

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

**Теория дислокаций**

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:

– контрольная работа;

Контрольная работа (ИОПК 2.2, ИПК 1.1).

Контрольная работа состоит из двух задач.

Пример задачи:

1. Рассчитать реакцию двух дислокаций с векторами Бюргерса  $\vec{b}_1 = \overline{C\alpha}$  и  $\vec{b}_2 = \frac{a}{6} [1\bar{2}\bar{1}]$ . Выполняется ли в данной реакции принцип Франка стабильности дислокаций?

Ответ: Образуется дислокация с вектором Бюргерса  $\frac{a}{3} [00\bar{1}]$ . В данной реакции принцип Франка выполняется.

Критерии оценивания:

Результаты контрольной работы определяются по балльной системе. Максимальное число баллов – 50. Максимальный балл выставляется, если студент предъявляет правильные письменные решения двух задач, то есть для каждой задачи способен обосновать метод решения, понимает используемые термины и формулы и получил правильный ответ. Баллы снижаются, если произведена алгебраическая ошибка (-5 баллов), задача решена частично (-10 баллов).

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

Экзамен в седьмом семестре проводится в письменной форме по билетам. Продолжительность экзамена 1,5 часа.

Экзаменационный билет включает 2 вопроса из списка контрольных вопросов по курсу, проверяющих сформированность компетенции ПК-1 и ОПК-1 в соответствии с индикаторами ИПК-1.1 и ИОПК-2.2 соответственно. Ответы даются в развернутой форме.

Пример экзаменационного билета:

### БИЛЕТ № 1

Вопрос 1. Анализ сверхдислокаций в  $L1_2$  сверхструктуре по Марсинковскому. Структура Сверхдислокации в ГЦК решетке.

Вопрос 2. Скалярная и тензорная плотность дислокаций. Кривизна-кручение кристаллической решетки.

Дополнительные и/или уточняющие вопросы по основным темам и содержанию курса, позволяющие оценить уровень освоения всей программы. Ответ на уровне формулировки основных определений и/или краткого изложения физики явления и соответствующих представлений.

Пример дополнительного вопроса:

Вопрос 1. Дать определение скалярной и тензорной плотности дислокаций.

Вопрос 2. Треугольник Томпсона.

Вопрос 3. Характерные дислокации в кристаллах.

Вопрос 4. Общее определение дислокации.

Перечень вопросов, выносимых на экзамен.

1. Структура малоугловой симметричной границы. Связь между плотностью дислокаций и углом разориентации.

2. Зависимость энергии антифазной границы в свердислокации в сверхструктуре  $L1_2$ .

3. Диссоциация дислокации в О.Ц.К. решетке на плоскости (112).

4. Скалярная и тензорная плотность дислокаций. Кривизна-кручение кристаллической решетки.

5. Структура тройного узла дислокаций, расположенных в одной плоскости (111) Г.Ц.К. кристалла.

6. Удельная энергия дефекта упаковки. Оценка равновесной ширины растянутой дислокации в Г.Ц.К. решетке.

7. Двухстороннее плоское скольжение дислокаций в модели их непрерывного распределения.

8. Треугольник Томпсона. Анализ образования барьеров Хирта  $a/3 \langle 100 \rangle$  при скольжении по плоскостям (111).

9. Двухсторонний дислокационный источник Франка-Рида. Критическое напряжение работы источника.

10. Понятие дислокации Пайерлса. Уравнение для функции смещения в этой дислокации.

11. Одностороннее плоское скопление в модели непрерывного распределения дислокаций.

12. Дислокация в поле внешних напряжений. Сила, действующая на дислокацию.

13. Уступы на винтовых дислокациях. Генерация точечных дефектов движущимися уступами.

14. Уравнение равновесия твердого тела с винтовой дислокацией. Поле смещений винтовой дислокацией.

15. Характерные дислокации в кристаллах. Единичные и кратные дислокации. Дислокационные реакции.

16. Упругая энергия винтовой дислокации. Условия на поверхности.

17. Упругое взаимодействие краевых дислокаций.

18. Общее определение дислокации. Геометрические свойства дислокаций.

19. Энергия взаимодействия краевых дислокаций. Полная энергия дислокационного диполя.

20. Оценка (расчет) колебательной энтропии краевой дислокации в модели Эйнштейна (модель  $N$  осцилляторов).

21. Пересечение дислокаций. Образование уступов, перегибов и рекомбинированных сегментов дислокаций при пересечении.

Критерии оценивания:

Итоговая оценка по дисциплине складывается из суммы баллов, полученных по итогам текущего контроля и промежуточной аттестации.

Текущий контроль включает:

- контроль посещаемости – максимум 10 баллов;
- результаты контрольной работы – максимум 50 баллов.

Промежуточная аттестация подразумевает проведение теоретического экзамена в устной форме, который предусматривает дифференцированное оценивание ответа (0-40 баллов). К зачету допускаются только студенты, успешно прошедшие текущую аттестацию и выполнившие все практические задания. Каждый билет состоит из двух теоретических вопросов.

Результаты экзамена определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Экзаменационная оценка определяется исходя из результатов экзамена и текущей аттестации в течение семестра и согласуется с принятым соответствием с 5-ти балльной шкалой оценивания: 100-86 – «отлично»; 85-66 – «хорошо»; 65-50 – «удовлетворительно», менее 50 – «неудовлетворительно».

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

Теоретические вопросы (ИОПК 2.2, ИПК 1.1):

1. Общее определение дислокации. Геометрические свойства дислокаций.
2. Характерные дислокации в кристаллах. Единичные и кратные дислокации. Дислокационные реакции.
3. Дислокации в ГЦК решётке.
4. Удельная энергия дефекта упаковки. Оценка равновесной ширины растянутой дислокации в ГЦК решётке.
5. Дислокации в ОЦК решётке.
6. Поля напряжений дислокаций в модели упругоизотропного твёрдого тела.
7. Дислокация в поле внешних напряжений.
8. Силы упругого взаимодействия дислокаций.
9. Источник Франка-Рида. Скопление дислокаций.
10. Пересечение дислокаций. Образование уступов, перегибов и рекомбинированных сегментов дислокации.
11. Дислокации в сверхструктурах.

#### **Информация о разработчиках**

Никонов Антон Юрьевич, кандидат физико-математических наук, кафедра физики металлов физического факультета ТГУ, доцент.