

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Факультет физико-технический

УТВЕРЖДАЮ:  
Проректор по учебной работе,  
качеству образования – первый  
проректор \_\_\_\_\_  
подпись \_\_\_\_\_ Хагуров Т.А.  
« 31 » \_\_\_\_\_ 2019 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**  
**Б1.В.15 Физика конденсированного состояния**

Направление подготовки/специальность - 11.03.04 Электроника и  
наноэлектроника

Направленность (профиль) / специализация - Нанотехнологии в электронике

Форма обучения - очная

Квалификация - бакалавр

Краснодар 2019

Рабочая программа дисциплины ФИЗИКА КОНДЕНСИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки / специальности 11.03.04 Электроника и наноэлектроника

Программу составил(и):

Е.В. Строганова, профессор,

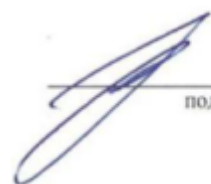
доктор физико-математических наук, доцент

  
\_\_\_\_\_ подпись

Рабочая программа дисциплины Физика конденсированного состояния утверждена на заседании кафедры радиофизики и нанотехнологий протокол № 7 «14» мая 2019 г.

Заведующий кафедрой (*выпускающей*)

Копытов Г.Ф.

  
\_\_\_\_\_ подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии физико-технического факультета

протокол № 11 «21» мая 2019 г.

Председатель УМК факультета Богатов Н.М.

  
\_\_\_\_\_ подпись

Рецензенты:

Исаев В.А., доктор физико-математических наук, профессор кафедры физики и информационных систем ФТФ ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет»

Цема А.А., кандидат физико-математических наук, руководитель направления ПАО «Ростелеком»

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля)

### 1.1 Цель освоения дисциплины

Изучение основ метода физического анализа гетерогенных систем, основанного на графическом изображении зависимости между составом и свойствами системы с помощью диаграмм состояний.

### 1.2 Задачи дисциплины

Знакомство с основными термодинамическими потенциалами и базисом построения диаграмм состояний; изучение фазовых превращений; изучение N-компонентных систем и описание их свойств.

### 1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Физика конденсированного состояния» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 "Дисциплины (модули)" учебного плана. В соответствии с рабочим учебным планом дисциплина изучается на 3 курсе по очной форме обучения. Вид промежуточной аттестации: экзамен.

Дисциплина, необходимая для ее изучения: Молекулярная физика и термодинамика. Последующие дисциплины, для которых данная дисциплина является предшествующей в соответствии с учебным планом: Технологии тонкопленочных материалов; Полупроводниковые микро- и наноматериалы; Материалы молекулярной электроники.

### 1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

| Код и наименование индикатора* достижения компетенции                                                                                                                                                                                                                          | Результаты обучения по дисциплине<br>(знает, умеет, владеет (навыки и/или опыт деятельности))                                |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ОПК-2 способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат</b>                                                                              |                                                                                                                              |
| Знать                                                                                                                                                                                                                                                                          | Основы термодинамического анализа, основные принципы построения диаграмм состояния                                           |
| Уметь                                                                                                                                                                                                                                                                          | Моделировать процессы изменения термодинамических потенциалов в гетерогенных системах в зависимости от ее состава            |
| Владеть                                                                                                                                                                                                                                                                        | Физико-математическим аппаратом при расчетах и построении диаграмм состояний                                                 |
| <b>ПК-1 способностью строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования</b> |                                                                                                                              |
| Знать                                                                                                                                                                                                                                                                          | Основные методы анализа и исследований термодинамических систем, в том числе и спектрально-люминесцентный метод исследований |
| Уметь                                                                                                                                                                                                                                                                          | Составлять простейшие схемы для исследований сложных систем; рассчитывать и моделировать параметры систем                    |
| Владеть                                                                                                                                                                                                                                                                        | Программными средствами для моделирования и анализа полученных результатов исследований.                                     |

Результаты обучения по дисциплине достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утвержденным учебным планом.

