

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

**Кристаллофизика**

по направлению подготовки

**03.04.02 – Физика**

Направленность (профиль) подготовки  
«Фундаментальная и прикладная физика»

Форма обучения  
**Очная**

Квалификация  
**Магистр**

Год приема  
**2025**

СОГЛАСОВАНО:  
Руководитель ОП  
О.Н. Чайковская

Председатель УМК  
О.М. Сюсина

Томск–2025

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

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПК-1 Способен самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего российского и зарубежного опыта

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИПК-1.1. Знает основные стратегии исследований в выбранной области физики, критерии эффективности, ограничения применимости

ИПК-1.2. Умеет выделять и систематизировать основные цели исследований в выбранной области физики, извлекать информацию из различных источников, включая периодическую печать и электронные коммуникации, представлять её в понятном виде и эффективно использовать.

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

Элементы текущего контроля:

- проверка посещаемости;
- ответы на контрольные вопросы.

Примеры контрольных вопросов: (ИПК-1):

1. Какие макросвойства не могут наблюдаться в центросимметричных кристаллах ?
2. В кристаллах с какой симметрией могут наблюдаться векторные свойства ?
3. Сколько образцов моноклинного кристалла надо использовать, чтобы определить все элементы тензора диэлектрической проницаемости ?
4. Почему для определения вида матрицы тензора достаточно учесть влияние только генераторов групп ?
5. Почему тензор коэффициентов жесткости в гексагональных кристаллах обладает симметрией предельной группы  $D_{\infty h}$ ?
6. Сравните пирозэффект в свободных и зажатых кристаллах.
7. В чем смысл термодинамических неравенств ?
8. В кристаллах с какой симметрией разрешен электрооптический эффект ?
9. Приведите пример фигуры, обладающей симметрией черно-белого магнитного класса  $2/m'$ .
10. В каких кристаллах разрешен пиромагнитный эффект ?

Критерии оценивания:

Положительный результат текущего контроля по дисциплине (контрольная точка) предполагает посещаемость более половины лекций и правильные ответы на контрольные вопросы.

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

Примеры билетов по теоретическому зачету (ПК-1, ИПК-1, ИПК-2):

*Билет №1.* 1. Пирозлектричество, симметрия пирозэффекта. 2. Уравнения совместности Сен-Венана.

*Билет №2.* 1. Тензор напряжений, внутренняя симметрия. 2. Пьезоэффект в кварце.

*Билет №3.* 1. Простые напряженные состояния, модуль Юнга, коэффициент Пуассона.  
2. Кристаллооптика, оптическая индикатриса.

*Билет №4.* 1. Магнитные кристаллические классы. 2. Симметрия тензоров жесткости и податливости.

*Билет №5.* 1. Пьезомагнитный эффект. 2. Уравнения эластодинамики и эластостатики.

Критерии оценивания:

Результаты зачета определяются оценками «зачтено» и «не зачтено».

Оценка «зачтено» ставится, если студент уверенно ответил на вопросы по билету и на дополнительные вопросы по курсу. Оценка «не зачтено», если студент не знает большей части основного содержания дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий дисциплины.

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

Примеры контрольных вопросов

Вопрос 1 (ИПК-1.1, ИПК-1.2)

Кристалл симметрии  $\bar{3}m$  поместили в однородное магнитное поле. Найти симметрию системы (кристалл + магнитное поле), если вектор индукции магнитного поля направлен вдоль кристаллографической оси: а) Oх; б) Oу; в) Oz.

Ответ. Ответ: а) и б)  $2/m$ ; в)  $\bar{3}$

Вопрос 2 (ИПК-1.2)

Определите линейную сжимаемость кубических кристаллов.

Ответ.  $\beta = S_{11} + 2S_{12}$ .

Вопрос 3 (ИПК-1.2).

В каком направлении  $\alpha$ -кварца поляризация не возникает при любых напряжениях?

Ответ. В направлении [001].

Вопрос 4 (ИПК-1.1)

Получите формулу для относительного изменения объема кубического кристалла при одноосном напряжении.

Ответ.  $\Delta V/V = \sigma(S_{11} + 2S_{12})$

т.т.

Вопрос 5 (ИПК-1.1, ИПК-1.2)

Определите магнитную индукцию в диоксиде урана  $UO_2$  (магнитный класс  $m\bar{3}$ ,  $b_{14} = 1.3 \cdot 10^{-8} \text{ Тл} \cdot \text{м}^2/\text{н}$ ) при механическом напряжении  $10 \text{ МПа}$ .

Ответ.  $B_1 = b_{14}\sigma_4$ ,  $B_2 = b_{14}\sigma_5$ ,  $B_3 = b_{14}\sigma_6$ . Под действием сдвигового напряжения вокруг оси  $x$  ( $\sigma_4 = 10 \text{ МПа}$ ) возникает магнитное поле с вектором магнитной индукции, направленном вдоль этой оси  $B_1 = 0.13 \text{ Тл}$ . Сдвиговые напряжения вокруг осей  $y$  и  $z$  вызывают такую же по величине магнитную индукцию вдоль этих осей.

#### **Информация о разработчиках**

Гриняев Сергей Николаевич, доктор физ.-мат. наук, ТГУ, кафедра физики полупроводников, доцент.