

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Кубанский государственный университет»  
Физико-технический факультет

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе,  
качеству образования – первый  
проректор

Иванов А.Г.

2017г.



## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Б1.В.05 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ В ФИЗИКЕ КОНДЕНСИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ**

Направление подготовки 03.04.02 Физика

Направление (профиль) «Физика конденсированного состояния вещества»

Программа подготовки академическая магистратура

Форма обучения очная

Квалификация (степень) выпускника магистр

Краснодар 2017

Рабочая программа дисциплины Б1.В.05 «Экспериментальные методы исследований в физике конденсированного состояния» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 03.04.02 Физика профиль «Физика конденсированного состояния вещества».

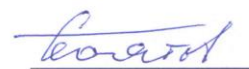
Программу составил:

Б.В. Игнатьев, доцент кафедры физики  
и информационных систем,  
к. ф.-м. наук, доцент

  
подпись

Рабочая программа дисциплины Б1.В.05 «Экспериментальные методы исследований в физике конденсированного состояния» утверждена на заседании кафедры физики и информационных систем  
протокол № 16 «04» мая 2017г.

Заведующий кафедрой (разработчика) Богатов Н.М.

  
подпись

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры теоретической физики  
и компьютерных технологий  
протокол № 12 «03» мая 2017г.

Заведующий кафедрой (выпускающей) Исаев В.А.

  
подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии физико-технического факультета  
протокол № 6 «04» мая 2017г.

Председатель УМК факультета Богатов Н.М.

  
подпись

Рецензенты:

Г.Ф. Копытов заведующий кафедрой радиофизики и нанотехнологий КубГУ  
доктор физико-математических наук профессор

Л.Р. Григорьян генеральный директор ООО НПФ «Мезон»  
кандидат физико-математических наук

## **1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля).**

### **1.1 Цель освоения дисциплины.**

Учебная дисциплина «Экспериментальные методы исследования в физике конденсированного состояния» ставит своей целью ознакомление с особенностями конкретных оптических приборов и установок, оборудования для рентгеноструктурного анализа, а также технологического оборудования для получения кристаллических и аморфных соединений.

### **1.2 Задачи дисциплины.**

В задачи учебной дисциплины «Экспериментальные методы исследования в физике конденсированного состояния» входят:

- изучение основ и физических принципов современных экспериментальных методов анализа структуры, состава и свойств твердых тел;
- ознакомление с основными принципами построения экспериментальных приборов и элементарными навыками работы на них,
- овладение методикой экспериментов, последующей математической обработкой экспериментальных результатов исследования и интерпретацией полученных данных.

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

Дисциплина «Экспериментальные методы исследований в физике конденсированного состояния» относится к вариативной части Блока 1 "Дисциплины (модули)" учебного плана 03.04.02 Физика профиля «Физика конденсированного состояния вещества» и ориентирована при подготовке магистрантов на ознакомление с особенностями конкретных оптических приборов и установок для рентгеноструктурного анализа, технологического оборудования для получения кристаллических и аморфных соединений. Дисциплина находится в логической и содержательно-методологической взаимосвязи с другими частями ООП и базируется на знаниях, полученных при изучении дисциплин «Теория вероятностей и математическая статистика», «Электродинамика и электродинамика сплошных сред», «Оптика» и «Кристаллофизика». Знания, полученные в процессе обучения, необходимы для успешного прохождения производственной и преддипломной практики.