## 2. Структура и содержание дисциплины

### 2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц (144 часа), их распределение по видам работ представлено в таблице

| Виды работ                                             |                               | Всего часов | Форма обучения  |
|--------------------------------------------------------|-------------------------------|-------------|-----------------|
|                                                        |                               |             | очная           |
|                                                        |                               |             | 5семестр (часы) |
| Контактная работа, в том числе:                        |                               |             |                 |
| Аудиторные занятия (всего):                            |                               | 52          | 52              |
| занятия лекционного типа                               |                               | 18          | 18              |
| лабораторные занятия                                   |                               |             |                 |
| практические занятия                                   |                               | 34          | 34              |
| семинарские занятия                                    |                               |             |                 |
| Указываются виды работ в соответствии с учебным планом |                               |             |                 |
| Иная контактная работа:                                |                               |             |                 |
| Контроль самостоятельной работы (КСР)                  |                               |             |                 |
| Промежуточная аттестация (ИКР)                         |                               | 0,3         | 0,3             |
| Самостоятельная работа, в том числе:                   |                               | 65          | 65              |
| Проработка теоретического материала                    |                               | 12          | 12              |
| Выполнение заданий (подготовка отчетов, презентаций)   |                               | 36          | 36              |
| Реферат                                                |                               | 9           | 9               |
| Подготовка к текущему контролю                         |                               | 8           | 8               |
| Контроль:                                              |                               |             |                 |
| Подготовка к экзамену                                  |                               | 26,7        | 26,7            |
| Общая трудоемкость                                     | час.                          | 144         | 144             |
|                                                        | в том числе контактная работа | 52,3        | 52,3            |
|                                                        | зач. ед                       | 4           | 4               |

## 2.2 Содержание дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 5 семестре (3 курсе) (очная форма обучения)

| №  | Наименование разделов (тем)                                                                                   | Количество часов |                   |           |    |                      |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-------------------|-----------|----|----------------------|
|    |                                                                                                               | Всего            | Аудиторная работа |           |    | Внеаудиторная работа |
|    |                                                                                                               |                  | Л                 | ПЗ        | ЛР |                      |
| 1. | Введение в дисциплину. Основы термодинамики                                                                   | 4                | 2                 |           |    | 2                    |
| 2. | Однокомпонентные системы                                                                                      | 9                | 2                 | 4         |    | 3                    |
| 3. | Двухкомпонентные системы. Конденсированные системы                                                            | 14               | 2                 | 4         |    | 8                    |
| 4. | Построение диаграмм. Типовые диаграммы состояния конденсированных систем                                      | 14               | 2                 | 4         |    | 8                    |
| 5. | Построение диаграмм состояния двухкомпонентных конденсированных систем по заданной характеристике компонентов | 14               | 2                 | 4         |    | 8                    |
| 6. | Закономерности структурообразования в конденсированных системах                                               | 14               | 2                 | 4         |    | 8                    |
| 7. | Описание структуры кристаллов                                                                                 | 14               | 2                 | 4         |    | 8                    |
| 8. | Методы синтеза твердофазных материалов                                                                        | 14               | 2                 | 4         |    | 8                    |
| 9. | Методы исследования твердых тел                                                                               | 20               | 2                 | 6         |    | 12                   |
|    | <b>ИТОГО по разделам дисциплины</b>                                                                           | <b>144</b>       | <b>18</b>         | <b>34</b> |    | <b>65</b>            |
|    | Контроль самостоятельной работы (КСР)                                                                         |                  |                   |           |    |                      |
|    | Промежуточная аттестация (ИКР)                                                                                | 0,3              |                   |           |    |                      |
|    | Подготовка к текущему контролю                                                                                |                  |                   |           |    |                      |
|    | Общая трудоемкость по дисциплине                                                                              | 144              |                   |           |    |                      |

