

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ  
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»  
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ

Директор департамента по учебной работе

Ким М.Ю.

«29» 10 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МИКРО- И НАНОСТРУКТУРЫ

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**

Направление подготовки / специальность: **11.04.01 Радиотехника**

Направленность (профиль) / специализация: **Радиотехнические системы**

Форма обучения: **очная**

Факультет: **Передовая инженерная школа «Электронное приборостроение и системы связи» (ПИШ)**

Кафедра: **передовая инженерная школа (ПИШ)**

Курс: **1**

Семестр: **2**

Учебный план набора 2026 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

| Виды учебной деятельности          | 2 семестр | Всего | Единицы |
|------------------------------------|-----------|-------|---------|
| Лекционные занятия                 | 18        | 18    | часов   |
| Практические занятия               | 18        | 18    | часов   |
| Самостоятельная работа             | 108       | 108   | часов   |
| Общая трудоемкость                 | 144       | 144   | часов   |
| (включая промежуточную аттестацию) | 4         | 4     | з.е.    |

Формы промежуточной аттестации

Семестр

|                 |   |
|-----------------|---|
| Зачет с оценкой | 2 |
|-----------------|---|

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Ким М.Ю.  
Должность: Директор департамента по учебной работе  
Дата подписания: 29.10.2025  
Уникальный программный ключ:  
ed789cd8-2cc6-4431-a59e-8f386b1d44fa

Томск

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели дисциплины

1. Формирование знаний и практических навыков применения современных инструментальных методов исследования наноструктур на атомно-молекулярном уровне для контроля техпроцессов и проектирования объектов нано- и микросистемной техники.

### 1.2. Задачи дисциплины

1. Изучить физические основы, принципы работы, устройство и классификацию современных инструментальных методов исследования.

2. Освоить применение данных методов для контроля и анализа наноструктур, включая пробоподготовку, обработку результатов и обоснованный выбор оптимального инструментария под конкретные задачи нанотехнологий.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).

Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.

Модуль дисциплин: Модуль проектно-профессиональной подготовки.

Индекс дисциплины: Б1.В.01.ДВ.02.04.

Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

## 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 3.1):

Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

| Компетенция                             | Индикаторы достижения компетенции | Планируемые результаты обучения по дисциплине |
|-----------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------------------|
| <b>Универсальные компетенции</b>        |                                   |                                               |
| -                                       | -                                 | -                                             |
| <b>Общепрофессиональные компетенции</b> |                                   |                                               |
| -                                       | -                                 | -                                             |
| <b>Профессиональные компетенции</b>     |                                   |                                               |

|                                                                                                                 |                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-2. Способен использовать современные достижения науки и передовые технологии в профессиональной деятельности | ПК-2.1. Знает современные подходы к исследованию и разработке объектов профессиональной деятельности                                                                   | Знать классификацию инструментальных методов, применяемых в нанотехнологиях, физические принципы их функционирования, области применения и возможности. |
|                                                                                                                 | ПК-2.2. Умеет проводить исследования и разработку с использованием современных достижений науки и передовых технологий при решении задач профессиональной деятельности | Уметь применять современные инструментальные методы исследования наноматериалов и материалов для микросистемной техники                                 |
|                                                                                                                 | ПК-2.3. Владеет современными технологиями проектирования объектов профессиональной деятельности                                                                        | Владеет современными технологиями проектирования объектов в области определения микро- и наноструктуры                                                  |

#### 4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 академических часов.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

| Виды учебной деятельности                                                                                             | Всего часов | Семестры  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-----------|
|                                                                                                                       |             | 2 семестр |
| <b>Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего</b>                                               | 36          | 36        |
| Лекционные занятия                                                                                                    | 18          | 18        |
| Практические занятия                                                                                                  | 18          | 18        |
| <b>Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего</b> | 108         | 108       |
| Подготовка к зачету с оценкой                                                                                         | 60          | 60        |
| Подготовка к тестированию                                                                                             | 48          | 48        |
| <b>Общая трудоемкость (в часах)</b>                                                                                   | 144         | 144       |
| <b>Общая трудоемкость (в з.е.)</b>                                                                                    | 4           | 4         |