### **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 общепрофессиональной и профессиональной компетенций (ОПК-3, ПК-1)

| № п.п. | Индекс компетенции | Содержание компетенции (или её части)                                                                     | В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны                                                   |                                                                          |                                                                                                                        |
|--------|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|        |                    |                                                                                                           | знать                                                                                                         | уметь                                                                    | владеть                                                                                                                |
| 1.     | ОПК-3              | Способность к активной социальной мобильности, организация научно-исследовательских и инновационных работ | методы организации научно-исследовательских работ в области исследований в физике конденсированного состояния | организовывать исследования в области физики конденсированного состояния | способностью к социальной мобильности для организации инновационных работ в области физики конденсированного состояния |

| № п.п. | Индекс компетенции | Содержание компетенции (или её части)                                                                                                                                                                                          | В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны                |                                                                                                            |                                                                |
|--------|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
|        |                    |                                                                                                                                                                                                                                | знать                                                                      | уметь                                                                                                      | владеть                                                        |
| 2.     | ПК-1               | Способность самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего российского и зарубежного опыта | современную аппаратуру для исследования физики конденсированного состояния | пользоваться современной техникой для физических исследований в области физики конденсированного состояния | современными методами исследований конденсированного состояния |

## 2. Структура и содержание дисциплины.

### 2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ.

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зач.ед. (72 часа), их распределение по видам работ представлено в таблице  
(для студентов ОФО).

| Вид учебной работы                                         |                               | Всего часов | Семестры (часы) |  |  |  |
|------------------------------------------------------------|-------------------------------|-------------|-----------------|--|--|--|
|                                                            |                               |             | 9               |  |  |  |
| Контактная работа, в том числе:                            |                               | 42,3        | 42,3            |  |  |  |
| Аудиторные занятия (всего):                                |                               | 42          | 42              |  |  |  |
| Занятия лекционного типа                                   |                               | 14          | 14              |  |  |  |
| Лабораторные занятия                                       |                               | 28          | 28              |  |  |  |
| Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия) |                               | -           | -               |  |  |  |
|                                                            |                               |             |                 |  |  |  |
| Иная контактная работа:                                    |                               | 0,3         | 0,3             |  |  |  |
| Контроль самостоятельной работы (КСР)                      |                               | -           | -               |  |  |  |
| Промежуточная аттестация (ИКР)                             |                               | 0,3         | 0,3             |  |  |  |
| Самостоятельная работа, в том числе:                       |                               | 3           | 3               |  |  |  |
| Проработка учебного (теоретического) материала             |                               | 3           | 3               |  |  |  |
| Контроль:                                                  |                               | 26,7        | 26,7            |  |  |  |
| Подготовка к экзамену                                      |                               | 26,7        | 26,7            |  |  |  |
| Общая трудоемкость                                         | час.                          | 72          | 72              |  |  |  |
|                                                            | в том числе контактная работа | 42,3        | 42,3            |  |  |  |
|                                                            | зач. ед                       | 2           | 2               |  |  |  |

## 2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.  
Разделы дисциплины, изучаемые в 9 семестре (очная форма)

| №   | Наименование разделов                                                  | Количество часов |                   |    |    |                      |
|-----|------------------------------------------------------------------------|------------------|-------------------|----|----|----------------------|
|     |                                                                        | Всего            | Аудиторная работа |    |    | Внеаудиторная работа |
|     |                                                                        |                  | Л                 | ПЗ | ЛР | СРС                  |
| 1   | 2                                                                      | 3                | 4                 | 5  | 6  | 7                    |
| 1.  | Введение в структурные методы исследования конденсированного состояния | 1                | 1                 | -  | -  | -                    |
| 2.  | Структурные типы кристаллов                                            | 5,5              | 1                 | -  | 4  | 0,5                  |
| 3.  | Неупорядоченные среды                                                  | 5,5              | 1                 | -  | 4  | 0,5                  |
| 4.  | Спектроскопические методы исследования конденсированных сред           | 7                | 2                 | -  | 4  | 1                    |
| 5.  | Интерференционные методы исследования                                  | 3                | 1                 | -  | 2  | -                    |
| 6.  | Дифракционная решетка и ее применение                                  | 3                | 1                 | -  | 2  | -                    |
| 7.  | Спектрометрические измерения                                           | 3                | 1                 | -  | 2  | -                    |
| 8.  | Фотометрические измерения                                              | 3                | 1                 | -  | 2  | -                    |
| 9.  | Спектрофотометры и работа с ними                                       | 3                | 1                 | -  | 2  | -                    |
| 10. | Принятие статистических гипотез при обработке экспериментальных данных | 7                | 2                 | -  | 4  | 1                    |
| 11. | Методы обработки экспериментальных данных                              | 3                | 1                 | -  | 2  | -                    |
| 12. | Учет априорных данных при обработке результатов                        | 1                | 1                 | -  | -  | -                    |
|     | Итого по дисциплине:                                                   |                  | 14                | -  | 28 | 3                    |

