

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе Российской академии наук  
(ФТИ им. А.Ф. Иоффе)



УТВЕРЖДАЮ

Директор

С.В. Иванов

«13» 04 2022 г.

**ПРОГРАММА  
ПОДГОТОВКИ НАУЧНЫХ И НАУЧНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ КАДРОВ  
В АСПИРАНТУРЕ ПО НАУЧНОЙ СПЕЦИАЛЬНОСТИ**

**1.3.8 ФИЗИКА КОНДЕНСИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ**

Срок освоения программы 4 года

Принята решением Ученого совета  
от 04.03.2022 № 03/22

Санкт-Петербург

2022 г.

## **1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ И НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ**

Программа подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности 1.3.8 Физика конденсированного состояния (далее – программа аспирантуры), реализуемая в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе Российской академии наук (далее – Институт), представляет собой систему документов, разработанных на основе федеральных государственных требований к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов), утвержденных приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 20.10.2021 г. № 951 (далее – ФГТ). Программа аспирантуры разработана в соответствии с «Порядком разработки программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре», утвержденным решением Ученого совета Института от 04.03.2022 №03/22, и в соответствии с номенклатурой научных специальностей, утверждаемой Министерством науки и высшего образования Российской Федерации.

Программа аспирантуры регламентирует цель, ожидаемые результаты, содержание, условия и технологии реализации образовательного процесса аспирантов и включает в себя научный компонент, образовательный компонент, а также итоговую аттестацию.

При реализации программы аспирантуры возможно применение электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, сетевой формы обучения.

## **2. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ АСПИРАНТУРЫ**

### **2.1. Цель программы**

Цель программы аспирантуры – подготовка научных и научно-педагогических кадров высшей квалификации, способных к инновационной деятельности в сфере науки, образования, защита аспирантом диссертации на соискание ученой степени кандидата наук.

### **2.2. Нормативный срок освоения программы**

Нормативный срок освоения программы аспирантуры, включая каникулы, предоставляемые после прохождения итоговой аттестации, вне зависимости от применяемых образовательных технологий, составляет в соответствии с ФГТ по данной научной специальности 4 года.

При обучении по индивидуальному плану работы инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья срок может быть продлен по согласованию с обучающимся не более чем на 1 год.

### **2.3. Объем программы**

Объем программы аспирантуры по данной научной специальности 240 зачетных единиц (далее - з.е.) вне зависимости от применяемых образовательных технологий, использования сетевой формы и (или) индивидуального учебного плана при реализации программы аспирантуры.

Объем программы аспирантуры, реализуемый за один учебный год, не включая объем факультативных дисциплин, в очной форме обучения составляет 60 з.е., при обучении по индивидуальному плану – в соответствии с индивидуальным планом аспиранта для каждого учебного года, но не более 75 з.е. в год.

### **2.4. Структура и содержание программы аспирантуры**

Программа аспирантуры включает в себя научный компонент, образовательный компонент и итоговую аттестацию.

**Научный компонент программы аспирантуры** включает:

- научную деятельность аспиранта, направленную на подготовку к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук (далее – диссертация);
- публикацию результатов исследования в рецензируемых научных изданиях уровня, требуемого для подготовки диссертации (число публикаций – не менее трех); апробацию результатов на конференциях, форумах, симпозиумах, семинарах; при планировании прикладных результатов – подачу заявок на охраноспособные РИД;
- промежуточную аттестацию по этапам выполнения научного исследования.

**Образовательный компонент программы аспирантуры** включает:

- дисциплины (модули), в том числе факультативные дисциплины;
- практику;
- промежуточную аттестацию по дисциплинам (модулям) и практике.

Дисциплины (модули) являются обязательными для освоения аспирантом.

Факультативные дисциплины являются необязательными для освоения аспирантом.

**Итоговая аттестация** проводится в форме оценки диссертации на предмет ее соответствия критериям, установленным в соответствии с Федеральным законом от 23.08.1996 № 127-ФЗ «О науке и государственной научно-технической политике».

Структура программы аспирантуры представлена в табл. 1.



# Структура программы аспирантуры

Таблица 1

| №                            | Наименование компонентов программ аспирантуры и их составляющих                                                                                             | Форма контроля                   | Объем в зачётных единицах | Объем в часах |
|------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------|---------------|
| <b>1.</b>                    | <b>Научный компонент</b>                                                                                                                                    |                                  | <b>213</b>                | <b>7668</b>   |
| 1.1.                         | Научная деятельность, направленная на подготовку диссертации к защите                                                                                       |                                  | 209                       | 7524          |
| 1.2                          | Подготовка публикаций и (при необходимости) заявок на охраноспособные РИД, апробация результатов путем участия в конференциях и прочих научных мероприятиях |                                  | 4                         | 144           |
| 1.3.                         | Промежуточная аттестация по этапам выполнения научного исследования                                                                                         | зачет с оценкой                  |                           |               |
| <b>2.</b>                    | <b>Образовательный компонент</b>                                                                                                                            |                                  | <b>21</b>                 | <b>756</b>    |
| 2.1.                         | Дисциплины (модули), элективные дисциплины, направленные на подготовку к сдаче кандидатских экзаменов                                                       |                                  | 19                        | 684           |
| 2.1.1                        | История и философия науки                                                                                                                                   | реферат, кандидатский экзамен    | 5                         | 180           |
| 2.1.2.                       | Иностранный язык                                                                                                                                            | кандидатский экзамен             | 4                         | 144           |
| 2.1.3.                       | Физика конденсированного состояния                                                                                                                          | кандидатский экзамен             | 2                         | 72            |
| 2.1.4.                       | Педагогика высшего образования                                                                                                                              | зачет                            | 2                         | 72            |
| 2.1.5.                       | Численные методы в физике                                                                                                                                   | зачет                            | 2                         | 72            |
| 2.1.6.                       | Оптическая спектроскопия полупроводниковых гетероструктур                                                                                                   | зачет                            | 2                         | 72            |
| 2.1.7.                       | Фазовые переходы и фазовые состояния в твердых телах                                                                                                        | зачет                            | 2                         | 72            |
| 2.2.                         | <i>Факультативные дисциплины*</i>                                                                                                                           |                                  |                           |               |
| 2.2.1.                       | Современные методы исследования твердых тел                                                                                                                 | зачет                            | 4                         | 144           |
| 2.2.2.                       | ЭПР: основы и применения                                                                                                                                    | зачет                            | 4                         | 144           |
| 2.2.3.                       | Физическая кинетика                                                                                                                                         | зачет                            | 3                         | 108           |
| 2.2.4.                       | Магнетизм конденсированных сред                                                                                                                             | зачет                            | 3                         | 108           |
| 2.3.                         | Практика                                                                                                                                                    |                                  |                           |               |
| 2.3.1.                       | Научно-исследовательская практика                                                                                                                           | зачет с оценкой                  | 2                         | 72            |
| 2.4.                         | Промежуточная аттестация по дисциплинам и практике                                                                                                          | зачет с оценкой                  |                           |               |
| <b>3.</b>                    | <b>Итоговая аттестация</b>                                                                                                                                  | <b>заключение по диссертации</b> | <b>6</b>                  | <b>216</b>    |
| <b>Общий объем программы</b> |                                                                                                                                                             |                                  | <b>240</b>                | <b>8640</b>   |

