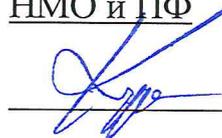


Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Кузько Андрей Евгеньевич  
Должность: Заведующий кафедрой  
Дата подписания: 09.09.2022 15:56:12  
Уникальный программный ключ:  
72581f52caba063db3331b3cc54ec107395c8caf

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Юго-Западный государственный университет

УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий кафедрой  
НМО и ПФ

 Кузько А.Е.

«16» февраля 2022 г.

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА  
для текущего контроля успеваемости  
и промежуточной аттестации обучающихся  
по дисциплине

Рентгеноструктурный анализ наноматериалов  
(наименование дисциплины)

28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника  
(код и наименование ОПОП ВО)

Курск – 2022

# **1 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ**

## ***1.1 ВОПРОСЫ ДЛЯ УСТНОГО ОПРОСА***

Тема 1. Физика рентгеновских лучей

1. История открытия рентгеновского излучения.
2. Развития рентгеноструктурного анализа как самостоятельного направления анализа наноматериалов.
3. Характеристики рентгеновского излучения.

Тема 2. Спектры рентгеновских лучей

1. Сплошной (белый) и характеристический спектры рентгеновского излучения.
2. Природа и способ получения сплошного (белого) рентгеновского излучения.
3. Природа и способ получения характеристического рентгеновского излучения.

Тема 3. Поглощение рентгеновских лучей

1. Закон поглощения рентгеновского излучения.
2. Край поглощения.
3. Зависимость поглощения от длины волны и типа атомов поглощающей среды.

Тема 4. Рентгеновские трубки. Устройство дифрактометра.

1. Рентгеновская трубка: устройство, принцип работы.
2. Устройство рентгеновского дифрактометра.

Тема 5. Геометрия съемки. Устройство гониометра.

1. Геометрия съемки Брегга-Брентано.
2. Геометрия съемки Дебая-Шерера.
3. Гониометр: назначение и устройство.

Тема 6. Уравнение Лауэ.

1. Уравнение Лауэ, его вывод и применимость.

Тема 7. Уравнение Вульфа-Брегга.

1. Уравнение Вульфа-Брегга, его вывод и применимость.
2. Замечания к формуле Вульфа-Брегга.

Тема 8. Геометрическая интерпретация дифракции.

1. Геометрическая интерпретация дифракции.
2. Множитель интенсивности.
3. Структурный фактор.
4. Вычисление структурного фактора.
5. Правило погасания.
6. Атомный множитель.
7. Температурный фактор.
8. Множитель поглощения.
9. Множитель повторяемости.

Тема 10. Экспериментальные методы рентгеноструктурного анализа.

1. Метод порошков.

2. Учет ошибок.

Тема 11. Индицирование рентгенограмм, снятых по методу порошка.

1. Индицирование рентгенограмм с известной кристаллической решеткой.
2. Кубическая сингония.
3. Тетрагональная, гексагональная и тригональная сингонии.
4. Ромбическая сингония.
5. Моноклинная и триклинная сингонии.

Тема 12. Индицирование неизвестной решетки.

1. Кубическая сингония.
2. Тетрагональная сингония.
3. Гексагональная и тригональная сингонии.
4. Ромбическая сингония.
5. Моноклинная сингония.
6. Триклинная сингония.

Тема 13. Метод Лауэ. Метод вращения монокристалла.

1. Метод Лауэ.
2. Геометрия съемки.
3. Применение метода.
4. Лауэграммы и эпиграммы.
5. Метод вращения монокристалла.
6. Задачи, решаемые методом.

Тема 14. Применение рентгеноструктурного анализа для исследований наноматериалов.

1. Определение плотности, типа твердого раствора, молекулярного веса, коэффициента термического расширения.

Тема 15. Фазовый анализ диаграмм состояний. Количественный фазовый анализ.

1. Границы применимости.
2. Фазовый анализ. Базы данных.
3. Метод подмешивания, метод гомологических пар, метод независимого эталона, метод съемки без эталона.

Тема 16. Рентгенофазовое определение внутренних напряжений в кристаллах.

1. Макронапряжения, микронапряжения, статические искажения кристаллической решетки.
2. Линейно напряженное состояние, плосконапряженное состояние, рентгенографическое определение величины кристаллитов.

Тема 17. Рентгенографический анализ преимущественных ориентировок.

1. Текстура. Рентгенографический анализ аксиальных структур.

Тема 18. Радиационная безопасность.

1. Биологическое действие рентгеновского излучения.
2. Естественные и искусственные источники ионизирующего излучения.

3. Основные типы радиоактивных излучений.
4. Основные физические величины дозиметрии. Правила работы с рентгеновскими установками.

**Шкала оценивания:** 5-балльная.

**Критерии оценивания:**

**5 баллов** (или оценка «отлично») выставляется обучающемуся, если он принимает активное участие в беседе по большинству обсуждаемых вопросов (в том числе самых сложных); демонстрирует сформированную способность к диалогическому мышлению, проявляет уважение и интерес к иным мнениям; владеет глубокими (в том числе дополнительными) знаниями по существу обсуждаемых вопросов, ораторскими способностями и правилами ведения полемики; строит логичные, аргументированные, точные и лаконичные высказывания, сопровождаемые яркими примерами; легко и заинтересованно откликается на неожиданные ракурсы беседы; не нуждается в уточняющих и (или) дополнительных вопросах преподавателя.

**4 балла** (или оценка «хорошо») выставляется обучающемуся, если он принимает участие в обсуждении не менее 50% дискуссионных вопросов; проявляет уважение и интерес к иным мнениям, доказательно и корректно защищает свое мнение; владеет хорошими знаниями вопросов, в обсуждении которых принимает участие; умеет не столько вести полемику, сколько участвовать в ней; строит логичные, аргументированные высказывания, сопровождаемые подходящими примерами; не всегда откликается на неожиданные ракурсы беседы; не нуждается в уточняющих и (или) дополнительных вопросах преподавателя.