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

## 2.3 Содержание разделов дисциплины:

### 2.3.1 Занятия лекционного типа.

| №  | Наименование раздела                                                   | Содержание раздела                                                                                                                                                                                                                      | Форма текущего контроля |
|----|------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| 1  | 2                                                                      | 3                                                                                                                                                                                                                                       | 4                       |
| 1. | Введение в структурные методы исследования конденсированного состояния | Элементы кристаллохимии. Решетки, как шаровые упаковки. Структуры элементов и соединений. Координационное число. Атомный и ионный радиус. Пустоты в плотнейших упаковках.                                                               | К                       |
| 2. | Структурные типы кристаллов                                            | Понятие о структурном типе. Структуры магнетиков. Железо, кобальт, никель. Редкоземельные металлы. Интерметаллиды. Ферриты. Кристаллическая и магнитная структура. Подрешетки. Методы определения структуры и ориентации монокристаллов | К                       |
| 3. | Неупорядоченные среды                                                  | Технологические методы получения упорядоченных сред. Микроскопические и термодинамические аспекты классификации неупорядоченных систем. Виды неупорядоченных систем. Способы классификации неупорядоченных систем.                      | К                       |

|     |                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |   |
|-----|------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
|     |                                                                        | Аморфное и стеклообразное состояние. Технологические методы получения неупорядоченных систем                                                                                                                                                                                                                                |   |
| 4.  | Спектроскопические методы исследования конденсированных сред           | Цели и задачи оптической спектроскопии. Спектральное описание оптической среды. История становления оптической спектроскопии. Сравнение проблемы спектрального анализа излучения в оптическом диапазоне и радиодиапазоне. Требования к разрешению и интервалу сканирования оптического спектроанализатора                   | К |
| 5.  | Интерференционные методы исследования                                  | Интерференция как основа построения спектроанализаторов в оптике. Двухлучевой интерферометр. Две ветви интерферометров (интерферометр Релея, интерферометр Майкельсона), различия в их светосиле. Основные типы спектральных приборов. Фурье-спектрометр и его характеристики.                                              | К |
| 6.  | Дифракционная решетка и ее применение                                  | Дифракционная решетка. Приближения в теории дифракции. Теория дифракционной решетки. Типы реальных дифракционных решеток, их особенности. Призма как предельный случай дифракционной решетки, сравнение их характеристик                                                                                                    | К |
| 7.  | Спектрометрические измерения                                           | Базовая схема оптического спектрометра. Требования к щелям, нормальная ширина щели. Когерентное и некогерентное освещение щели. Аппаратная функция спектрометра. Восстановление точного спектра как обратная задача. Метрологическое обеспечение измерения длин волн в оптике. Эталоны и стандарты. Калибровка спектрометра | К |
| 8.  | Фотометрические измерения                                              | Фотометрическое обеспечение спектроскопии. История развития спектрофотометрии. Флуктуации интенсивности светового поля. Современные оптические приемники, их шумы. Связь между точностью фотометрирования и точностью определения спектрального состава излучения. Фотометрические инварианты                               | К |
| 9.  | Спектрофотометры и работа с ними                                       | Светосила спектрофотометра, ее ограничения. Источник света и кюветы для абсорбционной спектроскопии. Пути увеличения светосилы спектральных приборов                                                                                                                                                                        | К |
| 10. | Принятие статистических гипотез при обработке экспериментальных данных | Интерпретация наблюдений – понятие модели, класс модели, выбор модели. Методы сопоставления модели с экспериментальными данными, критерии сопоставления. Выбор класса модели на основе метода проверки статистических гипотез и при информационном подходе. Косвенный характер экспериментальных данных и обратные задачи.  | К |
| 11. | Методы обработки                                                       | Первичная обработка экспериментальных                                                                                                                                                                                                                                                                                       | К |

