

ИНСТИТУТ НАНОТЕХНОЛОГИЙ В ЭЛЕКТРОНИКЕ, СПИНТРОНИКЕ И ФОТОНИКЕ

КАФЕДРА ФИЗИКИ КОНДЕНСИРОВАННЫХ СРЕД

ОДОБРЕНО НТС ИНТЭЛ

Протокол № 03/3-21

от 31.08.2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ФИЗИКИ КОНДЕНСИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ**

Направление подготовки  
(специальность)

[1] 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника

| Семестр | Трудоемкость,<br>кред. | Общий объем<br>курса, час. | Лекции, час. | Практич.<br>занятия, час. | Лаборат. работы,<br>час. | В форме<br>практической<br>подготовки/В<br>СРС, час. | КСР, час. | Форма(ы)<br>контроля,<br>экс./зач./КР/КП |
|---------|------------------------|----------------------------|--------------|---------------------------|--------------------------|--|-----------|--|
| 1       | 5                      | 180                        | 8            | 16                        | 24                       | 96   | 0         | Э  |
| Итого   | 5                      | 180                        | 8            | 16                        | 24                       | 0  | 96        | 0  |

## АННОТАЦИЯ

В ходе преподавания данной дисциплины излагаются физические основы современных экспериментальных методов физики твердого тела, позволяющих определять состав, структуру и различные электрофизические, фотоэлектрические, оптические, электронные и другие характеристики исследуемых образцов.

### 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель преподавания данной дисциплины состоит в изложении физических основ современных экспериментальных методов физики твердого тела, позволяющих определять состав, структуру и различные электрофизические, фотоэлектрические, оптические, электронные и другие характеристики исследуемых образцов.

Основными задачами освоения дисциплины являются:

- получение и закрепление теоретических и практических знаний в области физических явлений и процессов, лежащих в основе наиболее важных экспериментальных методов физики твердого тела;
- понимание принципов устройства и работы типовых приборов и аппаратуры, используемых в данных методах;
- приобретение знаний и навыков по оценке возможностей методов и их практическому использованию в исследованиях физических свойств материалов.

### 2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Для успешного освоения дисциплины студент должен обладать базовыми знаниями в области физики твёрдого тела.

### 3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции |
|--------------------------------|--|
|--------------------------------|--|

Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

| Задача профессиональной деятельности (ЗПД)              | Объект или область знания          | Код и наименование профессиональной компетенции;<br>Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта) | Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции |
|---|------------------------------------|--|---|
| научно-исследовательский                                |                                    |  |   |
| разработка рабочих планов и программ проведения научных | Материалы, компоненты, электронные | ПК-1 [1] - способен формулировать цели и задачи научных  | З-ПК-1[1] - Знать: современное состояние, тенденции                   |

|   |  |   |  |
|---|--|---|--|
| <p>исследований и технических разработок, подготовка отдельных заданий для исполнителей</p>   | <p>приборы, устройства, установки, методы их исследования, проектирования и конструирования. Технологические процессы производства, диагностическое и технологическое оборудование, математические модели, алгоритмы решения типовых задач в области электроники и нанoeлектроники. Современное программное и информационное обеспечение процессов моделирования и проектирования изделий электроники и нанoeлектроники. Инновационные технические решения в сфере базовых постулатов проектирования, технологии изготовления и применения электронных приборов и устройств.</p> | <p>исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники и нанoeлектроники, а также смежных областей науки и техники, обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач</p> <p><i>Основание:</i><br/>Профессиональный стандарт: 40.011</p> | <p>и перспективы развития электроники, нанoeлектроники и смежных областей науки и техники. ; У-ПК-1[1] - Уметь: формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники, нанoeлектроники, физики конденсированных сред и других смежных областей науки и техники; В-ПК-1[1] - Владеть: навыками обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач в области электроники и нанoeлектроники</p> |
| <p>разработка методики, проведение исследований и измерений параметров и характеристик изделий электронной техники, анализ их результатов</p> | <p>Материалы, компоненты, электронные приборы, устройства, установки, методы их исследования, проектирования и конструирования. Технологические процессы производства, диагностическое и</p>   | <p>ПК-3 [1] - способен осваивать принципы планирования и методы автоматизации эксперимента на основе информационно-измерительных комплексов как средства повышения точности и снижения затрат на его проведение, овладевать</p>   | <p>З-ПК-3[1] - Знать: принципы планирования и методов автоматизации эксперимента и проектирования электронных устройств ; У-ПК-3[1] - Уметь: применять информационно-измерительные</p>   |

