

## ПРИЛОЖЕНИЕ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ В.Ф. УТКИНА»

Кафедра «Микро- и нанoeлектроника»

### **ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

по дисциплине

**Б1.В.ДВ.06.01 « Неупорядоченные полупроводники»**

Направление подготовки

11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»

Направленность (профиль) подготовки

Микро- и нанoeлектроника

Уровень подготовки

Академический бакалавриат

Квалификация выпускника – бакалавр

Формы обучения – очная

Рязань 2025 г.

**Оценочные материалы** – это совокупность учебно-методических материалов (контрольных заданий, описаний форм и процедур), предназначенных для оценки качества освоения обучающимися данной дисциплины как части основной профессиональной образовательной программы.

**Цель** – оценить соответствие знаний, умений и уровня приобретенных компетенций, обучающихся целям и требованиям основной профессиональной образовательной программы в ходе проведения текущего контроля и промежуточной аттестации.

**Основная задача** – обеспечить оценку уровня общепрофессиональных и профессиональных компетенций, приобретаемых обучающимися в соответствии с этими требованиями.

ПК-1.1 - проводит моделирование и исследования функциональных, статических, динамических, временных, частотных характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения;

ПК-2.1 - анализирует научные данные, результаты экспериментов и наблюдений;

ПК-3.1 - разрабатывает технологические процессы изготовления устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения на основе базовых технологических процессов;

ПК-3.2 - проводит анализ технических требований, предъявляемых к изделиям электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения.

**Контроль знаний** проводится в форме текущего контроля и промежуточной аттестации.

Текущий контроль успеваемости проводится с целью определения степени усвоения учебного материала, своевременного выявления и устранения недостатков в подготовке обучающихся и принятия необходимых мер по совершенствованию методики преподавания учебной дисциплины (модуля), организации работы обучающихся в ходе учебных занятий и оказания им индивидуальной помощи.

К контролю текущей успеваемости относятся проверка знаний, умений и навыков, приобретенных обучающимися в ходе выполнения индивидуальных заданий на практических занятиях и самостоятельных работах. При оценивании результатов освоения практических занятий и самостоятельной работы применяется шкала оценки «зачтено – не зачтено». Количество практических работ и их тематика определена рабочей программой дисциплины, утвержденной заведующим кафедрой. Результат выполнения каждого индивидуального задания должен соответствовать всем критериям оценки в соответствии с компетенциями, установленными для заданного раздела дисциплины.

Промежуточный контроль по дисциплине осуществляется проведением теоретического зачета. Форма проведения зачета – устный ответ по утвержденным экзаменационным билетам, сформулированным с учетом содержания учебной дисциплины. В экзаменационный билет включается два теоретических вопроса. В процессе подготовки к устному ответу экзаменуемый должен составить в письменном виде план ответа, включающий в себя определения, выводы формул, рисунки, схемы и т.п.

#### **Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине (модулю)**

| №<br>п<br>/<br>п | Контролируемые разделы (темы)<br>дисциплины                                       | Код контролируемой<br>компетенции<br>(или её части) | Вид, метод, форма<br>оценочного<br>мероприятия |
|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| 1                | 2                                                                                 | 3                                                   | 4                                              |
| 1                | Введение                                                                          | ПК-1.1, ПК-2.1                                      | зачет                                          |
| 2                | Микроскопические и термодинамические аспекты классификации неупорядоченных систем | ПК-1.1, ПК-2.1                                      | практические занятия, зачет                    |

|   |                                                                                                    |                                |                             |
|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| 3 | Атомная структура неупорядоченных систем                                                           | ПК-1.1, ПК-2.1, ПК-3.1, ПК-3.2 | практические занятия, зачет |
| 4 | Электронные состояния, оптические свойства и транспорт носителей в неупорядоченных полупроводниках | ПК-1.1, ПК-2.1, ПК-3.1, ПК-3.2 | практические занятия, зачет |
| 5 | Технологические методы получения неупорядоченных полупроводников                                   | ПК-1.1, ПК-2.1, ПК-3.1, ПК-3.2 | практические занятия, зачет |
| 6 | Способы управления свойствами неупорядоченных полупроводников                                      | ПК-1.1, ПК-2.1, ПК-3.1, ПК-3.2 | практические занятия, зачет |
| 7 | Контактные и поверхностные явления в структурах на основе неупорядоченных полупроводников          | ПК-1.1, ПК-2.1, ПК-3.1, ПК-3.2 | практические занятия, зачет |
| 8 | Приборы и устройства на основе неупорядоченных полупроводников                                     | ПК-1.1, ПК-2.1, ПК-3.1, ПК-3.2 | практические занятия, зачет |

