

**Белорусский государственный университет**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебной работе  
и образовательным инновациям

О.Н. Здрок

«11» января 2021 г.

Регистрационный № УД- 9619/уч.



**ЛАБОРАТОРИЯ СПЕЦИАЛИЗАЦИИ  
(МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ)**

**Учебная программа учреждения высшего образования  
по учебной дисциплине для специальности**

**1-31 04 06 Ядерные физика и технологии**

Минск 2021

Учебная программа составлена на основе ОСВО 1-31 04 06-2013 и учебного плана № G-31-142/уч. от 30.05.2013 г.

**СОСТАВИТЕЛЬ:**

**Н. И. Поляк** — доцент кафедры физики твердого тела Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент.

**РЕЦЕНЗЕНТ:**

**Ф.Ф. Комаров** — заведующий лабораторией элионики Научно-исследовательского учреждения «Институт прикладных физических проблем им. А.Н. Севченко» Белорусского государственного университета, член-корреспондент НАНБ, доктор физико-математических наук, профессор.

**РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:**

Кафедрой физики твердого тела физического факультета  
Белорусского государственного университета  
(протокол № 6 от 23.12.2020 г.);

Советом физического факультета  
Белорусского государственного университета  
(протокол № 5 от 24.12.2020 г.)

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_



В.В. Углов

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Программа учебной дисциплины «Лаборатория специализации (Материаловедение)» разработана для специальности 1-31 04 06 Ядерные физика и технологии.

### **Цель и задачи учебной дисциплины**

**Цель** учебной дисциплины – практическое овладение студентами основами кристаллографии и приобретение навыков работы с диаграммами состояний бинарных сплавов.

Интенсивно развивающиеся отрасли науки и техники напрямую связаны с кристаллофизикой, изучающей связь симметрии кристаллов и их физических свойств. При изучении структуры, свойств и превращений в сплавах важная роль принадлежит их диаграммам фазового равновесия (или диаграмм состояния). Формирование у студентов навыков самостоятельной исследовательской работы, умения применять полученные научные результаты при создании новых и совершенствования имеющихся функциональных материалов возможно, прежде всего, благодаря выполнению соответствующих лабораторных работ.

**Задачей** учебной дисциплины является изучение симметрии кристаллов, структуры реальных кристаллов, диаграмм состояний бинарных сплавов.

### **Место учебной дисциплины в системе подготовки специалиста с высшим образованием**

Учебная дисциплина относится к **циклу** дисциплин специализаций компонента учреждения высшего образования.

**Связи с другими учебными дисциплинами:** дисциплина необходима для изучения методов контроля в курсе «Физика неразрушающего контроля (часть 2)».

Материал учебной дисциплины основан на знаниях и представлениях, полученных при изучении курсов: «Молекулярная физика», «Электричество и магнетизм», «Физика атома». Он является базовым для последующих курсов по радиационному материаловедению: «Методы исследования структуры материалов», «Радиационные эффекты в твердых телах».

В результате выполнения лабораторного практикума студенты должны:

#### **знать:**

- основные представления о симметрии кристаллов и ее связи с физическими свойствами;
- основные представления о типах диаграмм состояний бинарных сплавов.

#### **уметь:**

- решать кристаллографические задачи с использованием кристаллографических проекций;
- анализировать симметрию кристаллов и симметрию их физических свойств;
- проводить анализ фазового состава на диаграммах состояния;

- строить кривые охлаждения сплавов по данным из диаграмм состояния.

**владеть:**

- символика Бравэ, Шенфлиса и международной символикой Германа-Могена;

- основами построения стандартной проекции и простых форм кристаллов;

- основами анализа фазового состава сплавов при различных температурах, построения кривых охлаждения и зависимостей долей жидкой/твердой фаз от температуры по диаграммам состояния.

**Требования к компетенциям**

Программа учебной дисциплины составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта ОСВО 1-31 04 06-2013 *специальности 1-31 04 06 Ядерные физика и технологии*, введенного в действие постановлением Министерства образования Республики Беларусь от 30.08.2013 №88.

Освоение учебной дисциплины «Лаборатория специализации (Материаловедение)» должно обеспечить формирование следующих академических, социально-личностных и профессиональных компетенций.

**Академические компетенции:**

АК-1. Уметь применять базовые научно-технические знания для решения теоретических и практических задач.

АК-2. Владеть системным и сравнительным анализом.

АК-3. Владеть исследовательскими навыками.

АК-4. Уметь работать самостоятельно.

АК-7. Иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой компьютером.

АК-8. Иметь лингвистические навыки (устная и письменная коммуникация).

**Социально-личностные компетенции:**

СЛК-1. Обладать качествами гражданственности.

СЛК-2. Быть способным к социальному взаимодействию.

СЛК-3. Обладать способностью к межличностным коммуникациям.

СЛК-4. Владеть навыками здорового образа жизни.