**3 балла** (или оценка «удовлетворительно») выставляется обучающемуся, если он принимает участие в беседе по одному-двум наиболее простым обсуждаемым вопросам; корректно выслушивает иные мнения; неуверенно ориентируется в содержании обсуждаемых вопросов, порой допуская ошибки; в полемике предпочитает занимать позицию заинтересованного слушателя; строит краткие, но в целом логичные высказывания, сопровождаемые наиболее очевидными примерами; теряется при возникновении неожиданных ракурсов беседы и в этом случае нуждается в уточняющих и (или) дополнительных вопросах преподавателя.

**2 балла** (или оценка «неудовлетворительно») выставляется обучающемуся, если он не владеет содержанием обсуждаемых вопросов или допускает грубые ошибки; пассивен в обмене мнениями или вообще не участвует в дискуссии; затрудняется в построении монологического высказывания и (или) допускает ошибочные высказывания; постоянно нуждается в уточняющих и (или) дополнительных вопросах преподавателя.

## *1.2 ВОПРОСЫ К ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ*

### **Лаб. раб №1**

1. Сформулируйте закон Вульфа- Брэгга для дифракции рентгеновских лучей на кристалле.
2. Сформулируйте определение брегговской плоскости.

3. Приведите доказательство эквивалентности формулировок Вульфа-Брэгга и Лауэ для конструктивной интерференции рентгеновских лучей.
  3. Что является источником рентгеновского излучения? Расскажите об устройстве рентгеновской трубки. Из какого материала сделан ее анод (антикатод)?
  4. Из чего состоит, и как работает рентгеновский дифрактометр?
  5. Как с помощью рентгеновского дифрактометра провести фазовый анализ порошка?
  6. Перечислите последовательность действий при подготовке дифрактометра к работе.
  7. Какова длина волны рентгеновского излучения используемого в дифрактометре?
  8. На что следует обратить внимание при подготовке пробы к анализу?
- Что такое текстурирование, и каким способом можно устранить текстуру?
9. Что такое фокусирующая геометрия Брэгга - Брентано?

### **Лаб. раб №2**

1. Что является источником рентгеновского излучения? Расскажите об устройстве рентгеновской трубки. Из какого материала сделан ее анод?
  2. Из чего состоит, и как работает рентгеновский дифрактометр?
  3. Как с помощью рентгеновского дифрактометра провести фазовый анализ порошка?
  4. Перечислите последовательность действий при подготовке дифрактометра к работе.
  5. Какова длина волны рентгеновского излучения используемого в дифрактометре?
  6. На что следует обратить внимание при подготовке пробы к анализу?
- Что такое текстурирование, и каким способом можно устранить текстуру?
7. Напишите формулу Эйлера.
  8. Что такое амплитуда рассеяния?
  9. Что такое атомный фактор рассеяния или форм-фактор.
  10. Что называется структурным фактором базиса
  11. Каков же физический смысл того, что в дифракционной картине для ОЦК решетки отсутствует отражение (100)?
  12. В каком случае в дифракционной картине для ОЦК решетки отражение (100) не будет погашено?
  13. Отражения от каких плоскостей в ГЦК решетке не могут иметь место?

### **Лаб. раб №3**

1. Запишите формулу для интенсивности излучения, рассеянного подвижной решеткой.
2. Как выглядит экспоненциальный множитель Дебая – Уоллера.
3. Верно ли утверждение: на отражениях, соответствующих малым

значениям модуля вектора обратной решетки, уменьшение интенсивности дифракционной линии при повышении температуры более заметно, чем на отражениях, которым соответствуют

большие модуля вектора обратной решетки. Почему?

4. Что является источником рентгеновского излучения? Расскажите об устройстве рентгеновской трубки. Из какого материала

сделан ее анод (антикатод)?

5. Из чего состоит, и как работает рентгеновский дифрактометр?

6. Как с помощью рентгеновского дифрактометра провести фазовый анализ порошка?

7. Перечислите последовательность действий при подготовке дифрактометра к работе.

8. Какова длина волны рентгеновского излучения используемого в дифрактометре?

9. На что следует обратить внимание при подготовке пробы к анализу? Что такое текстурирование, и каким способом можно устранить текстуру?

#### **Лаб. раб №4**

1. Шкала электромагнитных волн. Свойства электромагнитных волн в различных диапазонах.

2. Устройство рентгеновской трубки.

3. Каков механизм возникновения тормозного рентгеновского излучения? Почему спектр тормозного излучения сплошной. Как определить его коротковолновую границу?

4. Как осуществляется регулировка интенсивности и жесткости рентгеновского излучения в рентгеновских аппаратах? Как и от чего зависит поток тормозного рентгеновского излучения?

5. Объясните механизм возникновения характеристического рентгеновского излучения. Какую информацию можно получить на основании изучения характеристических рентгеновских спектров?

## **2 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

### **2.1 БАНК ВОПРОСОВ И ЗАДАНИЙ В ТЕСТОВОЙ ФОРМЕ**

1. Какое минимальное количество источников питания необходимо для работы рентгеновской трубки?

A) 2

B) 1

C) 3

D) 4

2. Метод поиска по сильным рефлексам это

A) метод Ханавальта

- B) метод Финка
  - C) метод Ланжевена
  - D) метод Лауэ
3. Метод поиска по рефлексам на малых углах это
- A) метод Финка
  - B) метод Ханавальта
  - C) метод Ланжевена
  - D) метод Лауэ
4. В рентгеноструктурном анализе в основном используется
- A) компонента характеристического излучения рентгеновской трубки
  - B) тормозное излучение рентгеновской трубки
  - C)  $\alpha$ -излучение
5. Наклеп - это
- A) искажение кристаллической решетки поверхностного слоя образца
  - B) искажение кристаллической решетки всего образца
  - C) изменение химического состава поверхностного слоя образца
  - D) появление примесных атомов
6. Какое количество основных причин погрешности при определении межплоскостных расстояний методом рентгеноструктурного анализа?
- A) 7
  - B) 8
  - C) 6
  - D) 5
7. Для анализа погрешностей в определении параметров элементарных ячеек используется формула
- A) Вульфа – Брегга
  - B) Ферми
  - C) Бозе-Эйнштейна
  - D) Ферми-Диррака
8. Что не относится к случайным ошибкам при рентгеноструктурном анализе?
- A) изменение центра тяжести дифракционной линии
  - B) изменения настройки приборов
  - C) изменение температуры
  - D) изменения напряжения сети