### **Формы текущего контроля**

Текущий контроль по дисциплине «Неупорядоченные полупроводники» проводится в виде экспресс – опросов и заданий по отдельным темам дисциплины, проверки заданий, выполняемых самостоятельно и на практических занятиях. Учебные пособия по дисциплине «Неупорядоченные полупроводники», рекомендуемые для самостоятельной работы обучающихся, содержат необходимый теоретический материал и вопросы по каждому из разделов дисциплины. Результаты ответов на вопросы тестовых заданий контролируются преподавателем.

### **Формы промежуточного контроля**

Формой промежуточного контроля по дисциплине является теоретический зачет. К зачету допускаются обучающиеся, полностью выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом и настоящей программой. Форма проведения зачета – устный ответ, по утвержденным экзаменационным билетам, сформулированным с учетом содержания учебной дисциплины.

### **Критерии оценки компетенций обучающихся и шкалы оценивания**

Формирование у обучающихся во время обучения в семестре указанных выше компетенций на этапах лабораторных занятий, а также самостоятельной работы оценивается по критериям шкалы оценок: «зачтено» – «не зачтено». Освоение материала дисциплины и контролируемых компетенций обучающегося служит основанием для допуска обучающегося к этапу промежуточной аттестации – теоретическому зачету.

Целью проведения промежуточной аттестации (зачета) является проверка общепрофессиональных и профессиональных компетенций, приобретенных студентом при изучении дисциплины «Неупорядоченные полупроводники».

Уровень теоретической подготовки определяется составом приобретенных компетенций, усвоенных им теоретических знаний и методов, а также умением осознанно, эффективно использовать их при решении задач целенаправленного применения некристаллических, неупорядоченных материалов для изделий современной электроники.

Теоретический зачет организуется и осуществляется, как правило, в форме собеседования. Средством, определяющим содержание собеседования студента с экзаменатором, являются экзаменационный билет, содержание которого определяется ОПОП и Рабочей программой. Экзаменационный билет включает в себя, как правило, два вопроса, один из которых относится к указанным выше теоретическим разделам дисциплины и один – практическому применению неупорядоченных полупроводников в электронной технике.

Оценке на заключительной стадии теоретического зачета подвергаются устные ответы экзаменуемого на вопросы экзаменационного билета, а также дополнительные вопросы экзаменатора по критериям шкалы оценок: «зачтено» – «не зачтено».

Применяются следующие критерии оценивания компетенций (результатов):

- уровень усвоения материала, предусмотренного программой;
- умение анализировать материал, устанавливать причинно-следственные связи;
- полнота, аргументированность, убежденность ответов на вопросы;
- качество ответа (общая композиция, логичность, убежденность, общая эрудиция);
- использование дополнительной литературы при подготовке к этапу промежуточной аттестации.

К оценке уровня знаний и практических умений и навыков рекомендуется предъявлять следующие общие требования.

Оценка **«Зачтено»** выставляется обучающемуся, который показывает полные или достаточно полные и твердые знания программного материала дисциплины, правильное понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых явлений (процессов); правильно, аргументировано отвечает на все вопросы, с приведением примеров; владеет приемами рассуждения и сопоставляет материал из разных источников: теорию связывает с практикой, другими темами данной дисциплины, других изучаемых предметов; делает несущественные ошибки в ответах на дополнительные вопросы.

Дополнительным условием получения оценки «зачтено» могут стать хорошие успехи при выполнении самостоятельной работы, систематическая активная работа на практических занятиях.

Оценка **«Не зачтено»** выставляется обучающемуся, который демонстрирует отсутствие знаний значительной части программного материала дисциплины (не справился с 50% вопросов и заданий при ответе на вопросы билета), в ответах на дополнительные вопросы допускает существенные и грубые ошибки. Целостного представления о взаимосвязях элементов дисциплины «Неупорядоченные полупроводники» и использования предметной терминологии у обучающегося нет.