\*В общем объеме часов и з.е. не учитываются



Аспиранты, совмещающие освоение программы аспирантуры с трудовой деятельностью, вправе по согласованию со своим научным руководителем проходить практику по месту трудовой деятельности в случаях, если эта деятельность соответствует требованиям программы аспирантуры к проведению практики.

### 3. АННОТАЦИИ РАБОЧИХ ПРОГРАММ

#### 3.1. Научный компонент программы аспирантуры

| 3.1.1 Вид научной деятельности                             | Научная деятельность, направленная на подготовку диссертации к защите                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Содержание                                                 | Подготовка аспиранта к самостоятельной научно-исследовательской деятельности. Развитие способности выполнять научные исследования в составе коллектива и самостоятельно. Получение знаний и навыков, необходимых для написания диссертации и дальнейшей научной деятельности.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Результаты научной (научно-исследовательской) деятельности | <p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методологию экспериментальных и теоретических исследований в области физики конденсированного состояния;</li> <li>- этапы исследовательской деятельности и особенности реализации различных этапов;</li> <li>- методы организации научно-исследовательской работы;</li> <li>- методы критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях;</li> <li>- тенденции развития наук в направлении выбранной тематики научных исследований;</li> <li>- общие законы физики, квантовой механики, термодинамики и кинетики вещества в области выбранной тематики научных исследований;</li> <li>- математические методы обработки результатов наблюдений и оценки точности и погрешности измерений.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ставить и решать научные задачи, обосновывать темы научно-исследовательских работ;</li> <li>- осуществлять критический анализ тенденций развития наук в направлении выбранной тематики научных исследований;</li> <li>- читать, понимать и использовать в своей научной работе оригинальную научную литературу по специальности, для оценки степени новизны полученных результатов;</li> <li>- пользоваться общими законами физики, квантовой механики, термодинамики и кинетики вещества в зависимости от конкретных условий;</li> <li>- использовать в самостоятельной практической научно-исследовательской деятельности основные принципы решения научно-исследовательских задач с учетом последних мировых достижений науки и технологий;</li> <li>- критически анализировать и оценивать современные научные</li> </ul> |

|                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                         | <p>достижения, генерировать новые идеи при решении исследовательских и прикладных задач, в том числе в междисциплинарных областях;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения;</li> <li>- работать со специальными компьютерными программами обработки полученной информации;</li> <li>- использовать современные методы и технологии научной коммуникации.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методикой оценки степени научной, технической и технологической новизны полученных результатов исследований;</li> <li>- принципами постановки научно-технических задач и способами их решения;</li> <li>- навыками критического анализа и оценки современных научных достижений, генерирования новых идей при решении исследовательских и прикладных задач в выбранной научной области;</li> <li>- навыками разработки и исследования новых проблем на основе фундаментальных достижений физики конденсированного состояния и их прикладного использования;</li> <li>- методологией и технологией практической научно-исследовательской деятельности в избранной научной области;</li> <li>- методами и программными средствами обработки экспериментальных данных;</li> <li>- навыками самостоятельной практической научно-исследовательской деятельности в избранной научной области (в соответствии с темой кандидатской диссертации)</li> </ul> |
| Формы самостоятельной работы аспирантов | Научные исследования и анализ полученных результатов. Написание, оформление и представление диссертации для прохождения итоговой аттестации                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>3.1.2 Вид научной деятельности</b>   | <b>Подготовка публикаций и (при необходимости) заявок на охраноспособные РИД, апробация результатов путем участия в конференциях и прочих научных мероприятиях</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Содержание                              | Развитие аспирантом самостоятельной публикационной активности. Оформление и изложение результатов научной и научно-исследовательской деятельности. Обсуждение результатов и перспектив исследований с коллегами. При необходимости – освоение начальных навыков защиты интеллектуальной собственности                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Результаты научной деятельности         | <p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные правила представления и оформления научной информации с учетом соблюдения авторских прав;</li> <li>- типовые требования к содержанию и правила оформления рукописей к публикации в рецензируемых научных изданиях;</li> <li>- методологию подготовки научного материала к публикации;</li> <li>- виды и объекты интеллектуальной собственности;</li> <li>- методику оформления заявок на патенты и прочие</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