**Профессиональные компетенции:**

ПК-1. Применять знания теоретических и экспериментальных основ ядерной физики и ядерных технологий, ядерно-физических методов исследования, методов измерения физических величин, методов автоматизации эксперимента, методов планирования, организации и ведения научно-производственной, научно-педагогической, производственно-технической, опытно-конструкторской работы в области ядерно-физических технологий и атомной энергетики.

ПК-5. Применять полученные знания фундаментальных положений физики, экспериментальных, теоретических и компьютерных методов исследования, планирования, организации и ведения научно-технической работы.

ПК-9. Пользоваться глобальными информационными ресурсами.

ПК-12. Осуществлять поиск, систематизацию и анализ информации по перспективным направлениям развития отрасли, инновационным технологиями, проектам и решениям.

### **Структура учебной дисциплины**

Дисциплина изучается в 6 семестре дневной формы получения высшего образования. Всего на изучение учебной дисциплины «Лаборатория специализации (Материаловедение)» отведено 68 часов, в том числе 42 аудиторных часа, из них: 42 часа – лабораторные работы.

Трудоемкость учебной дисциплины составляет 2 зачетные единицы.

Форма итоговой аттестации – зачет.

## СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

### **Тема 1. Решение кристаллографических задач с помощью сетки Вульфа.**

Наиболее удобным и наглядным способом описания кристаллов являются их стереографические проекции, на которых отражаются углы между ребрами и гранями кристалла. Многие кристаллографические задачи можно легко решать с помощью специальной измерительной сетки - сетки Вульфа.

### **Тема 2. Построение стандартных проекций кристаллов.**

Взаимное расположение граней и ребер кристаллов характеризуется с помощью особых обозначений – символов граней и ребер. Стереографическая проекция полюсов всех важнейших плоскостей кристалла, на которой изображены плоскости с малыми индексами, называется стандартной проекцией (или гномостереографической). Построить стандартную проекцию кристаллов можно по углам между нормальными к граням.

### **Тема 3. Стереографические проекции элементов симметрии кристаллических многогранников.**

Все разнообразие симметрии кристаллических многогранников исчерпывается 32 видами симметрии. Вывод видов симметрии основан на использовании теорем о взаимодействии элементов симметрии: плоскостей симметрии, осей симметрии и центра симметрии.

### **Тема 4. Простые формы кристаллов.**

Нередко совершенно различные многогранники принадлежат к одному и тому же виду симметрии, поэтому при описании кристаллов недостаточно ограничиваться одними элементами симметрии, а необходимо также принимать во внимание их внешний вид. Форма многогранника определяется не только количеством граней, но и их взаимным расположением, количеством сортов граней и соотношением размеров граней разных сортов. Для описания формы кристаллических многогранников, кроме представления об их симметрии, необходима классификация граней, в основе которой лежит понятие о простой форме.

### **Тема 5. Изучение диаграмм состояний бинарных сплавов.**

Диаграмма состояний представляет собой графическое изображение состояний системы и показывает устойчивые состояния, в которых при данных условиях существуют равновесные фазы. Анализ диаграмм состояний позволяет установить фазовый состав сплава при различных температурах, в какой форме эти фазы существуют, а также определить их долю. Диаграммы состояний позволяют правильно выбрать режим термообработки изделия из сплава, а также рекомендовать условия эксплуатации изделий.

## УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Дневная форма получения образования

| Номер раздела, темы | Название раздела, темы   | Количество аудиторных часов |                      |                     |                      |      | Количество часов УСП | Форма контроля знаний  |
|---------------------|--|-----------------------------|----------------------|---------------------|----------------------|------|----------------------|--|
|                     |  | Лекции                      | Практические занятия | Семинарские занятия | Лабораторные занятия | Иное |                      |  |
| 1                   | 2  | 3                           | 4                    | 5                   | 6                    | 7    | 8                    | 9  |
| 1                   | <b>Решение кристаллографических задач с помощью сетки Вульфа</b>                     |                             |                      |                     | 6                    |      |                      | Устный опрос, дискуссия  |
| 2                   | <b>Построение стандартных проекций кристаллов</b>                                    |                             |                      |                     | 6                    |      |                      | Устный опрос, дискуссия  |
| 3                   | <b>Стереографические проекции элементов симметрии кристаллических многогранников</b> |                             |                      |                     | 6                    |      |                      | Устный опрос, дискуссия  |
| 4                   | <b>Простые формы кристаллов</b>  |                             |                      |                     | 6                    |      |                      | Устный опрос, дискуссия  |
| 5                   | <b>Изучение диаграмм состояний бинарных сплавов</b>                                  |                             |                      |                     | 18                   |      |                      | Устный опрос, дискуссия, устный опрос с письменными отчетами по лабораторным работам |
|                     | <b>ИТОГО</b>   |                             |                      |                     | 42                   |      |                      |  |

## **ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

### **Перечень основной литературы**

1. Шаскольская М.П. Кристаллография. –М.: Высшая.школа, 1984. -376 с.
2. Кристаллография: Лабораторный практикум. М.: Физматлит. - 2005, 412 с.
3. Кузьмичева Г.М. Основные разделы кристаллографии. М.: МИТХТ имени М. В. Ломоносова, 2002. – 80 с.
4. Гуляев А.П. Металловедение. М.: Metallургия. 1986, 544 с.
5. Тофпенец Р.Л. Кристаллография / Тофпенец Р.Л., Анисович А.Г. - Минск: Беларуская навука, 2019. -77 с.