|  |   |   |   |
|--|---|---|---|
|  | <p>технологическое оборудование, математические модели, алгоритмы решения типовых задач в области электроники и нанoeлектроники. Современное программное и информационное обеспечение процессов моделирования и проектирования изделий электроники и нанoeлектроники. Инновационные технические решения в сфере базовых постулатов проектирования, технологии изготовления и применения электронных приборов и устройств.</p> | <p>навыками измерений в реальном времени</p> <p><i>Основание:</i><br/>Профессиональный стандарт: 40.007</p>   | <p>комплексы для автоматизации эксперимента в области электроники и нанoeлектроники.; В-ПК-3[1] - Владеть: навыками измерений характеристик приборов и устройств электроники и нанoeлектроники в реальном времени.</p>  |
| <p>организация и проведение экспериментальных исследований, технологических и измерительных операций, необходимых для создания и изучения свойств материалов, элементной базы и приборов электроники и нанoeлектроники</p> | <p>Материалы, компоненты, электронные приборы, устройства, установки, методы их исследования, проектирования и конструирования. Технологические процессы производства, диагностическое и технологическое оборудование, математические модели, алгоритмы решения типовых задач в области электроники и нанoeлектроники. Современное программное и</p>  | <p>ПК-4 [1] - способен к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов</p> <p><i>Основание:</i><br/>Профессиональный стандарт: 40.011</p> | <p>3-ПК-4[1] - Знать: современные экспериментальные методы в области физики конденсированного состояния, электроники и нанoeлектроники ; У-ПК-4[1] - Уметь: проводить экспериментальные исследования в электронике и нанoeлектронике с применением современных средств и методов.; В-ПК-4[1] - Владеть: компьютерными технологиями в применении к экспериментальным</p> |

|  |  |   |   |
|--|--|---|---|
|  | информационное обеспечение процессов моделирования и проектирования изделий электроники и наноэлектроники. Инновационные технические решения в сфере базовых постулатов проектирования, технологии изготовления и применения электронных приборов и устройств.   |   | исследованиям в электронике и наноэлектронике   |
| анализ результатов научных исследований, формулирование научно-обоснованных выводов, подготовка научных публикаций и защита результатов интеллектуальной деятельности в области электроники и наноэлектроники, | Материалы, компоненты, электронные приборы, устройства, установки, методы их исследования, проектирования и конструирования. Технологические процессы производства, диагностическое и технологическое оборудование, математические модели, алгоритмы решения типовых задач в области электроники и наноэлектроники. Современное программное и информационное обеспечение процессов моделирования и проектирования изделий электроники и наноэлектроники. Инновационные технические | ПК-5 [1] - способен делать научно-обоснованные выводы по результатам теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем, готовить научные публикации и заявки на изобретения<br><br><i>Основание:</i><br>Профессиональный стандарт: 40.011 | 3-ПК-5[1] - Знать: современные теоретические и экспериментальные достижения в области электроники и наноэлектроники ;<br>У-ПК-5[1] - Уметь: делать научно-обоснованные выводы по результатам теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем.;<br>В-ПК-5[1] - Владеть: навыками подготовки научных публикаций и заявок на изобретения |

|  |   |  |  |
|--|---|--|--|
|  | решения в сфере базовых постулатов проектирования, технологии изготовления и применения электронных приборов и устройств. |  |  |
|--|---|--|--|