|                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                          | <p>охраноспособные РИД (при необходимости);</p> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- подготовить результаты исследования к публикации;</li> <li>- представлять научные результаты по теме диссертационной работы в виде публикаций в рецензируемых научных изданиях;</li> <li>- делать презентации результатов своих научных исследований;</li> <li>- оперировать понятиями и определениями авторского и патентного права;</li> <li>- составлять заявки на правовую охрану объектов интеллектуальной собственности (при необходимости);</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками публикации и публичного представления результатов научно-исследовательской деятельности;</li> <li>- навыками составления и подачи заявок по правовой охране объектов интеллектуальной собственности (при необходимости).</li> </ul> |
| <b>Трудоемкость, з.е.</b>                                                                                | <b>213 з.е. (7668 час.)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>3.1.3<br/>Промежуточная<br/>аттестация по<br/>этапам<br/>выполнения<br/>научного<br/>исследования</b> | зачет с оценкой 1-7 семестры                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |



### 3.2. Образовательный компонент

#### 3.2.1 Дисциплины (модули), направленные на подготовку к сдаче кандидатских экзаменов:

#### ИСТОРИЯ И ФИЛОСОФИЯ НАУКИ

|                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |        |                      |                        |          |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------------------|------------------------|----------|
| Содержание                              | 1. Общие проблемы философии науки.<br>2. Основные этапы общей истории науки<br>3. История и философско-методологические проблемы профессионального знания                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |        |                      |                        |          |
| Результаты освоения дисциплины (модуля) | По итогам освоения дисциплины аспирант должен:<br><b>Знать:</b><br>- историю развития познавательных программ мировой и отечественной философской мысли, проблемы современной философии науки и основных направлений специализированного знания;<br>- социально-этические аспекты науки и научной деятельности, нормативно-ценностные проблемы философской и научной мысли, вопросы социальной ответственности ученого и формы ее реализации;<br><b>Уметь:</b><br>- самостоятельно осмысливать динамику научно-технического творчества в ее социокультурном контексте;<br>- ориентироваться в аксиологических аспектах науки;<br>- воспроизвести теоретическую эволюцию типов рациональности своей науки, гносеологические и философско-методологические проблемы, решаемые видными творцами этих наук на разных этапах их истории;<br>- ориентироваться в ключевых проблемах науки как социокультурного феномена, ее функциях и законах развития, объединяющих научно-методологическую идентичность с мировоззренческой направленностью<br><b>Владеть:</b><br>- принципами анализа различных философских концепций науки;<br>- научно-философскими представлениями о природе и научно-образовательных функциях науки как формы общественного сознания;<br>- категориальным аппаратом философии и науки; методологией научного исследования; навыками планирования и осуществления научной деятельности на основе идеалов и норм научности;<br>- навыками публичной речи, аргументации, ведения дискуссии и полемики, практического анализа логики научных рассуждений, философского видения мира как особого способа духовного освоения действительности |        |                      |                        |          |
| Трудоемкость, з.е.                      | 5 з.е. (180 ч)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |        |                      |                        |          |
| Объем занятий, часов                    | Общий объем, час                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Лекции | Практические занятия | Самостоятельная работа | Контроль |
|                                         | 180                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 54     | 54                   | 36                     | 36       |

|                                                       |                                                                                                                                                                               |
|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Формы<br>самостоятельно<br>й работы<br>аспирантов     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- изучение материалов по пройденной тематике;</li> <li>- подготовка к практическим занятиям;</li> <li>- написание реферата.</li> </ul> |
| <b>Промежуточная<br/>аттестация по<br/>дисциплине</b> | Реферат (2 семестр)<br>Кандидатский экзамен (2 семестр)                                                                                                                       |

## ИНОСТРАННЫЙ ЯЗЫК

|                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |        |                      |                        |      |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------------------|------------------------|------|
| Содержание                              | <p>1. Основы иностранного языка для аспирантов. Лексико-грамматические и стилистические особенности научного стиля текстов на государственном (русском) и на изучаемом иностранном языке.</p> <p>2. Перевод специализированных текстов научного стиля с иностранного языка на государственный (русский) и с государственного (русского) на иностранный язык.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |        |                      |                        |      |
| Результаты освоения дисциплины (модуля) | <p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- базовые понятия грамматического строя, изучаемого иностранного языка;</li> <li>- основные модели словообразования в изучаемом иностранном языке;</li> <li>- общеупотребительную лексику иностранного языка;</li> <li>- лексику общенаучного словаря;</li> <li>- основную терминологическую лексику по своему профилю,</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- общаться на иностранном языке, использовать иностранный язык в профессиональной коммуникации и межличностном общении;</li> <li>- понимать устную монологическую и диалогическую речь на бытовые, социальные и профессиональные темы;</li> <li>- писать деловые письма, отчеты о проведенных экспериментах, тезисы для конференций и статьи для научных журналов на иностранном языке;</li> <li>- самостоятельно работать со специальной литературой на иностранном языке с целью получения профессиональной информации</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками разговорной речи;</li> <li>- основными навыками письменной речи;</li> <li>- навыками профессионального общения;</li> <li>- навыками подготовки презентаций по профессиональной тематике на иностранном языке;</li> <li>- навыками пользования электронными ресурсами для совершенствования знаний иностранного языка и работы с профессионально-ориентированными материалами на иностранном языке;</li> <li>- навыками чтения и перевода специализированных текстов на иностранном языке</li> </ul> |        |                      |                        |      |
| Трудоемкость, з.е.                      | <b>4 з.е (144 час.):</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |        |                      |                        |      |
| Объем занятий, часов                    | Общий объем                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Лекции | Практические занятия | Самостоятельная работа | Роль |
|                                         | 144                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | -      | 72                   | 63                     | 9    |
| Формы самостоятельной работы            | Изучение материалов по пройденной тематике, подготовка к практическим занятиям, выполнение письменного перевода                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |        |                      |                        |      |



|                                               |                                  |
|-----------------------------------------------|----------------------------------|
| аспирантов                                    |                                  |
| <b>Промежуточная аттестация по дисциплине</b> | Кандидатский экзамен (2 семестр) |