### **Перечень дополнительной литературы**

1. Новиков И.И. Теория термической обработки металлов. М.: Metallургия. 1978, 392 с.
2. Келли А.А., Гровс Г. Кристаллография и дефекты в кристаллах. - М.: Мир, 1974. - 496 с.

### **Перечень рекомендуемых средств диагностики и методика формирования оценки текущей успеваемости**

Формой текущей аттестации по дисциплине «Лаборатория специализации (Материаловедение)» учебным планом предусмотрен зачет.

Текущий контроль знаний по дисциплине проводится во время лабораторных занятий.

Оценка текущей успеваемости по дисциплине в семестре находится как средневзвешенное из оценок, полученных за выполнение каждой из лабораторных работ.

В случае неявки на лабораторные работы по уважительной причине студент вправе по согласованию с преподавателем выполнить их в дополнительное время. Для студентов, получивших неудовлетворительные оценки, либо не явившихся по неуважительной причине, по согласованию с преподавателем и с разрешения заведующего кафедрой занятие может быть проведено повторно.

Отчеты по лабораторным работам проводятся в форме устного опроса. Вопросы формулируются в форме, подразумевающей не только краткий ответ, но и возможность краткого обоснования данного ответа. Каждая работа оценивается по десятибалльной системе.

К сдаче зачета допускаются студенты, выполнившие все лабораторные работы с представлением письменных отчетов и защитившие отчеты по лабораторным работам на удовлетворительные оценки.

## Рекомендуемые разделы для устного опроса

1. Кристаллографические проекции.
2. Элементы симметрии кристаллических многогранников.
3. Пространственные группы симметрии.
4. Простые формы кристаллов.
5. Диаграмма состояний и ее назначение.
6. Основные типы диаграмм состояний бинарных сплавов.
7. Правило фаз Гиббса.
8. Правило отрезков.

### Описание инновационных подходов и методов к преподаванию учебной дисциплины

При организации образовательного процесса *используются методы и приемы развития критического мышления*, которые представляют собой систему, формирующую навыки работы с информацией. Формой реализации метода может выступать подготовка устных сообщений по вопросам, связанным с элементами симметрии кристаллических многогранников, простыми формами кристаллов, диаграммами состояния и их назначением, основными типами диаграмм состояния бинарных сплавов, теоретическое рассмотрение которых проходит в процессе лекционных занятий.

Желательным является применение *метода учебной дискуссии*, который предполагает участие студентов в целенаправленном обмене мнениями, идеями для предъявления и/или согласования существующих позиций по определенной проблеме. Реализацию метода рекомендуется осуществлять во время представления кратких сообщений студентов, организовав дискуссию обучающихся. Использование метода обеспечивает появление нового уровня понимания изучаемой темы, применение знаний (теорий, концепций) при решении проблем, определение способов их решения.

### Методические рекомендации по организации самостоятельной работы обучающихся

Основными направлениями самостоятельной работы студента являются:

- подробное ознакомление с программой учебной дисциплины;
- ознакомление со списком рекомендуемой литературы по дисциплине в целом и ее разделам;
- изучение специальной литературы, в частности, современных научных публикаций по изучаемым темам;
- подготовка к зачету.

## ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

| Название дисциплины, с которой требуется согласование | Название кафедры             | Предложения об изменениях в содержании учебной программы по изучаемой учебной дисциплине | Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)       |
|---|------------------------------|--|---|
| Методы исследования структуры материалов              | Кафедра физики твердого тела | нет  | Рекомендовать к утверждению учебную программу в представленном варианте (протокол № 6 от 23.12.2020 г.) |
| Радиационные эффекты в твердых телах                  | Кафедра физики твердого тела | нет  | Рекомендовать к утверждению учебную программу в представленном варианте (протокол № 6 от 23.12.2020 г.) |

**ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ УВО**  
на \_\_\_\_/\_\_\_\_ учебный год

| №<br>№<br>ПП | Дополнения и изменения | Основание |
|--------------|------------------------|-----------|
|              |                        |           |

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры  
(протокол № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.)

Заведующий кафедрой  
физики твердого тела  
д.ф.-м.н., профессор

\_\_\_\_\_ В.В. Углов

УТВЕРЖДАЮ  
Декан физического факультета  
к.ф.-м.н., доцент

\_\_\_\_\_ М.С. Тиванов