

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Физический факультет

УТВЕРЖДЕНО:  
Декан физического факультета  
С.Н. Филимонов

Оценочные материалы по дисциплине

**Дефекты в твердых телах**

по направлению подготовки

**03.03.02 Физика**

Направленность (профиль) подготовки:  
**Фундаментальная и прикладная физика**

Форма обучения

**Очная**

Квалификация

**Бакалавр**

Год приема

**2025**

СОГЛАСОВАНО:  
Руководитель ОП  
С.Н. Филимонов

Председатель УМК  
О.М. Сюсина

Томск – 2025

## **1. Компетенции и индикаторы их достижения, проверяемые данными оценочными материалами**

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

– ОПК-2 Способен проводить научные исследования физических объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные;

– ПК-1 Способен проводить научные исследования в выбранной области с использованием современных экспериментальных и теоретических методов, а также информационных технологий.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

– ИОПК 2.2 Анализирует и интерпретирует экспериментальные и теоретические данные, полученные в ходе научного исследования, обобщает полученные результаты, формулирует научно обоснованные выводы по результатам исследования.

– ИПК 1.1 Собирает и анализирует научно-техническую информацию по теме исследования, обобщает научные данные в соответствии с задачами исследования.

## **2. Оценочные материалы текущего контроля и критерии оценивания**

Элементы текущего контроля:

- тесты;
- контрольная работа.

Тест (ИОПК-2.2.)

1. Какие из нижеперечисленных дефектов кристаллической структуры относятся к точечным:
  - а) дислокации
  - б) дисклинации
  - в) дефект упаковки
  - г) пара Френкеля
2. Какие процессы в чистых металлах, обусловлены образованием и миграцией вакансий:
  - а) диффузия
  - б) упругий отклик
  - в) акустическая эмиссия
  - г) упругое и магнитное последствие

Ключи: 1 г), 2 а).

Критерии оценивания: тест считается пройденным, если доля правильных ответов обучающегося составляет более 60 процентов.

Контрольная работа (ИПК-1.1)

Контрольная работа состоит из одного теоретического вопроса и двух дополнительных задач.

Пример теоретического вопроса:

1. Объяснение явления упругого последствия в кристаллах с межузельными атомами.

Примеры дополнительных задач:

Задача 1

Вывод уравнения диффузии.

Задача 2

Вывод соотношения для оценки конфигурационной энтропии.

Ответы:

Задача 1. Первое уравнение Фика нужно подставить во второе уравнение Фика и получается уравнение диффузии.

Задача 2. Равновесная концентрация бивакансий пропорциональна квадрату равновесной концентрации одиночных вакансий.

Критерии оценивания:

Результаты контрольной работы определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Оценка «отлично» выставляется, если дан правильный ответ на теоретический вопрос и обе задачи решены без ошибок.

Оценка «хорошо» выставляется, если дан неполный правильный ответ на теоретический вопрос и обе задачи решены без ошибок.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если дан неправильный ответ на теоретический вопрос, но при этом обе задачи решены без ошибок.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если дан неправильный ответ на теоретический вопрос и обе задачи решены с ошибкой.

### **3. Оценочные материалы итогового контроля (промежуточной аттестации) и критерии оценивания**

Экзаменационный билет состоит из двух частей.

Первая часть содержит два теоретических вопроса, проверяющих ИОПК-2.2. Ответы на вопросы первой части даются в развернутой форме.

Вторая часть содержит 3 вопроса, проверяющих ИПК-1.1 и оформленные в виде практических задач. Ответы на вопросы второй части предполагают решение задач (вывод аналитических выражений) и краткую интерпретацию полученных результатов.

Перечень теоретических вопросов (ИОПК-2.2):

1. Вопрос 1. Особенности кинетики отжига вакансий с образованием переменных стоков.
2. Вопрос 2. Закалка вакансий. Влияние скорости закалки и плотности стоков.

Примеры дополнительных задач (ИПК-1.1):

Задача 1

Теоретический способ оценки энергии образования дефекта.

Задача 2

Определение размерности дефекта кристаллической решетки.

Задача 3

Вывод соотношения для оценки конфигурационной энтропии.

Ответы:

Задача 1. С использованием межатомного потенциала рассчитывается разность энергий кристалла с дефектом и бездефектного кристалла тех же размеров.

Задача 2. Размерность дефекта определяется протяженностью области искажений, вызванных данным дефектом в каждом из трех измерений.

Задача 3. Соотношение для оценки конфигурационной энтропии находится из комбинаторики как число возможных сочетаний из  $n$  (числа вакансий) по  $N$  (общее число узлов кристалла).

Критерии оценивания:

Результаты контрольной работы определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Оценка «отлично» выставляется, если даны правильные ответы на все теоретические вопросы и все задачи решены без ошибок.

Оценка «хорошо» выставляется, если даны неполные правильные ответы на все теоретические вопросы и все задачи решены без ошибок.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если дан правильный ответ на один из двух теоретических вопросов, но при этом все задачи решены без ошибок, либо даны правильные ответы на все теоретические вопросы и две из трех задач решены с ошибкой.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если даны неправильные ответы на оба теоретических вопроса и две из трех, либо все три задачи решены с ошибкой.

#### **4. Оценочные материалы для проверки остаточных знаний (сформированности компетенций)**

Тест

1. Какие из нижеперечисленных дефектов кристаллической структуры относятся к точечным (ИОПК-2.2.):
  - д) дислокации
  - е) дисклинации
  - ж) дефект упаковки
  - з) пара Френкеля
2. Какие процессы в чистых металлах, обусловлены образованием и миграцией вакансий (ИПК-1.1):
  - д) диффузия
  - е) упругий отклик
  - ж) акустическая эмиссия
  - з) упругое и магнитное последствие

Ключи: 1 г), 2 а).

Задачи

Задача 1 (ИПК-1.1)

Вывод уравнения диффузии.

Задача 2 (ИОПК-2.2.)

Вывод соотношения для оценки конфигурационной энтропии.

Ответы:

Задача 1. Первое уравнение Фика нужно подставить во второе уравнение Фика и получается уравнение диффузии.

Задача 2. Равновесная концентрация бивакансий пропорциональна квадрату равновесной концентрации одиночных вакансий.

Теоретические вопросы:

1. Объяснение явления упругого последствия в кристаллах с межузельными атомами (ИПК-1.1).

Ответ должен содержать объяснение явления упругого последствия, наблюдаемого в облученных кристаллах с большим количеством межузельных атомов.

2. Объяснение эффекта Киркендалла (ИПК-1.1).

Ответ должен содержать объяснение эффекта изменения положения границы раздела двух сред А и В при отличающихся коэффициентах диффузии из А в В и наоборот.

### **Информация о разработчике**

Дмитриев Андрей Иванович, доктор физико-математических наук, доцент,  
профессор кафедры физики металлов ФФ НИ ТГУ