#### 5. Структура и содержание дисциплины

##### 5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Структура дисциплины по разделам (темам) и видам учебной деятельности приведена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

| Названия разделов (тем) дисциплины              | Лек. зан., ч | Прак. зан., ч | Сам. раб., ч | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|-------------------------------------------------|--------------|---------------|--------------|----------------------------|-------------------------|
| <b>2 семестр</b>                                |              |               |              |                            |                         |
| 1 Взаимодействие электронного пучка с веществом | 2            | -             | 18           | 20                         | ПК-2                    |

|                                            |    |    |     |     |      |
|--------------------------------------------|----|----|-----|-----|------|
| 2 Сканирующая электронная микроскопия      | 4  | 10 | 18  | 32  | ПК-2 |
| 3 Рентгеноспектральный микроанализ         | 2  | -  | 18  | 20  | ПК-2 |
| 4 Просвечивающая электронная микроскопия   | 2  | -  | 18  | 20  | ПК-2 |
| 5 Туннельная и атомно-силовая микроскопия  | 4  | 2  | 18  | 24  | ПК-2 |
| 6 Инфракрасная и Рамановская спектроскопия | 4  | 6  | 18  | 28  | ПК-2 |
| Итого за семестр                           | 18 | 18 | 108 | 144 |      |
| Итого                                      | 18 | 18 | 108 | 144 |      |

### 5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)

| Названия разделов (тем) дисциплины              | Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) | Трудоемкость (лекционные занятия), ч | Формируемые компетенции |
|-------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------|
| <b>2 семестр</b>                                |                                                          |                                      |                         |
| 1 Взаимодействие электронного пучка с веществом | Взаимодействие электронного пучка с веществом            | 2                                    | ПК-2                    |
|                                                 | Итого                                                    | 2                                    |                         |
| 2 Сканирующая электронная микроскопия           | Сканирующая электронная микроскопия (СЭМ)                | 4                                    | ПК-2                    |
|                                                 | Итого                                                    | 4                                    |                         |
| 3 Рентгеноспектральный микроанализ              | Рентгеноспектральный микроанализ                         | 2                                    | ПК-2                    |
|                                                 | Итого                                                    | 2                                    |                         |
| 4 Просвечивающая электронная микроскопия        | Просвечивающая электронная микроскопия                   | 2                                    | ПК-2                    |
|                                                 | Итого                                                    | 2                                    |                         |
| 5 Туннельная и атомно-силовая микроскопия       | Туннельная и атомно-силовая микроскопия                  | 4                                    | ПК-2                    |
|                                                 | Итого                                                    | 4                                    |                         |
| 6 Инфракрасная и Рамановская спектроскопия      | Инфракрасная и Рамановская спектроскопия                 | 4                                    | ПК-2                    |
|                                                 | Итого                                                    | 4                                    |                         |
| Итого за семестр                                |                                                          | 18                                   |                         |
| Итого                                           |                                                          | 18                                   |                         |

### 5.3. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 5.3.

Таблица 5.3. – Наименование практических занятий (семинаров)

| Названия разделов (тем) дисциплины | Наименование практических занятий (семинаров) | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------|-------------------------|
| <b>2 семестр</b>                   |                                               |                 |                         |

|                                            |                                                                                                                             |    |      |
|--------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|------|
| 2 Сканирующая электронная микроскопия      | Пробоподготовка образцов для СЭМ. Получение изображений поверхности образцов методом СЭМ и исследование элементного анализа | 10 | ПК-2 |
|                                            | Итого                                                                                                                       | 10 |      |
| 5 Туннельная и атомно-силовая микроскопия  | Расчет геометрических параметров рельефа поверхности по результатам АСМ                                                     | 2  | ПК-2 |
|                                            | Итого                                                                                                                       | 2  |      |
| 6 Инфракрасная и Рамановская спектроскопия | ИК-спектроскопия (расчет концентрации протонов по линии поглощения ОН-групп)                                                | 2  | ПК-2 |
|                                            | Рамановская спектроскопия (расчет профиля показателя преломления)                                                           | 4  | ПК-2 |
|                                            | Итого                                                                                                                       | 6  |      |
| Итого за семестр                           |                                                                                                                             | 18 |      |
| Итого                                      |                                                                                                                             | 18 |      |