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

## 2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины

### 2.3.1 Занятия лекционного типа

| №  | Наименование раздела (темы)                                                                                   | Содержание раздела (темы)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Форма текущего контроля |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| 1. | Введение в дисциплину. Основы термодинамики                                                                   | Термодинамические потенциалы. Особенности свойств вещества в конденсированном состоянии. Проблемы управления свойствами вещества при переменном составе.                                                                                                                                                                                                     | КВ / ПЗ / Д / Р         |
| 2. | Однокомпонентные системы                                                                                      | Правило фаз Гиббса. Пространственные диаграммы состояния. Тройная точка. Полиморфные превращения                                                                                                                                                                                                                                                             | КВ / ПЗ / Д / Р         |
| 3. | Двухкомпонентные системы. Конденсированные системы                                                            | Свойства двухкомпонентных систем. Неконденсированные системы. Проекция изобарического сечений. Конденсированные системы. Построение диаграмм.                                                                                                                                                                                                                | КВ / ПЗ / Д / Р         |
| 4. | Построение диаграмм. Типовые диаграммы состояния конденсированных систем                                      | Определение свойств системы по диаграммам состояния. Примеры построения диаграмм состояния, решение задач                                                                                                                                                                                                                                                    | КВ / ПЗ / Д / Р         |
| 5. | Построение диаграмм состояния двухкомпонентных конденсированных систем по заданной характеристике компонентов | Принцип непрерывности Н.С. Курнакова. Принцип соответствия. Решение задач по построению диаграммы состояния двухкомпонентной системы.                                                                                                                                                                                                                        | КВ / ПЗ / Д / Р         |
| 6. | Закономерности структурообразования в конденсированных системах                                               | Твердофазные реакции, лимитируемые диффузией. Кинетические модели твердофазной реакции с различными лимитирующими стадиями. Основы структурного анализа твердого тела. Основы кристаллографии.                                                                                                                                                               | КВ / ПЗ / Д / Р         |
| 7. | Описание структуры кристаллов                                                                                 | Двухмерные кристаллы. Двумерные точечные группы. Двумерные кристаллографические точечные группы. Двухмерные решетки Браве. Трехмерные кристаллы, трехмерные точечные группы. Трехмерные решетки Браве.                                                                                                                                                       | КВ / ПЗ / Д / Р         |
| 8. | Методы синтеза твердофазных материалов                                                                        | Методы активации твердых тел. Рассмотрение различных способов введение в твердое тело примесных центров и дефектов: в процессе роста (метод получения объемных монокристаллов), в процессе твердофазной диффузии. Методы синтеза поликристаллических материалов. Керамический метод синтеза. Синтез с использованием тепловыделения внутри реакционной зоны. | КВ / ПЗ / Д / Р         |
| 9. | Методы исследования твердых тел                                                                               | Микроскопические методы исследования. Оптическая спектроскопия. Растровая электронная микроскопия. Дифракционные методы исследования. Методы определения элементного состава: рентгеноспектральные методы анализа.                                                                                                                                           | КВ / ПЗ / Д / Р         |

### 2.3.2 Занятия семинарского типа (практические / семинарские занятия/ лабораторные работы)

| №  | Наименование раздела (темы)                        | Тематика занятий / работ                                                                   | Форма текущего контроля |
|----|----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| 1. | Однокомпонентные системы                           | Полиморфные превращения. Пространственные диаграммы состояния.                             | Решение задач           |
| 2. | Двухкомпонентные системы. Конденсированные системы | Проекция изобарического сечений. Конденсированные системы. Построение диаграмм для графита | Решение задач           |