|     |                                                              |                                                                                                                                                                                                         |   |
|-----|--------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
|     | экспериментальных данных                                     | данных. Ошибки, возникающие при первичной обработке экспериментальных данных, и их причины. Методы усреднения экспериментальных данных. Проблемы точности, верхняя и нижняя границы ошибок эксперимента |   |
| 12. | Учет априорных данных при обработке результатов эксперимента | Учет априорных данных и информационных оценок при выборе коэффициента регуляризации и определении нижней границы возможной ошибки. Квазиреальные эксперименты – методы, цели, решаемые задачи           | К |

### 2.3.2 Занятия семинарского типа.

Занятия семинарского типа не предусмотрены.

### 2.3.3 Лабораторные занятия.

| №  | Наименование лабораторных работ                              | Форма текущего контроля      |
|----|--------------------------------------------------------------|------------------------------|
| 1  | 3                                                            | 4                            |
| 1. | Структурные типы кристаллов                                  | Отчет по лабораторной работе |
| 2. | Спектроскопические методы исследования конденсированных сред | Отчет по лабораторной работе |
| 3. | Интерференционные методы исследования                        | Отчет по лабораторной работе |
| 4. | Дифракционная решетка и ее применение                        | Отчет по лабораторной работе |
| 5. | Спектрометрические измерения                                 | Отчет по лабораторной работе |
| 6. | Фотометрические измерения                                    | Отчет по лабораторной работе |

### 2.3.4 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  | 2                                              | 3                                                                                                                                                                    |
| 1. | Проработка учебного (теоретического) материала | Созинов С.А. Структурные методы исследования кристаллов / С.А. Созинов, Л.В. Колесников. - Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2012. - 108 с. – Режим |

|  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|--|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  | доступа: URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=232740">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=232740</a> .<br>Гольдаде В.А. Физика конденсированного состояния / В.А. Гольдаде, Л.С. Пинчук. - Минск: Белорусская наука, 2009. - 648 с. – Режим доступа: URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=93309">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=93309</a> . |
|  |  | Локальные сети учебных аудиторий                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|  |  | Глобальная сеть Интернет                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

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.

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.

### **3. Образовательные технологии.**

При реализации учебной работы по освоению курса «Экспериментальные методы исследования в физике конденсированного состояния» используются современные образовательные технологии:

- информационно-коммуникационные технологии;
- исследовательские методы в обучении;
- проблемное обучение.

Успешное освоение материала курса предполагает большую самостоятельную работу аспирантов и руководство этой работой со стороны преподавателей.

В учебном процессе используются активные и интерактивные формы проведения занятий: метод проектов, метод поиска быстрых решений в группе, мозговой штурм.

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

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

#### **4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля.**

##### **4.1.1 Перечень контрольных вопросов.**

1. Элементы кристаллохимии. Структуры элементов и соединений. Атомный и ионный радиус.
2. Понятие о структурном типе. Кристаллическая и магнитная структура. Подрешетки.
3. Интерференция как основа построения спектроанализаторов в оптике. Двухлучевой интерферометр.
4. Цели и задачи оптической спектроскопии. Требования к разрешению и интервалу сканирования оптического спектроанализатора.
5. Базовая схема оптического спектрометра. Требования к щелям, нормальная



ширина щели. Эталоны и стандарты. Калибровка спектрометра

6. Методы сопоставления модели с экспериментальными данными, критерии сопоставления. Выбор класса модели на основе метода проверки статистических гипотез и при информационном подходе.