## ФИЗИКА КОНДЕНСИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ

|                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Содержание                              | <p>Основные темы дисциплины:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Кристаллические и аморфные твердые тела. Методы исследования структуры.</li> <li>2. Дефекты кристаллической решетки.</li> <li>3. Основы зонной теории кристаллов.</li> <li>4. Электронные состояния в твердых телах.</li> <li>5. Процессы переноса и теплоемкость твердых тел.</li> <li>6. Диамагнетизм, парамагнетизм и ферромагнетизм твердых тел.</li> <li>7. Сверхпроводимость.</li> <li>8. Оптические свойства твердых тел</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Результаты освоения дисциплины (модуля) | <p>Аспирант должен продемонстрировать следующие результаты освоения дисциплины:</p> <p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- современные методы получения и обработки экспериментальных данных по теме исследования;</li> <li>- задачи теоретических и (или) экспериментальных научных исследований и решать их с помощью соответствующего физико-математического аппарата, современной аппаратуры и информационных технологий;</li> <li>- современные методы анализа, представления и передачи информации, использовать пакеты прикладных программ;</li> <li>- перечень изданий, включая журналы, материалы конференций и семинаров и т.п., а также ресурсы в сети Интернет, представляющий актуальную информацию по тематике проводимого исследования</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применять различные методы физических исследований в избранной предметной области;</li> <li>- правильно и разумно критически оценивать новые публикуемые результаты, сопоставлять их с собственными результатами, использовать их в своей работе;</li> <li>- самостоятельно и (или) в составе исследовательской группы разрабатывать, исследовать и применять математические и физические модели для качественного и количественного описания явлений и процессов и/или разработки новых технических средств процессов;</li> <li>- ставить задачи теоретических и (или) экспериментальных научных исследований и решать их с помощью соответствующего физико-математического аппарата, современной аппаратуры и информационных технологий</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками проведения экспериментальных исследований, выполнения проектов и заданий по тематике разрабатываемой научной проблемы;</li> <li>- навыками демонстрации базовых знаний в области физики конденсированного состояния, применение методов теоретического и экспериментального исследования;</li> <li>- навыками приобретения новых научных и профессиональных</li> </ul> |

|                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                     |                      |                        |          |
|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|----------------------|------------------------|----------|
|                                               | <p>знаний в области физики конденсированного состояния, в том числе используя современные информационные технологии;</p> <p>- знаниями в области информационных технологий, современных компьютерных сетей, программных продуктов и ресурсов Интернет для решения задач профессиональной деятельности, в том числе находящихся за пределами профильной подготовки</p> |                     |                      |                        |          |
| Трудоемкость, з.е.                            | <b>2 з.е. (72 час.)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                     |                      |                        |          |
| Объем занятий, часов                          | Общий объем                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Лекции-консультации | Практические занятия | Самостоятельная работа | Контроль |
|                                               | 72                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 38                  | -                    | 34                     |          |
| Формы самостоятельной работы аспирантов       | Изучение рекомендованной преподавателем литературы, работа с источниками, подготовка к кандидатскому экзамену                                                                                                                                                                                                                                                         |                     |                      |                        |          |
| <b>Промежуточная аттестация по дисциплине</b> | Кандидатский экзамен (6-й семестр)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                     |                      |                        |          |



## ПЕДАГОГИКА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

|                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |        |                      |                        |          |
|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------------------|------------------------|----------|
| Содержание                               | <p>Основные разделы дисциплины:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Теория и методика профессиональной педагогики</li> <li>2. Законодательно-нормативная база высшего образования</li> <li>3. Педагогические системы в высшем образовании</li> <li>4. Управление профессиональными образовательными учреждениями</li> <li>5. Инновационные процессы в развитии высшего образования</li> <li>6. Постдипломное образование</li> <li>7. Развитие высшего образования за рубежом</li> <li>8. Вопросы истории высшего образования</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |        |                      |                        |          |
| Результаты освоения дисциплины (модуля)  | <p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- знание основных понятий общей и профессиональной педагогики, принципов обучения, научных подходов к педагогическому исследованию, возрастных особенностей обучающихся в системе высшего профессионального образования;</li> <li>- знание законодательно-нормативной базы высшего профессионального образования, сущности и принципов управления профессиональным образовательным учреждением;</li> <li>- знание вопросов истории развития высшего профессионального образования в России и за рубежом;</li> <li>- знание общих подходов к формированию содержания высшего профессионального образования;</li> <li>- знание инновационных процессов в развитии высшего профессионального образования и умение использовать их в своей профессиональной деятельности</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- владение навыками изучения педагогической литературы, подготовки сообщения, написания статей на педагогическую тему;</li> <li>- владение различными способами вербальной и невербальной коммуникации; навыками рефлексии, самооценки, самоконтроля</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- умение сравнивать различные концепции развития высшего образования, обучения и воспитания студентов в вузе и вести диалог по проблемам высшей школы</li> </ul> |        |                      |                        |          |
| Трудоемкость, з.е.                       | 2 з.е. (72 час.)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |        |                      |                        |          |
| Объем занятий, часов                     | Общий объем                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Лекции | Практические занятия | Самостоятельная работа | Контроль |
|                                          | 72                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 36     | -                    | 36                     | -        |
| Формы самостоятельно й работы аспирантов | Изучение материалов по пройденной тематике<br>Подготовка заданий самостоятельной работы                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |        |                      |                        |          |
| Форма отчетности                         | Зачет (3 семестр)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |        |                      |                        |          |

## ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ В ФИЗИКЕ

|                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |        |                      |                        |          |
|-----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------------------|------------------------|----------|
| Содержание                              | <p>Основные разделы дисциплины:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Классические методы численного моделирования течений сплошной среды.</li> <li>2. Современные противопоточные методы численного интегрирования уравнений гидрогазодинамики</li> <li>3. Метод конечных объемов для гидродинамических расчетов в областях сложной геометрии</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |        |                      |                        |          |
| Результаты освоения дисциплины (модуля) | <p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- общие принципы построения и исследования разностных схем для уравнений в частных производных, применительно как к модельным уравнениям гидрогазодинамики;</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий;</li> <li>- способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основами современных технологий считывания и обработки данных физического эксперимента</li> </ul> |        |                      |                        |          |
| Трудоемкость, з.е.                      | <b>2 з.е (72 ч.)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |        |                      |                        |          |
| Объем занятий, часов                    | Общий объем                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Лекции | Практические занятия | Самостоятельная работа | Контроль |
|                                         | 72                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 54     | -                    | 18                     | -        |
| Формы самостоятельной работы аспирантов | <p>Изучение материалов по пройденной тематике</p> <p>Подготовка заданий самостоятельной работы</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |        |                      |                        |          |
| Форма отчетности                        | Зачет (2 семестр)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |        |                      |                        |          |

## ОПТИЧЕСКАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ГЕТЕРОСТРУКТУР

|                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Содержание                              | <p>Основные разделы дисциплины:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Уравнения материальной связи и структура электромагнитного поля у идеальной поверхности</li> <li>2. Исследование приповерхностной области полупроводника методами спектроскопии зеркального отражения света</li> <li>3. Оптические волны в слоистых и периодических средах.</li> <li>4. Экситонные состояния в объемном кристалле.</li> <li>5. Экситонная спектроскопия низкоразмерных полупроводниковых структур.</li> <li>6. Взаимодействие света с экситонами в структурах с квантовыми ямами и люминесценция экситонов.</li> <li>7. Оптическая ориентация экситонов и носителей в структурах пониженной размерности</li> <li>8. Заряженные экситонные комплексы</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Результаты освоения дисциплины (модуля) | <p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- современные методы получения и обработки экспериментальных данных по теме исследования: поляритонный механизм излучения; механизмы релаксации экситонов по энергии и импульсу; оптические явления во внешних полях;</li> <li>- задачи теоретических и (или) экспериментальных научных исследований и решать их с помощью соответствующего физико-математического аппарата, современной аппаратуры и информационных технологий;</li> <li>- современные методы анализа, представления и передачи информации, использовать пакеты прикладных программ;</li> <li>- перечень изданий, включая журналы, материалы конференций и семинаров и т.п., а также ресурсы в сети Интернет, представляющий актуальную информацию по тематике проводимого исследования</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- профессионально излагать результаты своих исследований и представлять их в виде научных публикаций, информационно-аналитических материалов и презентаций;</li> <li>- правильно и разумно критически оценивать новые публикуемые результаты, сопоставлять их с собственными результатами, использовать их в своей работе;</li> <li>- самостоятельно и (или) в составе исследовательской группы разрабатывать, исследовать и применять математические и физические модели для качественного и количественного описания явлений и процессов и/или разработки новых технических средств процессов</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками проведения экспериментальных исследований, выполнения проектов и заданий по тематике разрабатываемой научной проблемы;</li> <li>- навыками демонстрации базовых знаний в области физики конденсированного состояния, применение методов теоретического и экспериментального исследования;</li> <li>- навыками приобретения новых научных и профессиональных знаний</li> </ul> |



|                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |        |                      |                        |          |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------------------|------------------------|----------|
|                                         | в области физики конденсированного состояния, в том числе используя современные информационные технологии;<br>- знаниями в области информационных технологий, современных компьютерных сетей, программных продуктов и ресурсов Интернет для решения задач профессиональной деятельности, в том числе находящихся за пределами профильной подготовки |        |                      |                        |          |
| <b>Трудоемкость, з.е.</b>               | <b>2 з.е. (72 ч.)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |        |                      |                        |          |
| Объем занятий, часов                    | Общий объем                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Лекции | Практические занятия | Самостоятельная работа | Контроль |
|                                         | 72                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 36     | -                    | 36                     | -        |
| Формы самостоятельной работы аспирантов | Изучение материалов по пройденной тематике.<br>Подготовка заданий самостоятельной работы                                                                                                                                                                                                                                                            |        |                      |                        |          |
| <b>Форма отчетности</b>                 | Зачет (6 семестр)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |        |                      |                        |          |