#### 5.4. Лабораторные занятия

Не предусмотрено учебным планом

#### 5.5. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено учебным планом

#### 5.6. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6. – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

| Названия разделов (тем) дисциплины              | Виды самостоятельной работы   | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции | Формы контроля  |
|-------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------|-------------------------|-----------------|
| <b>2 семестр</b>                                |                               |                 |                         |                 |
| 1 Взаимодействие электронного пучка с веществом | Подготовка к зачету с оценкой | 10              | ПК-2                    | Зачёт с оценкой |
|                                                 | Подготовка к тестированию     | 8               | ПК-2                    | Тестирование    |
|                                                 | Итого                         | 18              |                         |                 |
| 2 Сканирующая электронная микроскопия           | Подготовка к зачету с оценкой | 10              | ПК-2                    | Зачёт с оценкой |
|                                                 | Подготовка к тестированию     | 8               | ПК-2                    | Тестирование    |
|                                                 | Итого                         | 18              |                         |                 |
| 3 Рентгеноспектральный микроанализ              | Подготовка к зачету с оценкой | 10              | ПК-2                    | Зачёт с оценкой |
|                                                 | Подготовка к тестированию     | 8               | ПК-2                    | Тестирование    |
|                                                 | Итого                         | 18              |                         |                 |

|                                            |                               |     |      |                 |
|--------------------------------------------|-------------------------------|-----|------|-----------------|
| 4 Просвечивающая электронная микроскопия   | Подготовка к зачету с оценкой | 10  | ПК-2 | Зачёт с оценкой |
|                                            | Подготовка к тестированию     | 8   | ПК-2 | Тестирование    |
|                                            | Итого                         | 18  |      |                 |
| 5 Туннельная и атомно-силовая микроскопия  | Подготовка к зачету с оценкой | 10  | ПК-2 | Зачёт с оценкой |
|                                            | Подготовка к тестированию     | 8   | ПК-2 | Тестирование    |
|                                            | Итого                         | 18  |      |                 |
| 6 Инфракрасная и Рамановская спектроскопия | Подготовка к зачету с оценкой | 10  | ПК-2 | Зачёт с оценкой |
|                                            | Подготовка к тестированию     | 8   | ПК-2 | Тестирование    |
|                                            | Итого                         | 18  |      |                 |
| Итого за семестр                           |                               | 108 |      |                 |
| Итого                                      |                               | 108 |      |                 |

### 5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

| Формируемые компетенции | Виды учебной деятельности |            |           | Формы контроля                |
|-------------------------|---------------------------|------------|-----------|-------------------------------|
|                         | Лек. зан.                 | Прак. зан. | Сам. раб. |                               |
| ПК-2                    | +                         | +          | +         | Зачёт с оценкой, Тестирование |

## 6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

### 6.1. Балльные оценки для форм контроля

Балльные оценки для форм контроля представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Балльные оценки

| Формы контроля           | Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра | Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ | Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра | Всего за семестр |
|--------------------------|------------------------------------------------|---------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|------------------|
| <b>2 семестр</b>         |                                                |                                             |                                                           |                  |
| Зачёт с оценкой          | 15                                             | 15                                          | 20                                                        | 50               |
| Тестирование             | 15                                             | 15                                          | 20                                                        | 50               |
| Итого максимум за период | 30                                             | 30                                          | 40                                                        | 100              |
| Нарастающим итогом       | 30                                             | 60                                          | 100                                                       | 100              |

### 6.2. Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Пересчет баллов в оценки за текущий контроль представлен в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

| Баллы на дату текущего контроля                       | Оценка |
|-------------------------------------------------------|--------|
| ≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату ТК         | 5      |
| От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату ТК | 4      |

|                                                       |   |
|-------------------------------------------------------|---|
| От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату ТК | 3 |
| < 60% от максимальной суммы баллов на дату ТК         | 2 |