9. Погрешность, связанная со смещением плоскости образца от оси гониометра пропорциональна
- A)  $\cos^2(A)$
  - B)  $\cos(A)$
  - C)  $\operatorname{tg}(A)$
  - D)  $\operatorname{tg}^3(A)$
10. Погрешность, связанная с проникновением рентгеновских лучей вглубь кристалла или их поглощением пропорциональна
- A)  $\cos^2(A)$
  - B)  $\cos(A)$
  - C)  $\operatorname{tg}(A)$
  - D)  $\operatorname{tg}^3(A)$
11. Неточная установка нулевого положения счетчика приводит к погрешности, пропорциональной
- A)  $\operatorname{ctg}(A)$
  - B)  $\cos(A)$
  - C)  $\operatorname{tg}(A)$
  - D)  $\operatorname{tg}^3(A)$
12. Как в дифрактометре называется устройство для точного измерения углов?
- A) Гониометр
  - B) Прецизионный угломер
  - C) Транспортер
  - D) Лауэметр
13. Погрешность при вертикальной расходимости первичного и дифрагированного излучений пропорциональна
- A)  $\sin^2(A)$
  - B)  $\cos(A)$
  - C)  $\operatorname{tg}(A)$
  - D)  $\operatorname{tg}^3(A)$
14. Какого устройства нет в дифрактометре малоуглового рентгеновского рассеяния?
- A) Гониометра
  - B) Рентгеновской трубки
  - C) Детектора рентгеновского излучения
  - D) Монохроматора
15. Наличие чего не обязательно для генерации рентгеновских лучей?
- A) Охлаждения анода
  - B) Ускорения и фокусировки электронов

- C) Свободных электронов
- D) Торможения электронов

16. Для чего используется вращающийся анод?

- A) Для охлаждения анода
- B) Для фокусировки пучка электронов
- C) Для получения излучения со сплошным спектром
- D) Для получения излучения с характеристическим спектром

17. Что необходимо сделать для получения характеристического спектра из сплошного?

- A) Увеличить ускоряющее напряжение
- B) Установить монохроматор Соллера
- C) Использовать W анод вместо Cu
- D) Установить коллимационные щели

18. Что такое индигирование?

- A) Определение и присваивание максимумам рентгенограммы индексов отражающих плоскостей
- B) Определение угловой зависимости рентгенограммы
- C) Проведение преобразований Делоне
- D) Пересчет рентгенограмм по формуле Брегга-Брентано

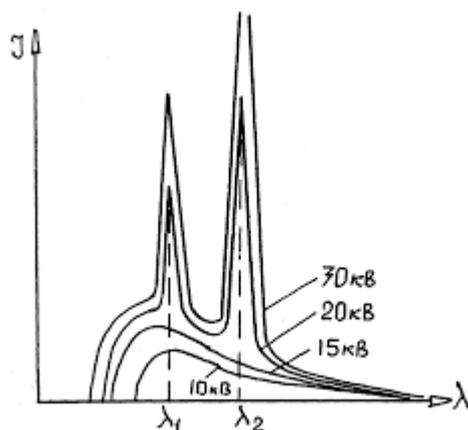
19. Какое физическое явление лежит в основе рентгеноструктурного анализа?

- A) Дифракция рентгеновских лучей решеткой кристалла
- B) Преломление рентгеновских лучей решеткой кристалла
- C) Отражение рентгеновских лучей поверхностью аморфных веществ
- D) Флуоресценция материала детектора под воздействием рентгеновских квантов

20. Для чего применяется качественный рентгенофазовый анализ?

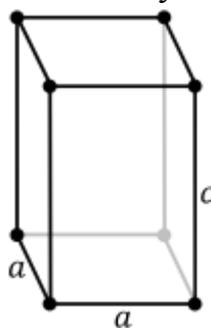
- A) для детектирования присутствия в смеси тех или иных соединений без определения их количественного содержания
- B) для детектирования присутствия в смеси тех или иных соединений и определения их количественного содержания
- C) для детектирования только количественного содержания различных фаз
- D) для определения сингонии монокристалла

21. На рисунке изображен



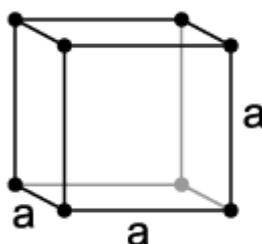
- A) Характеристический спектр ренгеновской трубки
- B) Сплошной спектр ренгеновской трубки
- C) Линейчатый спектр ренгеновской трубки

22. Данная геометрия кристалла соответствует



- A) Тетрагональной сингонии
- B) Гексагональной сингонии
- C) Триклинной сингонии

23. Данная геометрия кристалла соответствует



- A) Кубической сингонии
- B) Триклинной сингонии
- C) Гексагональной сингонии

24. Какой из предложенных материалов целесообразно использовать в качестве эталона?

- A) LaB<sub>6</sub>
- B) парафин
- C) лед

25. Данной формулой описывается квадратичная форма для

$$\frac{h^2 + k^2 + l^2}{a^2} = \frac{1}{d^2}$$

- A) Кубической сингонии
- B) Тригональной сингонии
- C) Гексагональной сингонии

26. Данной формулой описывается квадратичная форма для

$$\frac{h^2 + k^2}{a^2} + \frac{l^2}{c^2} = \frac{1}{d^2}$$

- A) Тетрагональной сингонии
- B) Кубической сингонии
- C) Гексагональной сингонии

27. Данной формулой описывается квадратичная форма для

$$\frac{1}{d_{hkl}^2} = \frac{4}{3} \frac{(h^2 + hk + k^2)}{a^2} + \frac{l^2}{c^2}$$

- A) Гексагональной сингонии
- B) Тригональной сингонии

28. Данной формулой описывается квадратичная форма для

$$\frac{h^2}{a^2} + \frac{k^2}{b^2} + \frac{l^2}{c^2} = \frac{1}{d^2}$$

- A) Ромбической сингонии
- B) Кубической сингонии
- C) Гексагональной сингонии

29. Данной формулой описывается квадратичная форма для

$$\sin^2 \theta_{hkl} = \frac{\lambda^2}{4} \left( h^2/a^{*2} + k^2/b^{*2} + l^2/c^{*2} + 2hlc^*a^* \cos \beta^* \right)$$