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы учебной дисциплины, их объем, сроки изучения и формы контроля:

| № п.п | Наименование раздела учебной дисциплины  | Недели | Лекции/ Практик. (семинары) / Лабораторные работы, час. | Обязат. текущий контроль (форма*, неделя) | Максимальный балл за раздел** | Аттестация раздела (форма*, неделя) | Индикаторы освоения компетенции  |
|-------|--|--------|---|---|-------------------------------|-------------------------------------|--|
|       | <i>1 Семестр</i>                         |        |   |   |                               |                                     |  |
| 1     | Введение в физику твердого тела          | 1-8    | 4/8/12  |   | 25                            | УО-8                                | 3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, 3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4, 3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5 |
| 2     | Рентгеноструктурный анализ и микроскопия | 9-16   | 4/8/12  |   | 25                            | к.р-16                              | 3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1,  |

|  |   |  |         |  |    |   |   |
|--|---|--|---------|--|----|---|---|
|  |   |  |         |  |    |   | 3-ПК-3,<br>У-ПК-3,<br>В-ПК-3,<br>3-ПК-4,<br>У-ПК-4,<br>В-ПК-4,<br>3-ПК-5,<br>У-ПК-5,<br>В-ПК-5                                  |
|  | <i>Итого за 1 Семестр</i>                   |  | 8/16/24 |  | 50 |   |   |
|  | <b>Контрольные мероприятия за 1 Семестр</b> |  |         |  | 50 | Э | 3-ПК-3,<br>У-ПК-3,<br>В-ПК-3,<br>3-ПК-4,<br>У-ПК-4,<br>В-ПК-4,<br>3-ПК-5,<br>У-ПК-5,<br>В-ПК-5,<br>3-ПК-1,<br>У-ПК-1,<br>В-ПК-1 |

\* – сокращенное наименование формы контроля

\*\* – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

| Обозначение | Полное наименование |
|-------------|---------------------|
| к.р         | Контрольная работа  |

|    |              |
|----|--------------|
| УО | Устный опрос |
| Э  | Экзамен      |

### КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

| Недел<br>и  | Темы занятий / Содержание   | Лек.,<br>час.          | Пр./сем.<br>, час. | Лаб.,<br>час. |
|-------------|---|------------------------|--------------------|---------------|
|             | <i>1 Семестр</i>  | 8                      | 16                 | 24            |
| <b>1-8</b>  | <b>Введение в физику твердого тела</b>  | 4                      | 8                  | 12            |
| 1 - 2       | <b>О курсе «Экспериментальные методы физики конденсированного состояния»</b><br>Эксперимент и теория в физике твердого тела. Общие соображения об объекте исследования – конденсированном состоянии вещества.   | Всего аудиторных часов |                    |               |
|             |   | 4                      | 4                  | 3             |
|             |   | Онлайн                 |                    |               |
|             |   | 0                      | 0                  | 0             |
| 3 - 5       | <b>Рентгеноструктурный и рентгенофазовый анализ для качественного и количественного определения фазового состава и кристаллической структуры</b><br>Физика рентгеновского излучения, лабораторные источники рентгеновского излучения, монохроматизация рентгеновского излучения, регистрация рентгеновского излучения, взаимодействие излучения с периодически расположенными в пространстве центрами рассеяния. Рентгеновские дифрактометры, получение и расчет рентгеновских дифрактограмм поликристаллов, качественный фазовый анализ, дифракционное исследование тонких пленок и эпитаксиальных гетероструктур, малоугловое рассеяние рентгеновских лучей и его использование в физике твердого тела, исследование текстуры кристаллов.   | Всего аудиторных часов |                    |               |
|             |   | 0                      | 2                  | 3             |
|             |   | Онлайн                 |                    |               |
|             |   | 0                      | 0                  | 0             |
| 6 - 8       | <b>Оптическая микроскопия и интерферометрия</b><br>История оптической микроскопии, оптические компоненты микроскопа, источники освещения, основные характеристики оптического микроскопа, увеличение, поле зрения, глубина резкости, классификация оптических микроскопов: микроскопы с плоским полем, стереоскопические микроскопы, микроскопы проходящего света, инвертированные микроскопы проходящего света, микроскопы отраженного света, инвертированные микроскопы отраженного света, металлографические микроскопы, люминесцентные микроскопы, поляризационные микроскопы.<br>Методы световой микроскопии: наблюдение в проходящем и отраженном свете, метод фазового контраста, метод темного поля, поляризационная микроскопия, области применения.<br>Интерферометрия: двулучевая интерферометрия, многолучевая интерферометрия, интерферометрия белого света, интерферометры и оптические профилометры, применение интерферометрии. | Всего аудиторных часов |                    |               |
|             |   | 0                      | 2                  | 6             |
|             |   | Онлайн                 |                    |               |
|             |   | 0                      | 0                  | 0             |
| <b>9-16</b> | <b>Рентгеноструктурный анализ и микроскопия</b>   | 4                      | 8                  | 12            |
| 9 - 11      | <b>Методы электронной микроскопии</b>   | Всего аудиторных часов |                    |               |