### **Типовые контрольные темы практических занятий и вопросы по дисциплине «Неупорядоченные полупроводники»**

#### **Примерные темы практических занятий**

| <b>№</b> | <b>Наименование темы</b>                                                                                                     |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1        | Микроскопические и термодинамические аспекты классификации неупорядоченных систем. Атомная структура неупорядоченных систем. |
| 2        | Особенности атомной структуры неупорядоченных систем                                                                         |
| 3        | Электронные состояния, оптические свойства и транспорт носителей в неупорядоченных полупроводниках                           |
| 4        | Технологические методы получения объемных и пленочных неупорядоченных полупроводников                                        |
| 5        | Особенности управления свойствами неупорядоченных полупроводников                                                            |
| 6        | Контактные и поверхностные явления в структурах на основе неупорядоченных полупроводников                                    |
| 7        | Электронные приборы и устройства на основе неупорядоченных полупроводников                                                   |
| 8        | Оптоэлектронные приборы и устройства на основе неупорядоченных полупроводников                                               |

#### **Вопросы к теоретическому зачету**

##### **Тема 1 «Введение**

|                                                                                                                    |                                                                                                                      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.1                                                                                                                | История развития физики неупорядоченных полупроводников в России и за рубежом                                        |
| 1.2                                                                                                                | Определение и критерии неупорядоченного материала.                                                                   |
| <b>Тема 2 «Микроскопические и термодинамические аспекты классификации неупорядоченных систем»</b>                  |                                                                                                                      |
| 2.1                                                                                                                | Виды неупорядоченных систем. Случайные и неслучайные отклонения в потенциальной энергии носителей                    |
| 2.2                                                                                                                | Способы классификации неупорядоченных систем                                                                         |
| 2.3                                                                                                                | Термодинамические уровни описания стабильности                                                                       |
| 2.4                                                                                                                | Классификация метастабильных состояний                                                                               |
| 2.5                                                                                                                | Аморфные и стеклообразные состояния                                                                                  |
| <b>Тема 3 «Атомная структура неупорядоченных систем»</b>                                                           |                                                                                                                      |
| 3.1                                                                                                                | Понятие ближнего, среднего и дальнего порядка в расположении атомов                                                  |
| 3.2                                                                                                                | Микрористаллическая модель строения некристаллического материала.                                                    |
| 3.3                                                                                                                | Модель аморфной сетки                                                                                                |
| 3.4                                                                                                                | Методы исследования структуры неупорядоченных полупроводников                                                        |
| <b>Тема 4 «Электронные состояния, оптические свойства и транспорт носителей в неупорядоченных полупроводниках»</b> |                                                                                                                      |
| 4.1                                                                                                                | Локализованные электронные состояния                                                                                 |
| 4.2                                                                                                                | Особенности структуры и модели энергетических зон в неупорядоченных полупроводниках                                  |
| 4.3                                                                                                                | Собственные свойства неупорядоченных полупроводников различных классов                                               |
| 4.4                                                                                                                | Электрофизические свойства неупорядоченных полупроводников. Механизмы электропроводности                             |
| 4.5                                                                                                                | Электрофизические свойства неупорядоченных полупроводников. ТермоЭДС и коэффициент Холла.                            |
| 4.6                                                                                                                | Край поглощения и фотопроводимость в неупорядоченных полупроводниках                                                 |
| <b>Тема 5 «Технологические методы получения неупорядоченных полупроводников»</b>                                   |                                                                                                                      |
| 5.1                                                                                                                | Анализ существующих методов получения аморфных слоев сложного состава                                                |
| 5.2                                                                                                                | Применение лазерного излучения и плазменных ускорителей для получения аморфных пленок                                |
| 5.3                                                                                                                | Амортизация кристаллических тел путем воздействия высокоэнергетических излучений                                     |
| 5.4                                                                                                                | Технологические особенности получения стекловидных пленок из ХСП                                                     |
| 5.5                                                                                                                | Технологические особенности получения аморфных пленок их ХСП                                                         |
| 5.6                                                                                                                | Получение аморфных твердых материалов из растворов. Стекла, полученные гомогенным осаждением гелей. Аморфные металлы |
| 5.7                                                                                                                | Синтез стеклообразных полупроводников                                                                                |
| 5.8                                                                                                                | Синтез $\alpha$ -Si:H методом тлеющего разряда                                                                       |
| 5.9                                                                                                                | Химическое осаждение из газовой фазы                                                                                 |
| 5.10                                                                                                               | Другие методы осаждения пленок $\alpha$ -Si:H                                                                        |
| <b>Тема 6 «Способы управления свойствами неупорядоченных полупроводников»</b>                                      |                                                                                                                      |
| 6.1                                                                                                                | Фотоиндуцированное изменение свойств стеклообразных полупроводников                                                  |
| 6.2                                                                                                                | Введение добавок в процессе синтеза неупорядоченных материалов                                                       |
| 6.3                                                                                                                | Влияние легирования на структуру и содержание водорода в $\alpha$ -Si:H                                              |
| 6.4                                                                                                                | Влияние легирования на проводимость и оптического поглощения в $\alpha$ -Si:H                                        |
| 6.5                                                                                                                | Метастабильные процессы в $\alpha$ -Si:H и проблемы управления их свойствами                                         |
| 6.6                                                                                                                | Инверсия знака основных носителей заряда в халькогенидных стеклообразных полупроводниках                             |
| 6.7                                                                                                                | Модификация аморфных пленок                                                                                          |
| 6.8                                                                                                                | Легирование расплавов                                                                                                |
| 6.9                                                                                                                | Структурная модификация свойств неупорядоченных полупроводников                                                      |