- A) Моноклинной сингонии
- B) Тригональной сингонии
- C) Кубической сингонии

30. Данной формулой описывается квадратичная форма для

$$v = a_1 a_2 a_3 (1 - \cos^2 \alpha - \cos^2 \beta - \cos^2 \gamma + 2 \cos \alpha \cos \beta \cos \gamma)^{1/2}$$

- A) Триклинной сингонии
- B) Кубической сингонии
- C) Гексагональной сингонии

31. Неоднородное расширение профиля дифракционной линии происходит из-за

- A) спектральной дисперсии
- B) спектральной погрешности
- C) спектральной дифракции
- D) спектральной интерференции

32. Формула соответствует [1]

- A) Полной мощности непрерывного спектра
- B) Подведенной мощности к рентгеновской трубке
- C) Полной мощности характеристического спектра

33. погрешность из-за спектральной дисперсии пропорциональна

- A)  $\text{tg}^3(A)$
- B)  $\cos(A)$
- C)  $\text{tg}(A)$
- D)  $\sin^2(A)$

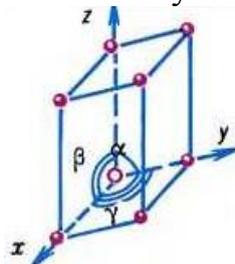
34. Кристаллы характеризуются

- A) Закономерным упорядоченным расположением атомов и молекул в пространстве
- B) Отсутствием дальнего порядка
- C) Ярким выраженным ближним порядком

35. Сколько существует классов симметрии кристаллов

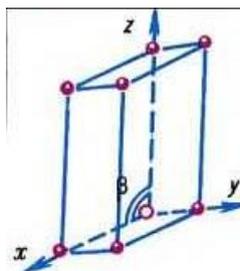
- A) 32
- B) 23
- C) 33

36. Данная геометрия кристалла соответствует



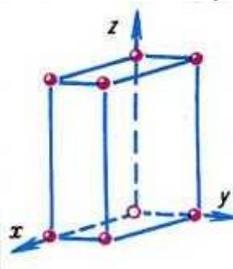
- A) Триклинной сингонии
- B) Моноклинной сингонии
- C) Ромбической сингонии

37. Данная геометрия кристалла соответствует



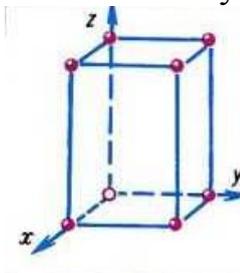
- A) Моноклинной сингонии
- B) Тригональной сингонии
- C) Триклинной сингонии

38. Данная геометрия кристалла соответствует



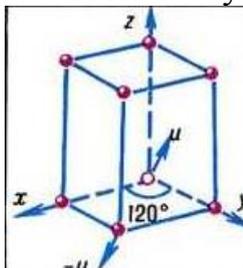
- A) Ромбической сингонии
- B) Гексагональной сингонии
- C) Тетрагональной сингонии

39. Данная геометрия кристалла соответствует



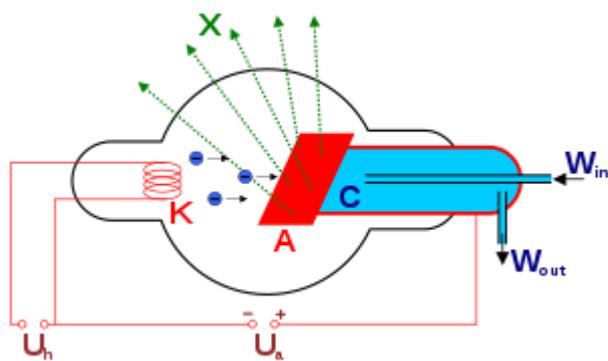
- A) Тетрагональной сингонии
- B) Ромбической сингонии
- C) Гексагональной сингонии

40. Данная геометрия кристалла соответствует



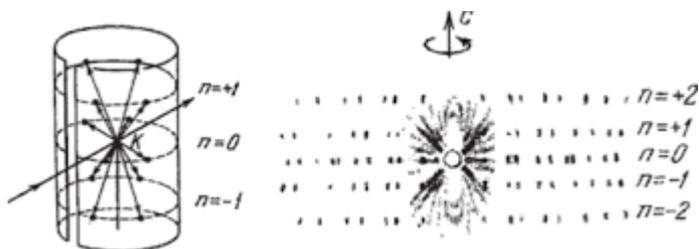
- A) Гексагональной сингонии
- B) Тетрагональной сингонии
- C) Ромбической сингонии

41. «К» на рисунке обозначено:



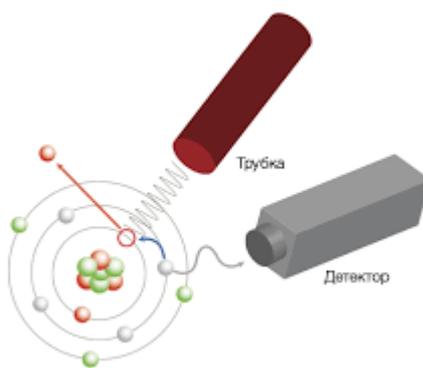
- A) Катод
- B) Защитный цилиндр
- C) Анод

42. На рисунке представлена геометрия интерференционной картины в методе:



- A) вращения монокристалла
- B) порошковом
- C) Лауэ

43. На рисунке представлена блок схема:



- A) Рентгенофлуоресцентной спектрометрии
- B) Рентгеновской спектроскопии поглощения
- C) ИК-Фурье анализа

44. На рисунке представлена блок схема:



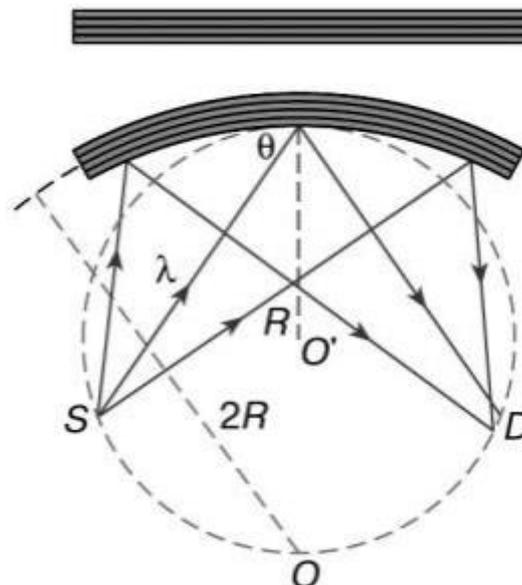
- А) Рентгеновской спектроскопии поглощения
- В) Рентгенофлуоресцентной спектрометрии
- С) ИК-Фурье анализа