|    |                                                                                                               |                                                                                                                                                                     |               |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 3. | Построение диаграмм. Типовые диаграммы состояния конденсированных систем                                      | Решение задачи по построению диаграммы, в которой компонент А меняет модификацию при $T_{MA}$ ; в которой оба компонента меняют модификацию при $T_{MA}$ и $T_{MB}$ | Решение задач |
| 4. | Построение диаграмм состояния двухкомпонентных конденсированных систем по заданной характеристике компонентов | Построение диаграммы состояния медь-магний                                                                                                                          | Решение задач |
| 5. | Закономерности структурообразования в конденсированных системах                                               | Практическая задача по структурообразованию твердых тел.                                                                                                            | Реферат, эссе |
| 6. | Описание структуры кристаллов                                                                                 | Решение задач по определению и визуализации элементов симметрии пространственных групп кристаллов                                                                   | Решение задач |
| 7. | Методы синтеза твердофазных материалов                                                                        | Исследование твердых тел (монокристаллов), полученных методом Чохральского                                                                                          | ЛР            |
| 8. | Методы исследования твердых тел                                                                               | Спектрально-люминесцентный анализ объемных монокристаллов и керамики                                                                                                | ЛР            |

Защита лабораторной работы (ЛР), выполнение курсового проекта (КП), курсовой работы (КР), расчетно-графического задания (РГЗ), написание реферата (Р), эссе (Э), коллоквиум (К), тестирование (Т) и т.д.

При изучении дисциплины могут применяться электронное обучение, дистанционные образовательные технологии в соответствии с ФГОС ВО.

### 2.3.3 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

**Курсовые работы не предусмотрены**

### 2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

| № | Вид СРС                                      | Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|---|----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Проработка учебного теоретического материала | Методические указания по изучению теоретического материала, утвержденные кафедрой радиофизики и нанотехнологий, протокол № 7 от 20.03.2017                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 2 | Подготовка к защите лабораторных работ       | Методические указания по выполнению лабораторных работ, утвержденные кафедрой радиофизики и нанотехнологий, протокол № 7 от 20.03.2017.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 3 | Реферат                                      | Бушенева Ю.И. Как правильно написать реферат, курсовую и дипломную работы: Учебное пособие для бакалавров [Электронный ресурс]: учеб. пособие – Электрон. дан. – М.: Дашков и К, 2016. – 140 с. – Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/93331">https://e.lanbook.com/book/93331</a> .<br>Кузнецов И.Н. Рефераты, курсовые и дипломные работы. Методика подготовки и оформления [Электронный ресурс]: учеб. пособие – Электрон. дан. – М.: Дашков и К, 2016. – 340 с. – Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/93303">https://e.lanbook.com/book/93303</a> |
| 4 | Подготовка презентации по теме реферата      | Вылгжанина А.О. Деловые и научные презентации [Электронный ресурс]: учебное пособие – Электрон. дан. – М., Берлин: Директ- Медиа, 2016. – 115 с. – Режим доступа: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&amp;book_id=446660">http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&amp;book_id=446660</a> .                                                                                                                                                                                                                                                        |

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме на языке Брайля.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

### **3. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины (модуля)**

Для формирования профессиональных компетенций в процессе освоения дисциплины используется технология профессионально-развивающего обучения, предусматривающая не только передачу теоретического материала, но и стимулирование и развитие продуктивных познавательных действий студентов (на основе психолого-педагогической теории поэтапного формирования умственных действий). Активизации и интенсификации познавательного процесса способствуют использование педагогической эвристики и моделирование проблемных ситуаций.

В процессе преподавания дисциплины используются следующие методы:

- лекции;
- домашние задания;
- проблемные задания;
- индивидуальные практические задания;
- контрольные опросы;
- публичная защита лабораторных работ;
- консультации преподавателей;
- самостоятельная работа студентов (изучение теоретического материала,
- подготовка к лабораторным занятиям, выполнение домашних работ, подготовка к опросу и зачету).

В рамках лабораторных занятий применяются методы проектного обучения, исследовательские методы, тренинговые формы, метод конкретных ситуаций. В процессе самостоятельной деятельности студенты осваивают и анализируют передовой научно-исследовательский опыт, используя имеющуюся литературу и информационные технологии, знакомятся с основными научными журналами по вопросам изучения физико-химических свойств веществ в конденсированном состоянии, выступают с докладами перед однокурсниками, накапливают багаж знаний, полезных для выполнения выпускной квалификационной работы.

Для проведения лабораторных занятий используются мультимедийные средства воспроизведения активного содержания, позволяющего студентам воспринимать особенности изучаемого материала и выполнения экспериментов.