## ФАЗОВЫЕ ПЕРЕХОДЫ И ФАЗОВЫЕ СОСТОЯНИЯ В ТВЕРДЫХ ТЕЛАХ

|                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Содержание                              | <p>Основные темы дисциплины:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основные понятия и определения</li> <li>2. Феноменологические характеристики процесса фазового перехода</li> <li>3. Теория Ландау фазовых переходов второго рода.</li> <li>4. Флуктуации параметра порядка при фазовом переходе второго рода. Критические явления.</li> <li>5. Структурные и сегнетоэлектрические фазовые переходы и фазовые состояния.</li> <li>6. Магнитные фазовые переходы.</li> <li>7. Ферроики и мультиферроики.</li> <li>8. Фазовый переход в сверхпроводящее состояние.</li> <li>9. Мартенситные фазовые превращения.</li> <li>10. Применение в устройствах микро- и наноэлектроники свойств твердых тел, обусловленных фазовыми превращениями и управлением фазовыми состояниями</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Результаты освоения дисциплины (модуля) | <p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- современные методы получения и обработки экспериментальных данных по теме исследования;</li> <li>- задачи теоретических и (или) экспериментальных научных исследований и решать их с помощью соответствующего физико-математического аппарата, современной аппаратуры и информационных технологий;</li> <li>- современные методы анализа, представления и передачи информации,</li> </ul> <p>использовать пакеты прикладных программ;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- перечень изданий, включая журналы, материалы конференций и семинаров и т.п., а также ресурсы в сети Интернет, представляющий актуальную информацию по тематике проводимого исследования</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применять различные методы физических исследований в избранной предметной области;</li> <li>- правильно и разумно критически оценивать новые публикуемые результаты, сопоставлять их с собственными результатами, использовать их в своей работе;</li> <li>- самостоятельно и (или) в составе исследовательской группы разрабатывать, исследовать и применять математические и физические модели для качественного и количественного описания явлений и процессов и/или разработки новых технических средств процессов;</li> <li>- ставить задачи теоретических и (или) экспериментальных научных исследований и решать их с помощью соответствующего физико-математического аппарата, современной аппаратуры и информационных технологий</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками проведения экспериментальных исследований, выполнения проектов и заданий по тематике разрабатываемой научной проблемы;</li> <li>- правильно и разумно критически оценивать новые публикуемые результаты, сопоставлять их с собственными результатами,</li> </ul> |

|                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |        |                      |                        |          |
|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------------------|------------------------|----------|
|                                         | использовать их в своей работе использования различных пакетов математического моделирования физических систем;<br>- навыками приобретения новых научных и профессиональных знаний в области физики конденсированного состояния, в том числе используя современные информационные технологии;<br>- знаниями в области информационных технологий, современных компьютерных сетей, программных продуктов и ресурсов Интернет для решения задач профессиональной деятельности, в том числе находящихся за пределами профильной подготовки |        |                      |                        |          |
| <b>Трудоемкость, з.е.</b>               | <b>2 з.е. (72 ч.)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |        |                      |                        |          |
| Объем занятий, часов                    | Общий объем                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Лекции | Практические занятия | Самостоятельная работа | Контроль |
|                                         | 72                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 26     | -                    | 46                     | -        |
| Формы самостоятельной работы аспирантов | Изучение материалов по пройденной тематике.<br>Подготовка заданий самостоятельной работы                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |        |                      |                        |          |
| <b>Форма отчетности</b>                 | Зачет (4 семестр)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |        |                      |                        |          |



### 3.2.2. Факультативные дисциплины:

#### СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ТВЕРДЫХ ТЕЛ

|                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Содержание                              | <p>Основные разделы дисциплины:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Методы диагностики твердых тел и параметры, определяемые с их помощью.</li> <li>2. Дифракционные методы исследования кристаллической структуры.</li> <li>3. Высокоразрешающая рентгеновская дифракция.</li> <li>4. Растровая электронная микроскопия.</li> <li>5. Просвечивающая электронная микроскопия.</li> <li>6. Вторичная ионная масс-спектрометрия</li> <li>7. Атомно-силовая микроскопия.</li> <li>8. Сканирующая туннельная микроскопия</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Результаты освоения дисциплины (модуля) | <p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- современные методы получения и обработки экспериментальных данных по теме исследования;</li> <li>- задачи теоретических и (или) экспериментальных научных исследований и решать их с помощью соответствующего физико-математического аппарата, современной аппаратуры и информационных технологий;</li> <li>- современные методы анализа, представления и передачи информации, использовать пакеты прикладных программ;</li> <li>- перечень изданий, включая журналы, материалы конференций и семинаров и т.п., а также ресурсы в сети Интернет, представляющий актуальную информацию по тематике проводимого исследования</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применять различные методы физических исследований в избранной предметной области;</li> <li>- правильно и разумно критически оценивать новые публикуемые результаты, сопоставлять их с собственными результатами, использовать их в своей работе;</li> <li>- самостоятельно и (или) в составе исследовательской группы разрабатывать, исследовать и применять математические и физические модели для качественного и количественного описания явлений и процессов и/или разработки новых технических средств процессов;</li> <li>- ставить задачи теоретических и (или) экспериментальных научных исследований и решать их с помощью соответствующего физико-математического аппарата, современной аппаратуры и информационных технологий</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками проведения экспериментальных исследований, выполнения проектов и заданий по тематике разрабатываемой научной проблемы;</li> <li>- навыками демонстрации базовых знаний в области физики конденсированного состояния, применение методов теоретического и экспериментального исследования;</li> <li>- навыками приобретения новых научных и профессиональных</li> </ul> |

|                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |        |                      |                        |          |
|-----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------------------|------------------------|----------|
|                                         | знаний в области физики конденсированного состояния, в том числе используя современные информационные технологии;<br>- знаниями в области информационных технологий, современных компьютерных сетей, программных продуктов и ресурсов Интернет для решения задач профессиональной деятельности, в том числе находящихся за пределами профильной подготовки |        |                      |                        |          |
| <b>Трудоемкость, з.е.</b>               | <b>4 з.е. (144 ч.)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |        |                      |                        |          |
| Объем занятий, часов                    | Общий объем                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Лекции | Практические занятия | Самостоятельная работа | Контроль |
|                                         | 144                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 54     | -                    | 90                     | -        |
| Формы самостоятельной работы аспирантов | Изучение материалов по пройденной тематике.<br>Подготовка заданий самостоятельной работы                                                                                                                                                                                                                                                                   |        |                      |                        |          |
| <b>Форма отчетности</b>                 | Зачет (6 семестр)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |        |                      |                        |          |