45. Данная схема соответствует:

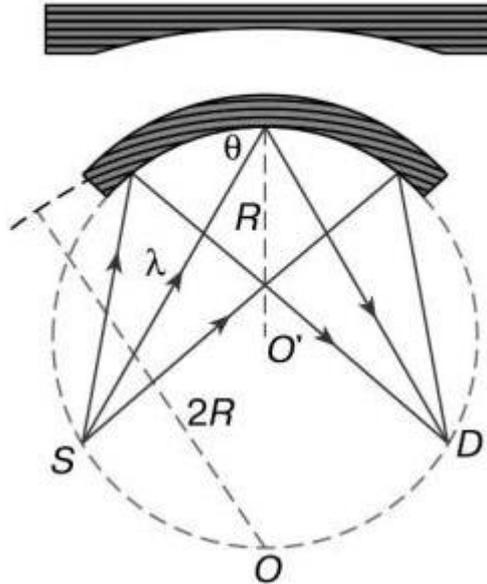


- А) методу Солера
- В) методу Вульфа
- С) методу Вульфа-Брегга

46. Данная спектрометрическая схема носит название:

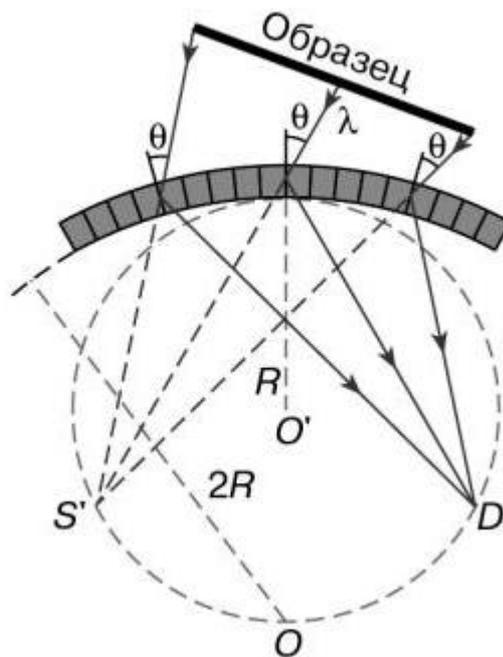


- А) Иогана
- В) Иоганнсона
- С) Кошуа
- Д) Данная спектрометрическая схема носит название:



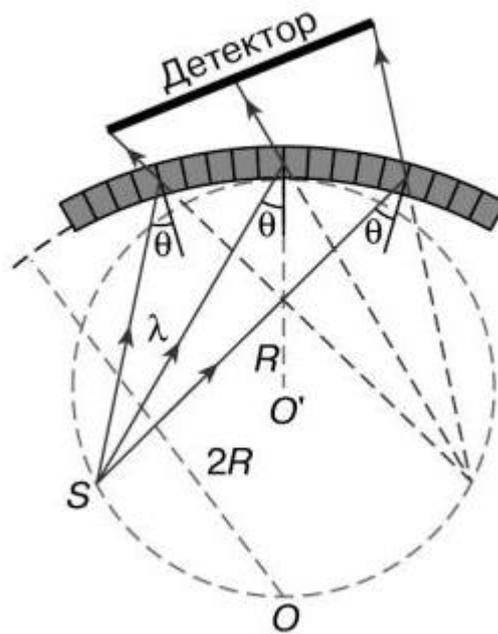
- A) Иогансона
- B) Иогана
- C) Кошуа

47. Данная спектрометрическая схема носит название:



- A) Кошуа
- B) Иоганнсона
- C) Иогана

48. Данная спектрометрическая схема носит название:



- A) Дю-Монда
- B) Кошуа
- C) Иоганнсона

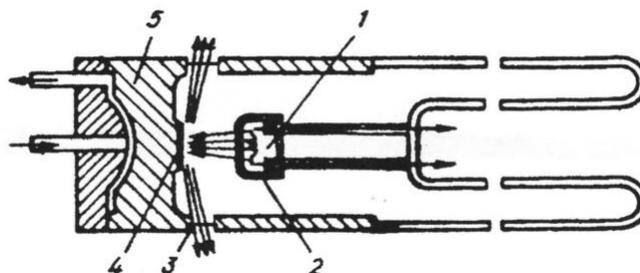
49. Увеличение точности измерений при графической экстраполяции связано

- A) с уменьшением случайных ошибок и с учетом систематических погрешностей
- B) с уменьшением случайных ошибок
- C) с учетом систематических погрешностей

50. Большинство систематических погрешностей стремятся к нулю при приближении значения угла к

- A) 90
- B) 60
- C) 30

51. Цифрой 2 на рисунке обозначено:

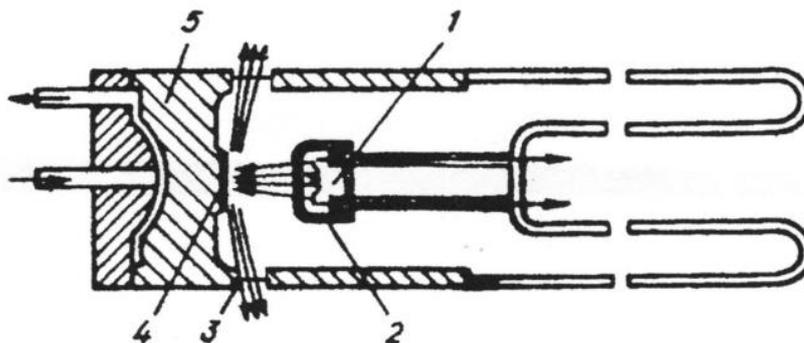


- A) Фокусирующий колпачок
- B) Катод
- C) Окно для выпуска рентгеновского излучения

52. При применении методов графической экстраполяции величина периода решетки определяется