Сопровождение самостоятельной работы студентов также организовано в следующих формах:

- подробное изучение некоторых разделов дисциплины посредством изучения рекомендуемой дополнительной литературы;
- подробное изучение некоторых разделов дисциплины посредством подготовки сообщений, презентаций, путем написания реферативных работ;
- консультации для разъяснения проблемных моментов при самостоятельном расширенном изучении разделов дисциплины.

Основные образовательные технологии, используемые в учебном процессе:

- лекции с проблемным изложением;
- обсуждение сложных вопросов и проблем;
- применение метода конкретных ситуаций.

Интерактивные образовательные технологии, используемые в аудиторных занятиях:

- технология развития критического мышления;
- лекции с проблемным изложением;
- обсуждение сложных вопросов и проблем (проективные техники, дебаты, обмен мнениями);
- творческие задания;
- работа в малых группах.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

#### **4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации**

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «Физика конденсированного состояния».

Оценочные средства включает контрольные материалы для проведения **текущего контроля** в форме *доклада-презентации по проблемным вопросам, разноуровневых заданий, ролевой игры, ситуационных задач* и **промежуточной аттестации** в форме вопросов и заданий к экзамену.

**Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

##### ***Примерный перечень вопросов и заданий***

*Основные понятия и определения:*

1. Термодинамическая система
2. Термодинамические параметры
3. Гомогенная система
4. Вещество
5. Индивидуальное вещество
6. Гетерогенная система
7. Фаза
8. Раствор
9. Компоненты системы
10. Число степеней свободы
11. Правило Фаз Гиббса
12. Симметрия кристаллов.
13. Решетки Браве для 2-х и 3-х мерных кристаллов.
14. Способы получения объемных монокристаллов.
15. Способы получения оптической керамики.
16. Метод твердофазной диффузии.

## Контрольная работа

### Вариант 1

Используя диаграмму состояния углерода (рис.5), ответьте на следующие вопросы:

1. Сколько точек невариантных равновесий на диаграмме состояния углерода имеется в области исследованных температур и давлений и каким фазам они соответствуют?
2. Какова последовательность фазовых превращений, происходящих с графитом при повышении давления от 1 до  $10^4$  Кбар при различных температурах?
3. Как меняется соотношение между плотностью графита и жидкой фазы при повышении давления?
4. Какая из кристаллических модификаций углерода имеет меньшую плотность, чем жидкий углерод?

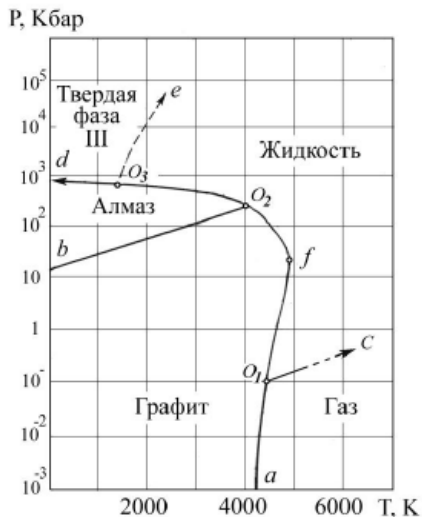


Рис. 5. Диаграмма состояния углерода в широком интервале давлений и температур  
(1 Кбар =  $1 \cdot 10^8$  Па = 986,9 атм)

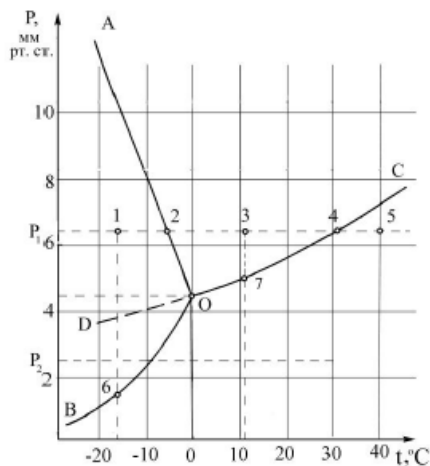


Рис. 6. Диаграмма состояния воды при низком давлении  
( $P_0 = 4,6$  мм рт. ст.,  $t_0 = 0,0076$  °C)

