:

- A. Раскалывание хрупких кристаллов по плоскостям спайности
- B. Низкотемпературное осаждение в вакууме
- C. Облучение лазером

3. Ювенильная поверхность – это:

- A. NaCl
- B. Fe
- C. Поверхность, которая свободна от пленок атомов веществ, посторонних по отношению к веществу объема

4. Механизм роста конденсированных пленок по Фольмеру-Веберу предполагает:

A. Зарождение новой фазы в виде двухмерных дискретных островков на поверхности подложки

B. Зарождение наблюдается в виде одномерных одиночных зародышей

C. Зарождение новой фазы наблюдается в виде различных двухмерных и одномерных зародышей

5. Рост кристаллических пленок по механизму Крастанова-Странского осуществляется по:

A. Линейному закону

B. Экспоненциальному закону

C. Логарифмическому закону

6. Образование островковых пленок роста характерно для механизма:

A. Фольмера-Вебера

B. Крастанова-Странского

C. Франка и Ван дер Мерве

7. В твердых телах атомы металлов образуют структуры, в которых:

A. Число связей равно числу валентных электронов

B. Число связей превышает число валентных электронов

C. Число связей меньше числа валентных электронов

8. Металлическая связь является:

A. Насыщенной

B. Ненаправленной

C. Ненасыщенной

9. Решетка Бравэ – это группа трансляций, характеризующих расположение частиц в пространстве. Бывают:

A. D

B. C

C. F

10. При выборе решетки Бравэ симметрия кристалла должна:

A. Соответствовать симметрии элементарной ячейки

B. В элементарной ячейке должно быть как можно меньше прямых углов

C. Объем элементарной ячейки должен быть максимальным

## 7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Гомеоплярная связь – это:

А. объединение атомов в молекулу достигается за счет электронов, которые становятся общими для пар атомов;

В. - связь, которая возникает вследствие перехода валентных электронов от атома металла к атому металлоида, и электростатического притяжения разноименно заряженных ионов друг к другу;

С. связь, которая существует в системах, построенных из положительных атомных остовов, находящихся в среде свободных коллективизированных электронов;

Д. связь, которая имеет характер притяжения и возникает между любыми молекулами как полярными, так и неполярными

2. Гетерополярная связь – это:

А. объединение атомов в молекулу достигается за счет электронов, которые становятся общими для пар атомов;

В. связь, которая возникает вследствие перехода валентных электронов от атома метал-ла к атому металлоида, и электростатического притяжения разноименно заряженных ионов друг к другу;

С. связь, которая существует в системах, построенных из положительных атомных остовов, находящихся в среде свободных коллективизированных электронов;

Д. связь, которая имеет характер притяжения и возникает между любыми молекулами как полярными, так и неполярными.

3. Металлическая связь – это:

А. объединение атомов в молекулу достигается за счет электронов, которые становятся общими для пар атомов;

В. связь, которая возникает вследствие перехода валентных электронов от атома метал-ла к атому металлоида, и электростатического притяжения разноименно заряженных ионов друг к другу;

С. связь, которая существует в системах, построенных из положительных атомных остовов, находящихся в среде свободных коллективизированных электронов;

Д. связь, которая имеет характер притяжения и возникает между любыми молекулами как полярными, так и неполярными.

4. Молекулярная связь - это:

А. объединение атомов в молекулу достигается за счет электронов, которые становятся общими для пар атомов;

В. связь, которая возникает вследствие перехода валентных электронов от атома метал-ла к атому металлоида, и электростатического притяжения разноименно заряженных ионов друг к другу;

С. связь, которая существует в системах, построенных из

положительных атомных остовов, находящихся в среде свободных коллективизированных электронов;

Д. связь, которая имеет характер притяжения и возникает между любыми молекулами как полярными, так и неполярными.

5. Выберите обозначения индексов Миллера плоскости:

- A. (111);
- B. {111};
- C. [111];
- D. <111>.

6. Выберите обозначения индексов Миллера направления:

- A. (111);
- B. [111];
- C. [[111]];
- D. <111>

7. Выберите, что из перечисленного является дислокацией:

- A. дефект Френкеля;
- B. дефект Шоттки;
- C. дефект Франка
- D. пора

8. InP – это

- A. химическое соединение;
- B. твердый раствор;
- C. механическая смесь;
- D. чистое вещество

9. GaO – это:

- A. химическое соединение;
- B. твердый раствор;
- C. механическая смесь;
- D. чистое вещество

10. Какая кристаллическая решетка у кремния?

- A. ОЦК
- B. ГЦК;
- C. Алмаз;
- D. ГПУ.

### 7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Кинетическая классификация реакций предполагает деление на классы по степени сложности:

- A. Необратимые
- B. Параллельные

- C. Сложные
  - D. Последовательные
2. По молекулярности реакции делятся на:
- A. Простые
  - B. Мономолекулярные**
  - C. Бимолекулярные
  - D. Последовательные
3. При температуре 298К в атмосферных условиях в оксидную форму не переходят металлы:
- A. K
  - B. Fe
  - C. Au
  - D. Pd**
4. Чем может окисляться металл в атмосферных условиях:
- A. O<sub>2</sub>
  - B. N<sub>2</sub>
  - C. CO<sub>2</sub>
  - D. H<sub>2</sub>O**
5. Протекание процессов образования пленок на металлах тормозится из-за роста/образования:
- A. Сульфатов
  - B. Оксидов**
  - C. Нитратов
  - D. Сульфидов
6. Стальная игла не будет взаимодействовать с жидкой ртутью из-за образования:
- A. Карбоната
  - B. Хлорида
  - C. Оксида
  - D. Амальгамы**
7. Интерференционная окрашенность тонких пленок оксида на металле будет иметь в зависимости от толщины:
- A. Желтый цвет
  - B. Прозрачный цвет
  - C. Зеленый цвет
  - D. Характер непрерывного спектра**
8. Присутствие на поверхности металла интерференционно окрашенных пленок в агрессивной среде:
- A. Способствует упрочнению пленки
  - B. Повышает химическую устойчивость
  - C. Не влияет на поведение
  - D. Повышает химическую устойчивость**
9. В соответствии с правилом Пиллинга-Бедворса, если отношение объемов металла и образующегося из него оксида  $<1$ , то образуется:
- A. Сплошная тонкая пленка**