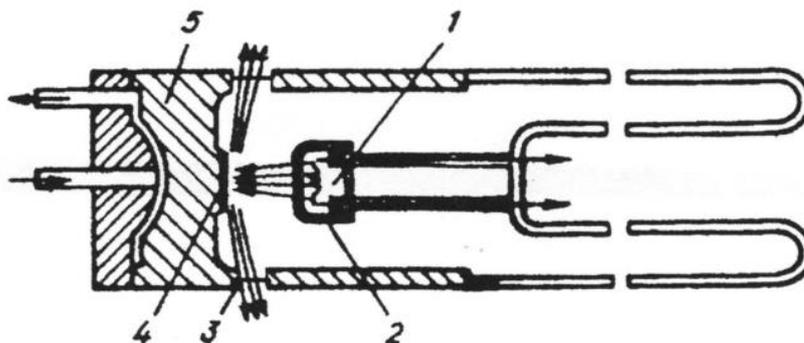
- А) по нескольким линиям на рентгенограмме
- В) по одной линии на рентгенограмме
- С) по двум линиям на рентгенограмме

53. Цифрой 3 на рисунке обозначено:



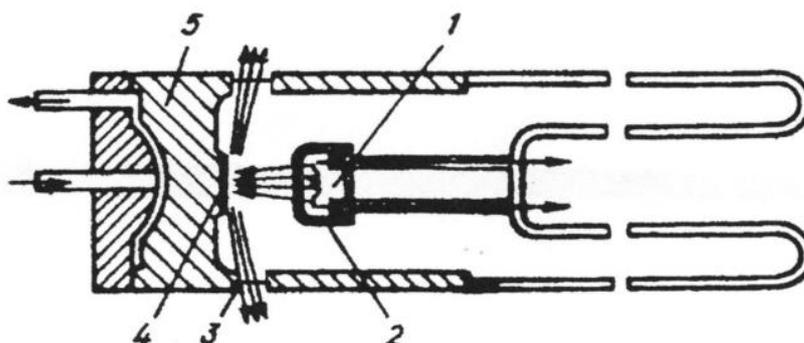
- А) Окно для выпуска рентгеновского излучения
- В) Катод
- С) Анод

54. Цифрой 5 на рисунке обозначено:



- А) Защитный цилиндр
- В) Анод
- С) Фокусирующий колпачок

55. Цифрой 4 на рисунке обозначено:

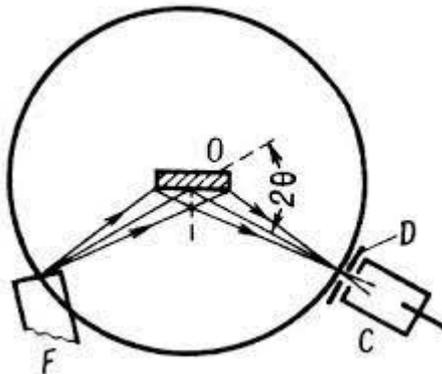


- A) Анод
- B) Защитный цилиндр
- C) Фокусирующий колпачок

56. Ускоряющее напряжение в рентгеновской трубке традиционно составляет:

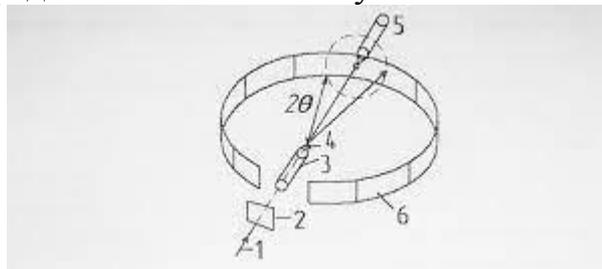
- A) 20 - 50 кВ
- B) 10 - 30 кВ
- C) 50 - 80 кВ

57. На рисунке представлена фокусировка по



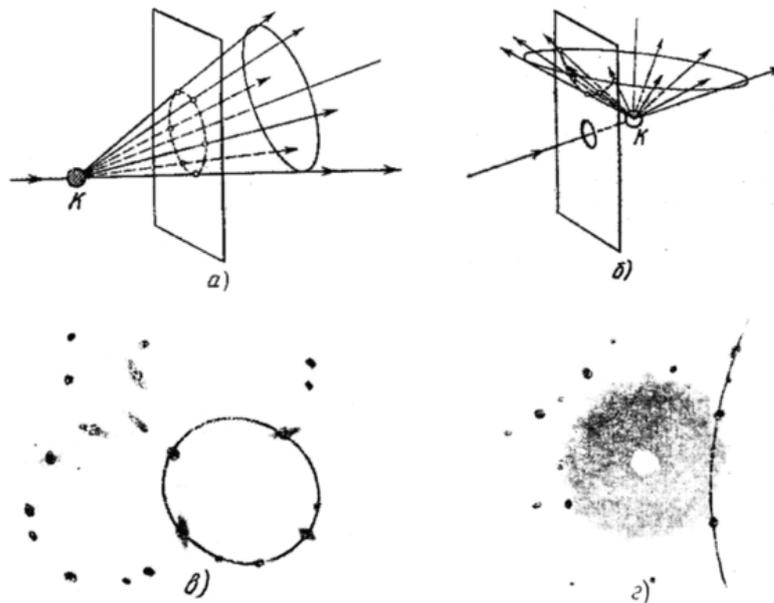
- A) Брэггу-Брентано
- B) Лауэ
- C) Итто

58. На рисунке представлена схема получения:



- A) дебаеграммы
- B) лауэграммы
- C) теттаграммы

59. На рисунке представлена геометрия интерференционной картины в методе:



- А) Лауэ
- В) Итто
- С) Шеррера

60. При графической экстраполяции график зависимости между величинами периода решетки и значениями функции от подобранных функций аппроксимируют

- А) прямой
- В) экспонентой
- С) полиномом

61. Что является ординатой графика на штрих-диаграммах

- А) относительная интенсивность линий
- В) значение межплоскостного расстояния
- С) абсолютная интенсивность линий

62. Для чего используются штрих-диаграммы

- А) для проведения рентгенофазового анализа
- В) для настройки гониометра
- С) для калибровки детектора

63. Как расшифровывается аббревиатура PDF в названии баз данных

- А) Powder Diffraction File
- В) Portable Document Format
- С) Portable Data File

64. Какое количество обязательных параметров содержит карточка базы данных рентгеновских дифрактограмм