### 6.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

| Оценка                               | Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен | Оценка (ECTS)           |
|--------------------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------|
| 5 (отлично) (зачтено)                | 90 – 100                                                 | A (отлично)             |
| 4 (хорошо) (зачтено)                 | 85 – 89                                                  | B (очень хорошо)        |
|                                      | 75 – 84                                                  | C (хорошо)              |
|                                      | 70 – 74                                                  | D (удовлетворительно)   |
| 3 (удовлетворительно) (зачтено)      | 65 – 69                                                  | E (посредственно)       |
|                                      | 60 – 64                                                  |                         |
| 2 (неудовлетворительно) (не зачтено) | Ниже 60 баллов                                           | F (неудовлетворительно) |

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1. Основная литература

1. Маслов, М. М. Введение в физику наноструктур : учебное пособие / М. М. Маслов, Л. А. Опенев. — Москва : НИЯУ МИФИ, 2011. — 80 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/75903>.

### 7.2. Дополнительная литература

1. Илюшин, В. А. Наноматериалы : учебное пособие / В. А. Илюшин. — Новосибирск : НГТУ, 2019. — 114 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/152132>.

2. Плоmodityяло, Р. Л. Нанотехнологии. Получение, методы контроля и международная стандартизация наноматериалов : учебное пособие / Р. Л. Плоmodityяло. — Краснодар : КубГТУ, 2018. — 135 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/151171>.

### 7.3. Учебно-методические пособия

#### 7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Сошина, Т. О. Новые материалы и технологии. Практикум / Т. О. Сошина. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 112 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/333146>.

2. Организация самостоятельной работы: Учебно-методическое пособие / Д. О. Ноздреватых, Б. Ф. Ноздреватых - 2018. 23 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/7867>.

#### 7.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

**Для лиц с нарушениями зрения:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

**Для лиц с нарушениями слуха:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

**Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

#### **7.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к современным базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: <https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh>.

### **8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины**

#### **8.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий**

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с достаточным количеством посадочных мест для учебной группы, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются мультимедийное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

#### **8.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий**

Учебно-научная лаборатория промышленного дизайна: учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 224/1 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

Панель интерактивная LMP7502ELN Lumien 75EL 1 шт.

Монитор 27" 15 шт.

Системный блок 1 15 шт.

Комплект специализированной учебной мебели

- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

#### **8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы**

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 101 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 107 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 130 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду ТУСУРа.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

#### **8.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися с нарушениями слуха предусмотрено использование

звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями зрения** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

## 9. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

### 9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы, представленные в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

| Названия разделов (тем) дисциплины              | Формируемые компетенции | Формы контроля  | Оценочные материалы (ОМ)               |
|-------------------------------------------------|-------------------------|-----------------|----------------------------------------|
| 1 Взаимодействие электронного пучка с веществом | ПК-2                    | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
|                                                 |                         | Тестирование    | Примерный перечень тестовых заданий    |
| 2 Сканирующая электронная микроскопия           | ПК-2                    | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
|                                                 |                         | Тестирование    | Примерный перечень тестовых заданий    |
| 3 Рентгеноспектральный микроанализ              | ПК-2                    | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
|                                                 |                         | Тестирование    | Примерный перечень тестовых заданий    |
| 4 Просвечивающая электронная микроскопия        | ПК-2                    | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
|                                                 |                         | Тестирование    | Примерный перечень тестовых заданий    |
| 5 Туннельная и атомно-силовая микроскопия       | ПК-2                    | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
|                                                 |                         | Тестирование    | Примерный перечень тестовых заданий    |
| 6 Инфракрасная и Рамановская спектроскопия      | ПК-2                    | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
|                                                 |                         | Тестирование    | Примерный перечень тестовых заданий    |