- В. Пленка на металлах K, Cs, Mg
  - С. Рыхлая пленка
  - Д. Пленка на металлах Ni, Co, Cu
10. Если соотношение металла и образующегося из него оксида  $>1$ , то образуется:
- А. Рыхлая тонкая пленка
  - В. Пленка на металлах Zn, Al, Ti
  - С. Сплошная тонкая пленка
  - Д. Пленка на металлах Na, Rb, Sr

#### **7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету**

1. Кристаллическое строение металлов.
2. Основные типы кристаллических решеток металлов.
3. Что такое сплав?
4. Что такое система?
5. Что такое компонент?
6. Что такое фаза?
7. Твердые растворы внедрения и замещения.
8. Химические соединения и промежуточные фазы.
9. Классификация дефектов кристаллической решетки. Точечные дефекты.
10. Классификация дефектов кристаллической решетки. Краевые дислокации.
11. Классификация дефектов кристаллической решетки. Винтовые и смешанные дислокации.
12. Контур Бюргерса, вектор Бюргерса, плотность и торможение дислокаций.
13. Классификация дефектов кристаллической решетки. Поверхностные дефекты.
14. Влияние нагрева на структуру и свойства деформированного металла.
15. Зарождение и рост тонких пленок.
16. Формирование молекулярного потока.
17. Конденсация атомов.
18. Адсорбция газов на подложке.
19. Механизм конденсации пар – кристалл.
20. Механизм конденсации пар – жидкость – кристалл.
21. Влияние температуры подложки на механизм конденсации.
22. Зародышеобразование в тонких пленках.
23. Термодинамическая теория зародышеобразования.
24. Статистическая теория зародышеобразования.
25. Рост зародышей и формирование сплошных пленок.

#### **7.2.5 Примерный перечень заданий для подготовки к экзамену**

Не предусмотрено учебным планом

### **7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации**

*(Например: Экзамен проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 20.*

*1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов.*

*2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 10 баллов*

*3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 11 до 15 баллов.*

*4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 16 до 20 баллов.)*

### **7.2.7 Паспорт оценочных материалов**

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Роль несовершенств подложки	ПК-5	Тест/контрольная работа
2	Проводящие пленки	ПК-5	Тест/контрольная работа
3	Структура островковых пленок	ПК-5	Тест/контрольная работа
4	Резистивные пленки	ПК-5	Тест/контрольная работа
5	Композиции на основе металлов и диэлектриков	ПК-5	Тест/контрольная работа
6	Тонкие пленки тугоплавких металлов	ПК-5	Тест/контрольная работа

### **7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно

методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

## **8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)**

### **8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

1. Технология тонки пленок и покрытия: учеб. пособие. Маскаева Л.Н. и др. Екатеринбург. изд. Урал. ун-та, 2019, 236с.

2. Тонкие пленки, их изготовление и измерение. С. Медфессель; Ленинград, 1963, 305с.

3. Тонкие пленки. Взаимная диффузия и реакции. пер. с англ. под ред. Поут Дж., Ту К, Мейер Дж. и др., 1982. 576с.

4. Тонкие пленки в микроэлектронике: учеб. пособие / Смирнова К.И. 2007. 94с.

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

*Интернет ресурс: <http://www.complexdoc.ru>.*

Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки;

Электронно- библиотечная система «КнигаФонд»;

Электронно-библиотечная система «Лань»;

Электронно-библиотечная система «IPRbooks»

Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки;

Электронно- библиотечная система «КнигаФонд»;

Электронно-библиотечная система «Лань»;

Электронно-библиотечная система «IPRbooks»

## **9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА**

1. Лаборатория химии нефтепродуктов и органических материалов а. 6424

Оборудование: вытяжной шкаф ВА0000002694, химическая посуда 1632157, шкаф сушильный ВА0000002726, рН-метр-иономер «Эксперт-001-3.0,1» 0101040825, штатив лабораторный ВА0000002727, электроплита 1632417

2. Препараторская, а. 6422

Оборудование: вытяжной шкаф ВА0000002694, химическая посуда 1632157, аквадистиллятор ДЭ-4-2М 0001332686, весы технические электронные 0001332726, электроплита 1632417

3. Бизнес-инкубатор  
 Измерительный прибор «NanoEducator» (б) 0101041134, измерительный прибор «NanoEducator» (б) 0101011135, измерительный прибор «NanoEducator» (б) 0101011136

## **10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

По дисциплине «Тонкие пленки металлов» читаются лекции, проводятся практические занятия.

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

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета параметров роста структур и свойств получаемых тонких пленок. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

## ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
----------	-----------------------------	----------------------------	--

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

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета радиотехники  
и электроники  
В.А. Небольсин /

«17» сентября 2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«Тонкие пленки металлов»**

Направление подготовки 22.03.01 Материаловедение и технологии  
материалов

Профиль Технологии неорганических и полимерных композиционных  
материалов

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2025

Автор программы  
Заведующий кафедрой  
Химии и химической  
технологии материалов

[Подпись] В.В. Корнеева

[Подпись] О.Б. Рудаков

Руководитель ОПОП

[Подпись] Г.Ю. Вострикова

Воронеж 2025