|                                                                                                           |                                                                                                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Тема 7 «Контактные и поверхностные явления в структурах на основе неупорядоченных полупроводников»</b> |                                                                                                                 |
| 7.1                                                                                                       | Потенциальные барьеры в неупорядоченных полупроводниках                                                         |
| 7.2                                                                                                       | Размерные ограничения в барьерных структурах на неупорядоченных полупроводниках                                 |
| 7.3                                                                                                       | Особенности токопрохождения в барьерных слоях на неупорядоченных полупроводниках                                |
| 7.4                                                                                                       | Электрофизические характеристики потенциальных барьеров на неупорядоченных полупроводниках                      |
| 7.5                                                                                                       | Основные методы исследования барьеров на неупорядоченных полупроводниках                                        |
| <b>Тема 8 «Приборы и устройства на основе неупорядоченных полупроводников»</b>                            |                                                                                                                 |
| 8.1                                                                                                       | Эффект переключения в неупорядоченных полупроводниках                                                           |
| 8.2                                                                                                       | Эффект памяти в неупорядоченных полупроводниках (вид статических и импульсных ВАХ, структурно-фазовые переходы) |
| 8.3                                                                                                       | ВАХ для образца полупроводника, в котором формируется шнур тока                                                 |
| 8.4                                                                                                       | Конструкторско-технологические особенности создания переключающих элементов                                     |
| 8.5                                                                                                       | Конструкция трехуровневого пленочного элемента памяти                                                           |
| 8.6                                                                                                       | Классификация систем оптической записи информации                                                               |
| 8.7                                                                                                       | Особенности фотостимулированных изменений скорости растворения пленок ХСП                                       |
| 8.8                                                                                                       | Схема электрофотографического процесса                                                                          |
| 8.9                                                                                                       | Фотоэлектрические преобразователи на основе $\alpha$ -Si:H                                                      |
| 8.10                                                                                                      | Тонкопленочные транзисторы на основе $\alpha$ -Si:H                                                             |
| 8.11                                                                                                      | Фотоэлектрические преобразователи на основе $\alpha$ -Si:H                                                      |
| 8.12                                                                                                      | Конструкции солнечных элементов на основе $\alpha$ -Si:H                                                        |
| <b>Тема 9 «Заключение»</b>                                                                                |                                                                                                                 |
| 9.1                                                                                                       | Перспективы развитие электроники на неупорядоченных материалах                                                  |

Составил  
к.т.н., доцент кафедры микро- и наноэлектроники

Вишняков Н.В.

Зав. кафедрой микро- и наноэлектроники  
д.ф.-м.н., доцент

Литвинов В.Г.