### Вариант 2

Исходя из диаграммы состояния воды при низком давлении (рис. б), выполните следующие задания:

1. Скопируйте и обозначьте поля диаграммы. Назовите каждую из наклонных линий, определите, какими фазами они соответствуют и каково соотношение плотностей этих фаз. Какое число степеней свободы имеет вода на полях диаграммы, на линиях и в тройной точке?
2. Определите, какие фазовые превращения будут происходить с водой, если: а) охлаждать пар под давлением  $P_1$  (от точки 5 до точки 1)? б) повышать давление водяного пара при температурах  $-17$  и  $11$  °C?
3. Ниже какого давления вода ни при каких температурах не может существовать в жидком состоянии? Какие изменения, судя по диаграмме, должны происходить с головой кометы из льда при ее приближении к Солнцу и при последующем удалении от него? Давление считать равным  $P_2$ .

### Вариант 3

Пусть твердые шары радиуса  $b$ , соприкасающиеся друг с другом, расположены в простой кубической, гранецентрированной и объемоцентрированной структурах. Найти радиус наибольшей сферы, которая помещалась бы в наибольшем объеме пространства между шарами.

### Вариант 4

Показать, что объемоцентрированная кубическая решетка может быть разделена на две простые кубические решетки А и В так, что ни одна пара ближайших соседей исходной решетки не окажется в решетке А (и соответственно в решетке В). Показать также, что для соблюдения этого условия простая кубическая решетка должна разделиться на две гранецентрированные решетки, а гранецентрированная в свою очередь на четыре простые кубические решетки.

## **Реферат**

### **Тематика рефератов и выступлений на круглом столе**

*Связь симметрии кристаллических тел с их свойствами.*

*Методы определения свойств и характеристик конденсированных сред.*

*Энергия кристаллической решетки и типы химической связи.*

### **Зачетно-экзаменационные материалы для промежуточной аттестации (экзамен/зачет)**

1. Основные понятия и определения термодинамической системы.
2. Правило фаз Гиббса.
3. Пространственные диаграммы состояния.
4. Тройная точка.
5. Неконденсированные системы.
6. Проекция изобарического сечений.
7. Определение свойств системы по диаграммам состояния.
8. Принцип непрерывности Н.С. Курнакова. Принцип соответствия.
9. Твердофазные реакции, лимитируемые диффузией.
10. Кинетические модели твердофазной реакции с различными лимитирующими стадиями.
11. Основы структурного анализа твердого тела.
12. Двухмерные кристаллы.
13. Двухмерные точечные группы Двухмерные кристаллографические точечные группы.
14. Двухмерные решетки Браве.
15. Трехмерные кристаллы, трехмерные точечные группы.
16. Трехмерные решетки Браве.
17. Методы получения конденсированных сред на примере кристаллов.
18. Методы активации твердых тел.
19. Методы синтеза поликристаллических материалов. Керамический метод синтеза.
20. Микроскопические методы исследования.
21. Оптическая спектроскопия.
22. Растровая электронная микроскопия.
23. Дифракционные методы исследования.
24. Методы определения элементного состава: рентгеноспектральные методы анализа.

### **Критерии оценивания результатов обучения**

| <i>Оценка</i>                                    | <i>Критерии оценивания по экзамену</i>                                                                                                                                                                                                                                                            |
|--------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Высокий уровень «5» (отлично)</i>             | <i>оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.</i> |
| <i>Средний уровень «4» (хорошо)</i>              | <i>оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.</i>                                                              |
| <i>Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)</i> | <i>оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.</i>        |

|                                                      |                                                                                                                                                                                               |
|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)</i> | <i>оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.</i> |
|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

## **5. Перечень учебной литературы, информационных ресурсов и технологий**

### **5.1. Учебная литература**

1. Киттель Ч. Введение в физику твердого тела.- М., Физматгиз. – 1963. – 696 стр.
2. Блейкмор Дж. Физика твердого тела. – М., Мир. – 1988. – 608 стр.
3. Липин А.Б., Липин В.А. Фазовые диаграммы.: учеб. пособие. – СПб.: СПбГТУРП. – 2015. – 106 стр.
4. Гаврилова Л.Я. Методы синтеза и исследование перспективных материалов.: учеб. пособие. – Екатеринбург. – 2008. – 74 стр.