- А) 11
- В) 3
- С) 9

65. Каким образом обозначается "параметр качества" карточки в базах данных рентгеновских дифрактограмм
- А) Заглавными латинскими буквами
  - В) Арабскими цифрами по 10-бальной шкале
  - С) Заглавными греческими буквами
66. "Параметр качества" карточки в базах данных рентгеновских дифрактограмм обозначает
- А) полноту данных
  - В) достоверность данных
  - С) рейтинг источника данных
67. S - Star это
- А) наилучшее качество карточки в базах данных рентгеновских дифрактограмм обозначает
  - В) среднее качество карточки в базах данных рентгеновских дифрактограмм обозначает
  - С) сомнительное качество карточки в базах данных рентгеновских дифрактограмм обозначает
68. I – Indexed это
- А) среднее качество карточки в базах данных рентгеновских дифрактограмм обозначает
  - В) сомнительное качество карточки в базах данных рентгеновских дифрактограмм обозначает
  - С) наилучшее качество карточки в базах данных рентгеновских дифрактограмм обозначает
69. O – Obsolete это
- А) сомнительные данные
  - В) среднее качество карточки в базах данных рентгеновских дифрактограмм обозначает
  - С) наилучшее качество карточки в базах данных рентгеновских дифрактограмм обозначает
70. B – Blank это
- А) данные скорее неверны
  - В) сомнительные данные
  - С) среднее качество карточки в базах данных рентгеновских дифрактограмм обозначает
71. При графической экстраполяции график зависимости между величинами периода решетки и значениями функции от подобранных функций аппроксимируют

- А) к области 90 градусов
- В) к области 0 градусов
- С) к области 60 градусов

72.D – Deleted это

- А) удаленные карточки
- В) данные требуют удаления
- С) сомнительные данные

73. Математический метод, применяемый для решения различных задач, основанный на минимизации суммы квадратов отклонений некоторых функций от искомым переменных

- А) МНК
- В) МЕК
- С) АЗК

74. Методы графической экстраполяции применимы, в основном, для определения периодов решетки

- А) кубических кристаллов
- В) ромбических кристаллов
- С) триклинных кристаллов

75. Из аналитических методов экстраполяции наибольшее распространение получил метод

- А) наименьших квадратов
- В) максимального правдоподобия
- С) метод моментов

76. Определение соединений, входящих в исследуемый образец, является задачей

- А) качественного рентгенофазового анализа
- В) количественного рентгенофазового анализа
- С) как качественного, так и количественного рентгенофазового анализа

77. Сколько процентов интенсивности приписывают наиболее сильному рефлексу

- А) 1
- В) 0,75
- С) 0,5

78. Сравнение табличных и экспериментально полученных значений межплоскостных расстояний производится

- А) с учетом ошибки измерения
- В) без учета ошибки измерения

- С) не зависимо от ошибок измерения
79. Что является абсциссой графика на штрих-диаграммах
- А) значение межплоскостного расстояния
  - В) относительная интенсивность линий
  - С) абсолютная интенсивность линий
80. С – Calculated это
- А) дифрактограмма «рассчитана» по данным о кристаллической структуре соединения
  - В) удаленные карточки
  - С) среднее качество карточки в базах данных рентгеновских дифрактограмм обозначает
81. В исследуемый порошкообразный образец подмешивают определенное количество эталонного вещества в
- А) методе внутреннего стандарта
  - В) методе добавления определяемой фазы
  - С) методе внешнего стандарта
82. Метод добавления определяемой фазы используется при
- А) анализе смесей с малым содержанием определяемых фаз
  - В) анализе смесей с большим содержанием определяемых фаз
  - С) анализе вне зависимости от содержания определяемых фаз
83. Использование корундового числа является развитием метода
- А) внешнего стандарта
  - В) внутреннего стандарта
  - С) прямого метода
84. На какое количество групп делятся погрешности количественного фазового анализа
- А) 3
  - В) 2
  - С) 5
85. Метод Ритвельда применяется для
- А) исследования микроструктурных свойств веществ в порошковой фракции
  - В) исследования макроструктурных свойств веществ в порошковой фракции
  - С) исследования наноструктурных свойств веществ в порошковой фракции
86. Эффект Комптона является доказательством

- A) некогерентного рассеяния рентгеновского излучения
  - B) когерентного рассеяния рентгеновского излучения
  - C) когерентного упругого рассеяния рентгеновского излучения
87. При рентгеноструктурном анализе твердых материалов используется
- A) когерентно рассеянное излучение
  - B) некогерентно рассеянное излучение
  - C) когерентное упругое рассеяние рентгеновского излучения
88. Неупругое столкновение фотона с почти свободным электроном вещества носит название
- A) эффект Комптона
  - B) эффект Фика
  - C) эффект Хамильтона
89. Рентгеновские лучи – это электромагнитные волны с частотой колебаний
- A)  $10^{18}$  Гц
  - B)  $10^{15}$  Гц
  - C)  $10^{24}$  Гц
90. Эффект ослабления первичного пучка за счет когерентного отражения называется
- A) экстинкцией
  - B) когерентным отражением
  - C) биолизисом
91. Поиск соответствий между экспериментальной и стандартной рентгенограммами на карточках не проводится с помощью метода
- A) Хартри-Фока
  - B) по всему массиву рефлексов
  - C) метод Ханавальта
92. Какое существует количество классов симметрии кристаллов, которые исчерпывают все возможные сочетания закрытых элементов симметрии кристаллических многогранников
- A) 32
  - B) 23
  - C) 256
93. Figure of Merit, FOM - это
- A) критерий совпадения при поиске по базе данных
  - B) критерий достоверности при поиске по базе данных
  - C) критерий полноты данных при поиске по базе данных

- 94.Метод поиска по рефлексам на малых углах носит имя  
А) Финка  
В) Ханавальта  
С) SQL
- 95.Метод поиска по сильным рефлексам носит имя  
А) Ханавальта  
В) Финка  
С) SQL
- 96.Какое существует количество методов определения количественного содержания фаз в веществе  
А) 2  
В) 3  
С) 5
- 97.В общем случае зависимость интенсивности рефлекса от концентрации каждой кристаллической фазы  
А) не является линейной  
В) является линейной  
С) является экспоненциальной
- 98.помимо концентрации данной фазы на интенсивность рефлекса оказывает влияние  
А) поглощение материалом вещества  
В) ускоряющее напряжение  
С) температура образца
- 99.Метод внутреннего стандарта используется  
А) Для количественного анализа  
В) Для качественного анализа  
С) Как для качественного, так и для количественного анализа

**Шкала оценивания результатов тестирования:** в соответствии с действующей в университете балльно-рейтинговой системой оценивание результатов промежуточной аттестации обучающихся осуществляется в рамках 100-балльной шкалы, при этом максимальный балл по промежуточной аттестации обучающихся по очной форме обучения составляет 36 баллов, по очно-заочной и заочной формам обучения – 60 баллов (установлено положением П 02.016).