Шкала оценки сформированности отдельных планируемых результатов обучения по дисциплине приведена в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

| Оценка                     | Баллы за ОМ                                | Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения |                                                             |                                                                      |
|----------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
|                            |                                            | знать                                                                               | уметь                                                       | владеть                                                              |
| 2<br>(неудовлетворительно) | < 60% от максимальной суммы баллов         | отсутствие знаний или фрагментарные знания                                          | отсутствие умений или частично освоенное умение             | отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков              |
| 3<br>(удовлетворительно)   | от 60% до 69% от максимальной суммы баллов | общие, но не структурированные знания                                               | в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение | в целом успешное, но не систематическое применение навыков           |
| 4 (хорошо)                 | от 70% до 89% от максимальной суммы баллов | сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания                             | в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение    | в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков |
| 5 (отлично)                | ≥ 90% от максимальной суммы баллов         | сформированные систематические знания                                               | сформированное умение                                       | успешное и систематическое применение навыков                        |

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

| Оценка                     | Формулировка требований к степени компетенции                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2<br>(неудовлетворительно) | Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале или<br>Знать на уровне <b>ориентирования</b> , представлений. Обучающийся знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения. |
| 3<br>(удовлетворительно)   | Знать и уметь на <b>репродуктивном</b> уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях.                                                                                                                                                                                           |
| 4 (хорошо)                 | Знать, уметь, владеть на <b>аналитическом</b> уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения.                                                                                                                                     |
| 5 (отлично)                | Знать, уметь, владеть на <b>системном</b> уровне. Обучающийся знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания дисциплины, его значимость в содержании дисциплины.                             |

#### 9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

1. Что происходит при взаимодействии электронного пучка с поверхностью образца?
  - а) Образуются только вторичные электроны
  - б) Происходит упругое и неупругое рассеяние электронов, генерация вторичных электронов, обратнорассеянных электронов и рентгеновского излучения
  - в) Электронный пучок полностью поглощается образцом без каких-либо излучений
  - г) Образуются только фотоны видимого диапазона
2. Какой сигнал в сканирующей электронной микроскопии чаще всего используется для получения изображения топографии поверхности?
  - а) Обратнорассеянные электроны
  - б) Вторичные электроны
  - в) Характеристическое рентгеновское излучение
  - г) Прошедшие электроны
3. Для чего применяется метод сканирующей электронной микроскопии?
  - а) Только для измерения химического состава газов
  - б) Для исследования морфологии поверхности, элементного анализа и контроля микро- и наноструктур
  - в) Исключительно для измерения температуры образца
  - г) Только для определения показателя преломления
4. На чём основан рентгеноспектральный микроанализ элементного состава?
  - а) На измерении массы атомов
  - б) На регистрации характеристического рентгеновского излучения, возникающего при взаимодействии электронного пучка с веществом
  - в) На измерении теплопроводности образца
  - г) На поглощении инфракрасного излучения
5. Какой тип изображения формируется в просвечивающем электронном микроскопе?
  - а) Изображение поверхности за счёт вторичных электронов
  - б) Изображение, формируемое за счёт электронов, прошедших через тонкий образец
  - в) Изображение, получаемое при отражении лазерного пучка
  - г) Акустическое изображение поверхности
6. На каком физическом явлении основана работа сканирующего туннельного микроскопа?
  - а) На дифракции рентгеновских лучей
  - б) На туннелировании электронов между проводящей поверхностью и остриём зонда
  - в) На поглощении инфракрасного излучения
  - г) На возбуждении акустических волн
7. Что регистрируется в атомно-силовой микроскопии для получения изображения поверхности?
  - а) Сила взаимодействия между зондом и поверхностью
  - б) Только интенсивность характеристического рентгеновского излучения
  - в) Масса исследуемых атомов
  - г) Температура плавления образца
8. Какое преимущество атомно-силовой микроскопии по сравнению со сканирующей туннельной микроскопией?
  - а) Может исследовать только металлические поверхности
  - б) Позволяет исследовать также диэлектрические и полупроводниковые поверхности
  - в) Работает только при сверхвысоком вакууме
  - г) Не требует зонда
9. Что позволяет определять инфракрасная спектроскопия?
  - а) Только морфологию поверхности
  - б) Колебательные режимы молекул и наличие функциональных групп, например ОН-групп
  - в) Атомную массу элементов
  - г) Кристаллическую структуру металлов
10. На каком явлении основана Рамановская спектроскопия?
  - а) На полном поглощении света образцом
  - б) На неупругом рассеянии фотонов с изменением их частоты
  - в) На испускании вторичных электронов
  - г) На туннельном токе между зондом и образцом