### **5.2. Периодическая литература**

1. Базы данных компании «Ист Вью» <http://dlib.eastview.com>
2. Электронная библиотека GREBENNIKON.RU <https://grebennikon.ru/>
3. Научный журнал «Физика твердого тела»
4. Научный журнал «Конденсированные среды и межфазные границы»

### **5.3. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

**Электронно-библиотечные системы (ЭБС):**

1. ЭБС «ЮРАЙТ» <https://urait.ru/>
2. ЭБС «УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН» [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru)
3. ЭБС «BOOK.ru» <https://www.book.ru>

4. ЭБС «ZNANIUM.COM» [www.znanium.com](http://www.znanium.com)
5. ЭБС «ЛАНЬ» <https://e.lanbook.com>

#### **Профессиональные базы данных:**

1. Web of Science (WoS) <http://webofscience.com/>
2. Scopus <http://www.scopus.com/>
3. ScienceDirect [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)
4. Журналы издательства Wiley <https://onlinelibrary.wiley.com/>
5. Научная электронная библиотека (НЭБ) <http://www.elibrary.ru/>
6. Полнотекстовые архивы ведущих западных научных журналов на Российской платформе научных журналов НЭИКОН <http://archive.neicon.ru>
7. Национальная электронная библиотека (доступ к Электронной библиотеке диссертаций Российской государственной библиотеки (РГБ) <https://rusneb.ru/>
8. Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина <https://www.prilib.ru/>
9. Электронная коллекция Оксфордского Российского Фонда <https://ebookcentral.proquest.com/lib/kubanstate/home.action>
10. Springer Journals <https://link.springer.com/>
11. Nature Journals <https://www.nature.com/siteindex/index.html>
12. Springer Nature Protocols and Methods <https://experiments.springernature.com/sources/springer-protocols>
13. Springer Materials <http://materials.springer.com/>
14. zbMath <https://zbmath.org/>
15. Nano Database <https://nano.nature.com/>
16. Springer eBooks: <https://link.springer.com/>
17. "Лекториум ТВ" <http://www.lektorium.tv/>
18. Университетская информационная система РОССИЯ <http://uisrussia.msu.ru>

#### **Информационные справочные системы:**

1. Консультант Плюс - справочная правовая система (доступ по локальной сети с компьютеров библиотеки)

#### **Ресурсы свободного доступа:**

1. Американская патентная база данных <http://www.uspto.gov/patft/>
2. Полные тексты канадских диссертаций <http://www.nlc-bnc.ca/thesescanada/>
3. КиберЛенинка (<http://cyberleninka.ru/>);
4. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации <https://www.minobrnauki.gov.ru/>;
5. Федеральный портал "Российское образование" <http://www.edu.ru/>;
6. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" <http://window.edu.ru/>;
7. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов <http://school-collection.edu.ru/> .
8. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (<http://fcior.edu.ru/>);
9. Проект Государственного института русского языка имени А.С. Пушкина "Образование на русском" <https://pushkininstitute.ru/>;
10. Справочно-информационный портал "Русский язык" <http://gramota.ru/>;
11. Служба тематических толковых словарей <http://www.glossary.ru/>;
12. Словари и энциклопедии <http://dic.academic.ru/>;
13. Образовательный портал "Учеба" <http://www.ucheba.com/>;
14. Законопроект "Об образовании в Российской Федерации". Вопросы и ответы [http://xn--273--84d1f.xn--p1ai/voprosy\\_i\\_otvety](http://xn--273--84d1f.xn--p1ai/voprosy_i_otvety)