## ЭПР: ОСНОВЫ И ПРИМЕНЕНИЯ

|                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Содержание                              | <p>Основные темы дисциплины:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Введение</li> <li>2. Магнитный момент электронной оболочки свободного атома (иона)</li> <li>3. Условия магнитного резонанса</li> <li>4. Классическое поведение магнитного момента в магнитном поле</li> <li>5. Атом водорода в основном состоянии в магнитном поле</li> <li>6. Атом водорода в возбужденных состояниях в магнитном поле</li> <li>7. Случай промежуточного кристаллического поля</li> <li>8. Анизотропный g-фактор</li> <li>9. Анизотропное сверхтонкое взаимодействие</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Результаты освоения дисциплины (модуля) | <p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- современную литературу в предметной области, позволяющую определить степень оригинальности физического эффекта;</li> <li>- ограничения классических методов расчетов и основные электронные и бумажные информационные ресурсы для поиска новых методов;</li> <li>- названия, тематики, достоинства и недостатки специализированных электронных ресурсов и научных журналов для поиска научной информации;</li> <li>- основные материальные параметры в исследуемой области физики полупроводников</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- пользоваться основными формулами классической электродинамики для оценок величин, характеризующих параметры излучения релятивистских частиц;</li> <li>- выбирать метод расчета, оптимальной для данной теоретической задачи;</li> <li>- выделять среди разнообразной научной информации ключевые пионерские и обзорные работы, содержащие простые объяснения изучаемых физических эффектов;</li> <li>- определять основную информацию, содержащуюся в экспериментальных графиках;</li> <li>- выполнять простые численные оценки для возможных величин экспериментально наблюдаемых эффектов</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками самостоятельного объяснения новых физических эффектов на основе данных расчетов и экспериментов;</li> <li>- набором современных методов расчета в исследуемой области теоретической физики;</li> <li>- реализовывать и настраивать схему автоматизации реально существующего эксперимента;</li> <li>- методами обработки экспериментальных данных и выделения основных трендов из больших массивов измерений</li> </ul> |



|                                                   |                                                                                          |        |                         |                           |          |
|---------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------------|---------------------------|----------|
| <b>Трудоемкость, з.е.</b>                         | <b>3 з.е. (108 ч.)</b>                                                                   |        |                         |                           |          |
| Объем занятий,<br>часов                           | Общий<br>объем                                                                           | Лекции | Практические<br>занятия | Самостоятельная<br>работа | Контроль |
|                                                   | 108                                                                                      | 14     | -                       | 94                        | -        |
| Формы<br>самостоятельно<br>й работы<br>аспирантов | Изучение материалов по пройденной тематике.<br>Подготовка заданий самостоятельной работы |        |                         |                           |          |
| <b>Форма<br/>отчетности</b>                       | Зачет (4 семестр)                                                                        |        |                         |                           |          |

## ФИЗИЧЕСКАЯ КИНЕТИКА

|                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |        |                      |                        |          |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------------------|------------------------|----------|
| Содержание                              | <p>Основные разделы дисциплины:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Уравнение Больцмана</li> <li>2. Газодинамика и коэффициенты переноса в разреженном газе</li> <li>3. Кинетика и теория флуктуаций</li> <li>4. Кинетика вырожденного электронного газа</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |        |                      |                        |          |
| Результаты освоения дисциплины (модуля) | <p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- современные методы физической газодинамики, физики космических лучей, физики космической;</li> <li>- современные подходы к решению полуаналитических и количественных задач астрофизики</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- осуществлять научное руководство студентами при реализации научных проектов, планировать работу по отдельным частям крупных проектов с учётом сроков исполнения и технических возможностей;</li> <li>- создавать численные и аналитические модели исследуемых объектов, адекватные качеству имеющихся наблюдательных данных</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками создания современных численных и аналитических моделей астрофизических объектов с учётом нелинейных эффектов, обратных связей, эффектов квантовой механики и теории относительности</li> </ul> |        |                      |                        |          |
| Трудоемкость, з.е.                      | 4 з.е. (144 час.)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |        |                      |                        |          |
| Объем занятий, часов                    | Общий объем                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Лекции | Практические занятия | Самостоятельная работа | Контроль |
|                                         | 144                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 54     | -                    | 90                     | -        |
| Формы самостоятельной работы аспирантов | <p>Изучение материалов по пройденной тематике</p> <p>Подготовка заданий самостоятельной работы</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |        |                      |                        |          |
| Форма отчетности                        | Зачет (6 семестр)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |        |                      |                        |          |

## МАГНЕТИЗМ КОНДЕНСИРОВАННЫХ СРЕД

|                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |        |                      |                        |          |
|-----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------------------|------------------------|----------|
| Содержание                              | <p>Основные разделы дисциплины:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Введение</li> <li>2. Типы магнитных структур.</li> <li>3. Магнитооптические явления в конденсированных средах.</li> <li>4. Применения магнитных материалов</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |        |                      |                        |          |
| Результаты освоения дисциплины (модуля) | <p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- современную литературу в предметной области, позволяющую определить степень оригинальности физического эффекта;</li> <li>- ограничения классических методов расчетов и основные электронные и бумажные информационные ресурсы для поиска новых методов;</li> <li>- названия, тематики, достоинства и недостатки специализированных электронных ресурсов и научных журналов для поиска научной информации;</li> <li>- основные материальные параметры в исследуемой области физики полупроводников</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- определять, какие теоретические расчеты или эксперименты должны быть выполнены для прояснения природы нового эффекта;</li> <li>- выбирать метод расчета, оптимальной для данной теоретической задачи;</li> <li>- выделять среди разнообразной научной информации ключевые пионерские и обзорные работы, содержащие простые объяснения изучаемых физических эффектов;</li> <li>- определять основную информацию, содержащуюся в экспериментальных графиках;</li> <li>- выполнять простые численные оценки для возможных величин экспериментально наблюдаемых эффектов</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками самостоятельного объяснения новых физических эффектов на основе данных расчетов и экспериментов;</li> <li>- набором современных методов расчета в исследуемой области теоретической физики;</li> <li>- реализовывать и настраивать схему автоматизации реально существующего эксперимента;</li> <li>- методами обработки экспериментальных данных и выделения основных трендов из больших массивов измерений</li> </ul> |        |                      |                        |          |
| Трудоемкость, з.е.                      | 3 з.е. (144 час.)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |        |                      |                        |          |
| Объем занятий, часов                    | Общий объем                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Лекции | Практические занятия | Самостоятельная работа | Контроль |
|                                         | 108                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 14     | -                    | 94                     | -        |