7. Первичная обработка экспериментальных данных. Ошибки, возникающие при первичной обработке экспериментальных данных, и их причины. Методы усреднения экспериментальных данных.

## **4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.**

### **4.2.1 Контрольные вопросы для подготовки к экзамену.**

1. Решетки, как шаровые упаковки. Структуры элементов и соединений.
2. Координационное число. Атомный и ионный радиус.
3. Пустоты в плотнейших упаковках. Понятие о структурном типе.
4. Структуры магнетиков. Железо, кобальт, никель.
5. Редкоземельные металлы. Интерметаллиды.
6. Ферриты. Кристаллическая и магнитная структура. Подрешетки.
7. Методы определения структуры и ориентации монокристаллов.
8. Технологические методы получения упорядоченных сред.
9. Микроскопические и термодинамические аспекты классификации неупорядоченных систем. Виды неупорядоченных систем. Способы классификации неупорядоченных систем.
10. Аморфное и стеклообразное состояние. Технологические методы получения неупорядоченных систем.
11. Спектральное описание оптической среды.
12. Сравнение спектральных методов исследования в оптике и радиофизике.
13. Требования к разрешению и интервалу сканирования оптического спектроанализатора.
14. Интерференция как основа построения спектроанализаторов в оптике. Двухлучевой интерферометр.
15. Две ветви интерферометров (интерферометр Релея, интерферометр Майкельсона), различия в их светосиле.
16. Основные типы спектральных приборов. Фурье-спектрометр и его характеристики.
17. Дифракционная решетка. Приближения в теории дифракции. Теория дифракционной решетки.
18. Типы реальных дифракционных решеток, их особенности. Призма как предельный случай дифракционной решетки, сравнение их характеристик.
19. Базовая схема оптического спектрометра. Требования к щелям, нормальная ширина щели. Когерентное и некогерентное освещение щели. Аппаратная функция спектрометра.
20. Восстановление точного спектра как обратная задача. Метрологическое обеспечение измерения длин волн в оптике. Эталоны и стандарты. Калибровка спектрометра.
21. Фотометрическое обеспечение спектроскопии. История развития спектрофотометрии.
22. Флуктуации интенсивности светового поля. Современные оптические приемники, их шумы.
23. Связь между точностью фотометрирования и точностью определения спектрального состава излучения. Фотометрические инварианты.
25. Светосила спектрофотометра, ее ограничения. Источник света и кюветы для абсорбционной спектроскопии. Пути увеличения светосилы спектральных приборов.

26. Интерпретация наблюдений – понятие модели, класс модели, выбор модели. Методы сопоставления модели с экспериментальными данными, критерии сопоставления.
27. Выбор класса модели на основе метода проверки статистических гипотез и при информационном подходе.
28. Косвенный характер экспериментальных данных и обратные задачи.
29. Первичная обработка экспериментальных данных. Ошибки, возникающие при первичной обработке экспериментальных данных, и их причины.
30. Методы усреднения экспериментальных данных. Проблемы точности, верхняя и нижняя границы ошибок эксперимента.
31. Учет априорных данных и информационных оценок при выборе коэффициента регуляризации и определении нижней границы возможной ошибки.
32. Квазиреальные эксперименты – методы, цели, решаемые задачи.

### Образец экзаменационного билета

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

**«Кубанский государственный университет»**  
(ФГБОУ ВО «КубГУ»)

Кафедра физики и информационных систем  
Направление подготовки 03.04.02 Физика  
(«Физика конденсированного состояния вещества»)  
2017–2018 уч. год

Дисциплина «Экспериментальные методы исследований в физике конденсированного  
состояния»

#### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Решетки, как шаровые упаковки. Структуры элементов и соединений.
2. Квазиреальные эксперименты – методы, цели, решаемые задачи.

Зав. кафедрой  
физики и информационных систем  
д. ф.-м. н. проф.

Богатов Н.М.