|         |  |                        |   |   |
|---------|--|------------------------|---|---|
|         | <p>Просвечивающая электронная микроскопия: физические основы электронной микроскопии и дифракции электронов, взаимодействия электронов с веществом, резерфордское рассеяние, понятие о предельной толщине прозрачного образца, дифракция от линейной и трех-мерной решетки, метод микродифракции, геометрия дифракционной картины электронов, типы электронограмм.</p> <p>Растровая электронная микроскопия и рентгеновский микроанализ: энергетическая зависимость для вторичных и обратно рассеянных электронов, угловая зависимость выхода вторичных, обратно рассеянных электронов, характеристика основных типов контраста изображения в РЭМ, изображение во вторичных электронах, изображение в упруго отраженных электронах, увеличение, разрешение и глубина фокуса РЭМ.</p> <p>Рентгеновский микроанализ.</p> | 1                      | 2 | 3 |
|         |  | Онлайн                 |   |   |
|         |  | 0                      | 0 | 0 |
| 12 - 14 | <p><b>Сканирующая зондовая микроскопия</b></p> <p>Конструкция и физические принципы работы сканирующих зондовых микроскопов: туннельный и силовой сенсор; виды зондов; принципы работы и характеристики СЗМ сканеров; формирование и первичная обработка СЗМ изображений; защита зондовых микроскопов от вибраций и акустических шумов.</p> <p>Основные методы сканирующей зондовой микроскопии: сканирующая туннельная микроскопия; атомно-силовая микроскопия; магнитно-силовая микроскопия; ближнепольная оптическая микроскопия; преимущества и недостатки сканирующей зондовой микроскопии по отношению к другим методам диагностики поверхности.</p> <p>Артефакты СЗМ изображения и методы борьбы с ними, статистический анализ СЗМ данных, Фурье-анализ и фильтрация СЗМ изображений.</p>                       | Всего аудиторных часов |   |   |
|         |  | 1                      | 2 | 6 |
|         |  | Онлайн                 |   |   |
|         |  | 0                      | 0 | 0 |
| 15 - 16 | <p><b>Электрофизические методы измерения параметров полупроводников</b></p> <p>Физические основы и методика измерений удельного сопротивления материалов (двух-, трех- и четырехзондовые методы).</p> <p>Физические основы эффекта Холла и методы его измерения, определение параметров полупроводников из измерений температурной зависимости эффекта Холла.</p> <p>Емкостная спектроскопия полупроводников: физические основы емкостных измерений и эффект поля, определение параметров полупроводниковых структур из вольт-фарадных характеристик, емкостная спектроскопия глубоких центров в полупроводниках.</p>  | Всего аудиторных часов |   |   |
|         |  | 2                      | 4 | 3 |
|         |  | Онлайн                 |   |   |
|         |  | 0                      | 0 | 0 |