|                                                   |                                                                                           |
|---------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| Формы<br>самостоятельно<br>й работы<br>аспирантов | Изучение материалов по пройденной тематике .<br>Подготовка заданий самостоятельной работы |
| <b>Форма<br/>отчетности</b>                       | Зачет (4 семестр)                                                                         |

### 3.2.2. Практика

#### НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ПРАКТИКА

|                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Содержание                      | <p>1. Освоение методов работы с экспериментальным, наблюдательным, аналитическим, технологическим оборудованием, используемым в выбранной научной области.</p> <p>2. Освоение программных и аппаратных средств сбора, хранения, обработки и визуализации данных, используемых в выбранной научной области.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Результаты прохождения практики | <p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные типы научного оборудования, используемого в выбранной научной области, ключевые характеристики оборудования каждого типа;</li> <li>- назначение и возможности программных и (при наличии) аппаратных средств сбора, хранения, обработки и визуализации данных, используемых в выбранной научной области.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- пользоваться имеющимся в месте прохождения практики научным оборудованием, используемым в выбранной научной области;</li> <li>- применять для своей научной работы программные и (при наличии) аппаратные средства сбора, хранения, обработки и визуализации данных, используемые в выбранной научной области.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- первичными навыками подбора оборудования, необходимого для своей научной работы;</li> <li>- навыками выбора средств сбора, хранения, обработки и визуализации данных, необходимых для своей научной работы и презентации ее результатов;</li> <li>- основными способами обеспечения миграции данных между различными средствами их сбора, хранения, обработки и визуализации.</li> </ul> |
| Объем                           | 2 з.е. (72 час.)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Промежуточная аттестация        | Зачет с оценкой (6 семестр)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

#### 4. ИТОГОВАЯ АТТЕСТАЦИЯ

|                                           |                                                                                                                                                                                                        |
|-------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Содержание                                | Представление научного доклада об основных результатах диссертации, подготовленной к защите на соискание ученой степени кандидата наук, и текста диссертации                                           |
| Результаты проведения итоговой аттестации | Заключение организации о соответствии диссертации критериям, установленным в соответствии с Федеральным законом от 23 августа 1996 г. № 127-ФЗ «О науке и государственной научно-технической политике» |
| Формы самостоятельной работы              | <p>Подготовка рукописи диссертации на соискание ученой степени кандидата наук.</p> <p>Подготовка научного доклада по диссертации, представленной к оценке на итоговой аттестации</p>                   |
| Объем программы                           | 6 з.е. (216 ак.час.)                                                                                                                                                                                   |

## **5. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ АСПИРАНТУРЫ**

### **5.1. Кадровое обеспечение**

Реализация программы аспирантуры обеспечивается научными и научно-педагогическими работниками, систематически занимающимися научной и научно-методической деятельностью, а также лицами, привлекаемыми к реализации программы аспирантуры на условиях гражданско-правового договора.

Не менее 60 процентов численности штатных научных и (или) научно-педагогических работников, участвующих в реализации программы аспирантуры, должны иметь ученую степень (в том числе ученую степень, полученную в иностранном государстве и признаваемую в Российской Федерации).

Научные руководители аспирантов имеют ученую степень доктора наук или кандидата наук, осуществляют самостоятельную научно-исследовательскую деятельность по данной научной специальности, имеют публикации по результатам этой научно-исследовательской деятельности в ведущих отечественных и (или) зарубежных рецензируемых научных журналах и изданиях, а также осуществляют апробацию указанных результатов на национальных и международных конференциях.

### **5.2. Учебно-методическое обеспечение**

Реализация программы аспирантуры обеспечивается доступом каждого аспиранта к библиотечным фондам и базам данных Библиотеки академии наук (БАН).

Для обучающихся, научных и научно-педагогических работников обеспечен удаленный доступ к полнотекстовым электронным ресурсам (в том числе международным реферативным базам данных научных изданий) и информационным справочным системам, рекомендованным соответствующими федеральными органами исполнительной власти.

Учебно-методическая и нормативная документация, используемая в образовательном процессе, размещается на сайте Института.

### **5.3. Материально - техническое обеспечение**

Для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также для самостоятельной работы в Институте имеются помещения, которые укомплектованы мебелью и техническими средствами обучения.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.



**Лекционные аудитории (3 аудитории)** оснащены следующим оборудованием:

- Столы;
- Стулья;
- Доски магнитно – маркерные;
- Мультимедийные проекторы с экранами и (или) мультимедийные LCD панели большого формата;
- Компьютеры.

**Лабораторные помещения** оснащены современным лабораторным оборудованием для выполнения научных исследований.

При наличии обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья такие обучающиеся могут быть обеспечены электронными и (или) печатными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

Программа разработана:

вед.н.с. лаб. спектроскопии твердого тела,  
д-р физ.-мат.наук Резницкий А.Н.