### 9.1.2. Перечень вопросов для зачета с оценкой

1. Физические основы электронной микроскопии и микроскопии
2. Методы локального элементного и структурного анализа
3. Сканирующая зондовая микроскопия в нанотехнологиях
4. Колебательная спектроскопия микро- и наноструктур
5. Системный подход к выбору методов исследования

### 9.2. Методические рекомендации

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

- чтение или просмотр материала осуществляйте со скоростью, достаточной для индивидуального понимания и освоения материала, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

- если в тексте встречаются незнакомые или малознакомые термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

- осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации, в т.ч. с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия, в т.ч. в форме вебинаров. Расписание вебинаров и записи вебинаров публикуются в электронном курсе / электронном журнале по дисциплине.

### 9.3. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 9.4.

Таблица 9.4 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

| Категории обучающихся                       | Виды дополнительных оценочных материалов                                                              | Формы контроля и оценки результатов обучения    |
|---------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| С нарушениями слуха                         | Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы                        | Преимущественно письменная проверка             |
| С нарушениями зрения                        | Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам                                                 | Преимущественно устная проверка (индивидуально) |
| С нарушениями опорно-двигательного аппарата | Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету | Преимущественно дистанционными методами         |

|                                                      |                                                                                                        |                                                                                                                    |
|------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| С ограничениями по<br>обще медицинским<br>показаниям | Тесты, письменные<br>самостоятельные работы, вопросы<br>к зачету, контрольные работы,<br>устные ответы | Преимущественно проверка<br>методами, определяющимися<br>исходя из состояния<br>обучающегося на момент<br>проверки |
|------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

#### **9.4. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

**Для лиц с нарушениями зрения:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

**Для лиц с нарушениями слуха:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

**Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ПИШ  
протокол № 3 от «21» 10 2025 г.

### СОГЛАСОВАНО:

| Должность                          | Инициалы, фамилия | Подпись                                                  |
|------------------------------------|-------------------|----------------------------------------------------------|
| Заведующий выпускающей каф. ПИШ    | А.С. Перин        | Согласовано,<br>a0f1668d-d020-4ff4-<br>9a8a-4ff4e15b36fe |
| Заведующий обеспечивающей каф. ПИШ | А.С. Перин        | Согласовано,<br>a0f1668d-d020-4ff4-<br>9a8a-4ff4e15b36fe |
| Начальник учебного управления      | Г.А. Цой          | Согласовано,<br>8a5745e4-63a0-4946-<br>bbb0-ce4977ac113e |

### ЭКСПЕРТЫ:

|                                                                                                                                            |                   |                                                          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|----------------------------------------------------------|
| Заместитель директора по образованию, каф.<br>Передовая инженерная школа "Электронное<br>приборостроение и системы связи" им. А.В. Кобзева | А.В. Жечева       | Согласовано,<br>10222954-0bcd-4026-<br>99f7-5b18919a1928 |
| Доцент, каф. Передовая инженерная школа<br>"Электронное приборостроение и системы связи" им.<br>А.В. Кобзева                               | В.Ю. Цибульникова | Согласовано,<br>bbc9013e-1509-4582-<br>b986-4eb4b832138c |

### РАЗРАБОТАНО:

|                                                                                                              |             |                                                          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------------------------------------------------|
| Доцент, каф. Передовая инженерная школа<br>"Электронное приборостроение и системы связи" им.<br>А.В. Кобзева | А.С. Перин  | Разработано,<br>a0f1668d-d020-4ff4-<br>9a8a-4ff4e15b36fe |
| Ассистент, каф. ТУ                                                                                           | Т.М. Акаева | Разработано,<br>aab4d872-53d6-43a4-<br>9e4d-38750c25c163 |