Максимальный балл за тестирование представляет собой разность двух чисел: максимального балла по промежуточной аттестации для данной фор-

мы обучения (36 или 60) и максимального балла за решение компетентностно-ориентированной задачи (6).

Балл, полученный обучающимся за тестирование, суммируется с баллом, выставленным ему за решение компетентностно-ориентированной задачи.

Общий балл по промежуточной аттестации суммируется с баллами, полученными обучающимся по результатам текущего контроля успеваемости в течение семестра; сумма баллов переводится в оценку по дихотомической шкале (для зачета) или в оценку по 5-балльной шкале (для экзамена) следующим образом:

Соответствие 100-балльной и дихотомической шкал

<i>Сумма баллов по 100-балльной шкале</i>	<i>Оценка по дихотомической шкале</i>
100–50	зачтено
49 и менее	не зачтено

Соответствие 100-балльной и 5-балльной шкал

<i>Сумма баллов по 100-балльной шкале</i>	<i>Оценка по 5-балльной шкале</i>
100–85	отлично
84–70	хорошо
69–50	удовлетворительно
49 и менее	неудовлетворительно

***Критерии оценивания результатов тестирования:***

Каждый вопрос (задание) в тестовой форме оценивается по дихотомической шкале: выполнено – **2 балла**, не выполнено – **0 баллов**.

**2.2 КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ЗАДАЧИ**

*Компетентностно-ориентированная задача № 1*

Найти расстояние между кристаллографическими плоскостями кристалла, дифракционный максимум первого порядка от которых в рентгеновских лучах с длиной волны  $\lambda = 1,5$  нм наблюдается под углом  $30^\circ$ .

*Компетентностно-ориентированная задача № 2*

На узкую щель шириной  $a = 2 \cdot 10^{-4}$  см падает по нормали плоская монохроматическая волна ( $\lambda=0,66$  мкм). Определите ширину центрального дифракционного максимума на экране, если расстояние от щели до экрана равно  $L = 1$  м.

*Компетентностно-ориентированная задача № 3*

На дифракционную решетку нормально падает пучок света от разрядной трубки. Чему должна быть равна постоянная дифракционной решетки, чтобы в направлении  $\varphi = 41^\circ$  совпадали максимумы двух линий:  $\lambda_1 =$

$6563\text{Å}$  и  $\lambda_2 = 4102\text{Å}$  ?

*Компетентностно-ориентированная задача № 4*

При прохождении пучка рентгеновских лучей с  $\lambda = 17,8$  пм через поликристаллический образец на экране, расположенном на расстоянии  $l = 15$  см от образца, образуется система дифракционных колец. Определить радиус светлого кольца, соответствующего второму порядку отражения от системы плоскостей с межплоскостным расстоянием  $d = 155$  пм.

**Шкала оценивания решения компетентностно-ориентированной задачи:** в соответствии с действующей в университете балльно-рейтинговой системой оценивание результатов промежуточной аттестации обучающихся осуществляется в рамках 100-балльной шкалы, при этом максимальный балл по промежуточной аттестации обучающихся по очной форме обучения составляет 36 баллов, по очно-заочной и заочной формам обучения – 60 (установлено положением П 02.016).

Максимальное количество баллов за решение компетентностно-ориентированной задачи – 6 баллов.

Балл, полученный обучающимся за решение компетентностно-ориентированной задачи, суммируется с баллом, выставленным ему по результатам тестирования.

Общий балл по промежуточной аттестации суммируется с баллами, полученными обучающимся по результатам текущего контроля успеваемости в течение семестра; сумма баллов переводится в оценку по дихотомической шкале (для зачета) или в оценку по 5-балльной шкале (для экзамена) следующим образом:

*Соответствие 100-балльной и дихотомической шкал*

<i>Сумма баллов по 100-балльной шкале</i>	<i>Оценка по дихотомической шкале</i>
100–50	зачтено
49 и менее	не зачтено

*Соответствие 100-балльной и 5-балльной шкал*

<i>Сумма баллов по 100-балльной шкале</i>	<i>Оценка по 5-балльной шкале</i>
100–85	отлично
84–70	хорошо
69–50	удовлетворительно
49 и менее	неудовлетворительно

**Критерии оценивания решения компетентностно-ориентированной задачи:**

**6-5 баллов** выставляется обучающемуся, если решение задачи демонстрирует глубокое понимание обучающимся предложенной проблемы и разностороннее ее рассмотрение; свободно конструируемая работа представляет

собой логичное, ясное и при этом краткое, точное описание хода решения задачи (последовательности (или выполнения) необходимых трудовых действий) и формулировку доказанного, правильного вывода (ответа); при этом обучающимся предложено несколько вариантов решения или оригинальное, нестандартное решение (или наиболее эффективное, или наиболее рациональное, или оптимальное, или единственно правильное решение); задача решена в установленное преподавателем время или с опережением времени.

**4-3 балла** выставляется обучающемуся, если решение задачи демонстрирует понимание обучающимся предложенной проблемы; задача решена типовым способом в установленное преподавателем время; имеют место общие фразы и (или) несущественные недочеты в описании хода решения и (или) вывода (ответа).

**2-1 балла** выставляется обучающемуся, если решение задачи демонстрирует поверхностное понимание обучающимся предложенной проблемы; осуществлена попытка шаблонного решения задачи, но при ее решении допущены ошибки и (или) превышено установленное преподавателем время.

**0 баллов** выставляется обучающемуся, если решение задачи демонстрирует непонимание обучающимся предложенной проблемы, и (или) значительное место занимают общие фразы и голословные рассуждения, и (или) задача не решена.