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 основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля).**

### **5.1 Основная литература:**

1) Созинов С.А. Структурные методы исследования кристаллов / С.А. Созинов, Л.В. Колесников. - Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2012. - 108 с. – Режим доступа: URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=232740>.

2) Гольдаде В.А. Физика конденсированного состояния / В.А. Гольдаде, Л.С. Пинчук. - Минск: Белорусская наука, 2009. - 648 с. – Режим доступа: URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=93309>.

Для освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья имеются издания в электронном виде в электронно-библиотечных системах «Лань» и «Юрайт».

### **5.2 Дополнительная литература:**

1. Каныгина О.Н. Физические методы исследования веществ / О.Н. Каныгина, А.Г. Четверикова, В.Л. Бердинский. - Оренбург: ОГУ, 2014. - 141 с. – Режим доступа: URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=330539>.

2. Интерактивные системы Scilab, Matlab, Mathcad / И.Е. Плещинская, А.Н. Титов, Е.Р. Бадертдинова, С.И. Дуев. - Казань: Издательство КНИТУ, 2014. - 195 с. – Режим доступа: URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428781>.

3. Губина Т.Н. Учебно-методическое пособие по дисциплине «Компьютерное моделирование» / Т.Н. Губина, И.Н. Тарова. - Елец: ЕГУ им. И.А. Бунина, 2004. - 155 с. – Режим доступа: URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=272142>.

4. Фомин Д.В. Экспериментальные методы физики твердого тела / Д.В. Фомин. - Москва; Берлин: Директ-Медиа, 2014. - 186 с. – Режим доступа: URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259074>.

### **5.3. Периодические издания:**

1. Квантовая электроника.
2. Физика твердого тела.
3. Журнал экспериментальной и теоретической физики.
4. Журнал физической химии.

## **6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля).**

1. Сайт научной библиотеки сибирского федерального университета <http://files.lib.sfu-kras.ru/ebibl/umkd/94/>

2. Сайт содержащий справочные данные различных кристаллов: <http://refractiveindex.info/>.

3. <http://www.lebedev.ru>.
4. <http://www.gpi.ru>.
5. <http://www.polyus.msk.ru>.

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

По курсу предусмотрено проведение лекционных занятий, на которых дается основной систематизированный материал.

Сопровождение самостоятельной работы студентов организовано в следующих формах:

- оформление отчетов по лабораторным работам и подготовка к устной их защите;
- усвоение, дополнение и вникание в разбираемые разделы дисциплины при помощи знаний получаемых по средством изучения рекомендуемой литературы;
- консультации, организованные для разъяснения проблемных моментов при самостоятельном изучении тех или иных аспектов разделов усваиваемой информации в 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.

## **8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю).**

### **8.1 Перечень информационных технологий.**

Информационные технологии - не предусмотрены.

### **8.2 Перечень необходимого программного обеспечения.**

1. Statistica.
2. Mathcad Prime 3.

### **8.3 Перечень информационных справочных систем:**

1. Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU (<http://www.elibrary.ru>).
2. Сайт, содержащий справочные данные различных кристаллов используемых для лазеров: <http://refractiveindex.info>.

## **9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).**

| <b>№</b> | <b>Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>                                                                                      | <b>Номера аудиторий / кабинетов</b> |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| 1.       | Лекционные аудитории, специально оборудованные мультимедийными демонстрационными комплексами                                                                          | 201С, 207С, 209С, 212С, 213С        |
| 2.       | Компьютерные классы с выходом в Интернет на 16 посадочных мест                                                                                                        | 207С, 212С, 213С                    |
| 3.       | Аудитории для самостоятельной работы, с рабочими местами, оснащенными компьютерной техникой с подключением к сети «Интернет» и обеспечением неограниченного доступа в | 207С, 208С, 212С, 213С, 224С        |