## **Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы КубГУ:**

1. Среда модульного динамического обучения <http://moodle.kubsu.ru>
2. База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций <http://mschool.kubsu.ru/>
3. Библиотека информационных ресурсов кафедры информационных образовательных технологий <http://mschool.kubsu.ru;>
4. Электронный архив документов КубГУ <http://docspace.kubsu.ru/>
5. Электронные образовательные ресурсы кафедры информационных систем и технологий в образовании КубГУ и научно-методического журнала "ШКОЛЬНЫЕ ГОДЫ" <http://icdau.kubsu.ru/>

### **6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

Сопровождение самостоятельной работы студентов может быть организовано в следующих формах:

- составлением индивидуальных планов самостоятельной работы каждого из студентов с указанием темы и видов занятий, форм и сроков представления результатов;
- проведением консультаций (индивидуальных или групповых), в том числе с применением дистанционной среды обучения.

Критерий оценки эффективности самостоятельной работы студентов формируется в ходе промежуточного контроля процесса выполнения заданий и осуществляется на основе различных способов взаимодействия.

В соответствии с этим при проведении оперативного контроля могут использоваться контрольные вопросы к соответствующим разделам основной дисциплины «Физика конденсированного состояния».

Контроль осуществляется посредством устного опроса студентов по окончании изучения тем учебной дисциплины и выполнения письменных контрольных работ.

Сопровождение самостоятельной работы студентов также организовано в следующих формах:

- выполнение семестровой контрольной работы по индивидуальным вариантам;
- усвоение, дополнение и вникание в разбираемые разделы дисциплины при помощи знаний, получаемых по средствам изучения рекомендуемой литературы и осуществляемое путем написания реферативных работ;
- консультации, организованные для разъяснения проблемных моментов при самостоятельном изучении тех или иных аспектов разделов усваиваемой информации в дисциплине.

К средствам обеспечения освоения дисциплины «Химия конденсированного состояния» также относятся электронные варианты дополнительных учебных, научно-популярных и научных изданий по данной дисциплине

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

### **7. Материально-техническое обеспечение по дисциплине (модулю)**

*По всем видам учебной деятельности в рамках дисциплины используются аудитории, кабинеты и лаборатории, оснащенные необходимым специализированным и лабораторным оборудованием.*

*При заполнении таблицы учитывать все виды занятий, предусмотренные учебным планом по данной дисциплине: лекции, занятия семинарского типа (практические занятия, лабораторные работы), а также курсовое проектирование, консультации, текущий контроль и промежуточную аттестацию.*

*При использовании лаборатории указать ее наименование «Лаборатория...».*

| Наименование специальных помещений                                                                                                                | Оснащенность специальных помещений                                                                                                                                                                 | Перечень лицензионного программного обеспечения |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа                                                                                         | Мебель: учебная мебель<br>Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер                                                                                                                | MS Office                                       |
| Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации | Мебель: учебная мебель<br>Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер<br>Оборудование:                                                                                               | MS Office                                       |
| Учебные аудитории для проведения лабораторных работ. Лаборатория 119С                                                                             | Мебель: учебная мебель<br>Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер<br>Оборудование: спектрально-люминесцентный комплекс на основе МДР-23, приемников излучения от 150 до 3500 нм. | MS Office                                       |

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

| Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся                       | Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Перечень лицензионного программного обеспечения |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки) | Мебель: учебная мебель<br>Комплект специализированной мебели: компьютерные столы<br>Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi) | MS Office<br>Adobe Acrobat DC                   |
| Помещение для самостоятельной работы обучающихся (ауд.207С, 120С )                  | Мебель: учебная мебель<br>Комплект специализированной мебели: компьютерные столы<br>Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду                                                                                                                                                                                    | MS Office<br>Adobe Acrobat DC                   |

|  |                                                                                                                                                                                    |  |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  | образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi) |  |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|