|    |                                                                                                                                                                                   |                  |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
|    | электронную информационно-образовательную среду организации для каждого обучающегося, в соответствии с объемом изучаемых дисциплин                                                |                  |
| 4. | Учебные специализированные лаборатории и кабинеты, оснащенные лабораторным оборудованием (рабочие станции, мультимедийное оборудование)                                           | 207С, 212С, 213С |
| 5. | Учебно-методический, исследовательский ресурсный центр – Учебно-научный центр компьютерных технологий укомплектован специализированной мебелью и техническими средствами обучения | 213С, 213С, 224С |
| 6. | Методический кабинет или специализированная библиотека – лаборатория Информационно-аналитического обеспечения, оснащенная компьютерными рабочими местами с выходом в Интернет     | 202С             |
| 7. | Специальное помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования                                                                                         | 214С             |
| 8. | Помещение для проведения текущей и промежуточной аттестации, укомплектованное специализированной мебелью и техническими средствами обучения                                       | 209С, 223С       |

## РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины  
Б1.В.04 «Экспериментальные методы исследований в физике конденсированного состояния»  
по направлению подготовки 03.04.02 – Физика  
профиль «Физика конденсированного состояния вещества» (квалификация «магистр»).

Данная дисциплина (общий объем 72 часа – 2 зачетные единицы) изучается магистрантами в течение одного семестра, формой итогового контроля является экзамен.

В результате изучения курса магистрант должны овладеть основными приемами экспериментальных исследований, оценивать порядки физических величин, использовать полученные знания в различных областях физической науки и техники, приобрести навыки применения современной техники в физических исследованиях.

Рабочая программа включает следующие разделы: цели и задачи дисциплины, место дисциплины в структуре основной образовательной программы, перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы, общую трудоемкость дисциплины, образовательные технологии, формы промежуточной аттестации, описание учебно-методического, информационного и материально-технического обеспечения дисциплины. Указаны примеры оценочных средств для контроля результатов обучения.

Программа включает в себя содержание отдельных разделов дисциплины, лабораторные занятия, вопросы, которые выносятся на экзамен, список основной и дополнительной литературы.

Из всего вышеприведенного следует заключение, что данная рабочая программа дисциплины полностью соответствует ФГОС ВО и основной образовательной программе по направлению подготовки 03.04.02 Физика, профиль «Физика конденсированного состояния вещества» (квалификация «магистр») и может быть использована в учебном процессе в ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет».

Рецензент:

Заведующий кафедрой радиофизики и нанотехнологий  
физико-технического факультета ФГБОУ ВО «КубГУ»  
доктор физико-математических наук профессор



Г.Ф. Копытов

## РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины  
Б1.В.05 «Экспериментальные методы исследований в физике конденсированного состояния»  
по направлению подготовки 03.04.02 – Физика  
профиль «Физика конденсированного состояния вещества» (квалификация «магистр»).

Цель разработанной программы – изучение основных экспериментальных методов исследований в физике конденсированного состояния. В рамках дисциплины магистранты знакомятся с особенностями конкретных оптических приборов и установок, оборудованием для рентгеноструктурного анализа, технологическим оборудованием для получения кристаллических и аморфных соединений.

В результате изучения курса магистрант должен:

– иметь четкие представления о современных методах экспериментальных исследований в физике конденсированного состояния;

– знать основные законы, идеи и принципы строения конденсированных сред, их оптических, электрических, магнитных и других свойств, их становление и развитие в исторической последовательности, их математическое описание и практическое использование.

Программа включает в себя содержание отдельных разделов дисциплины, темы лекций, лабораторных и практических занятий, вопросы, которые выносятся на экзамен, список основной и дополнительной литературы.

Из всего вышеприведенного следует заключение, что данная рабочая программа дисциплины полностью соответствует ФГОС ВО и основной образовательной программе по направлению подготовки 03.04.02 Физика, профиль «Физика конденсированного состояния вещества» (квалификация «магистр») и может быть использована в учебном процессе в ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет».

Рецензент:  
кандидат физ.-мат. наук  
директор ООО НПФ «Мезон»



Л.Р. Григорьян