Сокращенные наименования онлайн опций:

|                    |                            |
|--------------------|----------------------------|
| <b>Обозначение</b> | <b>Полное наименование</b> |
| ЭК                 | Электронный курс           |

|     |                                  |
|-----|----------------------------------|
| ПМ  | Полнотекстовый материал          |
| ПЛ  | Полнотекстовые лекции            |
| ВМ  | Видео-материалы                  |
| АМ  | Аудио-материалы                  |
| Прз | Презентации                      |
| Т   | Тесты                            |
| ЭСМ | Электронные справочные материалы |
| ИС  | Интерактивный сайт               |

## ТЕМЫ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

| Недели  | Темы занятий / Содержание  |
|---------|--|
|         | <i>1 Семестр</i>   |
| 3 - 5   | <b>Рентгеноструктурный и рентгенофазовый анализ для качественного и количественного определения фазового состава и кристаллической структуры</b><br>Изучение взаимодействия излучения с периодически расположенными в пространстве центрами рассеяния. |
| 6 - 8   | <b>Оптическая микроскопия и интерферометрия</b><br>Освоение методов световой микроскопии: наблюдение в проходящем и отраженном свете, метод фазового контраста, метод темного поля, поляризационная микроскопия, области применения.                   |
| 12 - 14 | <b>Сканирующая зондовая микроскопия</b><br>Сканирующая зондовая микроскопия  |
| 15 - 16 | <b>Электрофизические методы измерения параметров полупроводников</b><br>Эффект Холла   |

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При реализации программы используются следующие технологии:

- лекции по курсу традиционного типа, с применением проектора и презентаций по избранным темам;
- практические занятия;
- лабораторные работы;
- самостоятельная работа студентов.

## 6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

| Компетенция | Индикаторы освоения | Аттестационное мероприятие (КП 1) |
|-------------|---------------------|-----------------------------------|
| ПК-1        | З-ПК-1              | Э, УО-8, к.р-16                   |

|      |        |                 |
|------|--------|-----------------|
|      | У-ПК-1 | Э, УО-8, к.р-16 |
|      | В-ПК-1 | Э, УО-8, к.р-16 |
| ПК-3 | З-ПК-3 | Э, УО-8, к.р-16 |
|      | У-ПК-3 | Э, УО-8, к.р-16 |
|      | В-ПК-3 | Э, УО-8, к.р-16 |
| ПК-4 | З-ПК-4 | Э, УО-8, к.р-16 |
|      | У-ПК-4 | Э, УО-8, к.р-16 |
|      | В-ПК-4 | Э, УО-8, к.р-16 |
| ПК-5 | З-ПК-5 | Э, УО-8, к.р-16 |
|      | У-ПК-5 | Э, УО-8, к.р-16 |
|      | В-ПК-5 | Э, УО-8, к.р-16 |

### Шкалы оценки образовательных достижений

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

| Сумма баллов | Оценка по 4-ех балльной шкале    | Оценка ECTS | Требования к уровню освоению учебной дисциплины   |
|--------------|----------------------------------|-------------|---|
| 90-100       | 5 – <i>«отлично»</i>             | A           | Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы. |
| 85-89        | 4 – <i>«хорошо»</i>              | B           | Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.   |
| 75-84        |                                  | C           |   |
| 70-74        |                                  | D           |   |
| 65-69        | 3 – <i>«удовлетворительно»</i>   | E           | Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.    |
| 60-64        |                                  |             |   |
| Ниже 60      | 2 – <i>«неудовлетворительно»</i> | F           | Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут   |

|  |  |  |   |
|--|--|--|---|
|  |  |  | продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине. |
|--|--|--|---|

## **7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ П 85 Наноматериалы и нанотехнологии : учебное пособие, Санкт-Петербург: Лань, 2022
2. ЭИ Г 96 Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии : учебное пособие, Москва: Физматлит, 2009
3. ЭИ С 81 Физика рентгеновского излучения : , Санкт-Петербург: Лань, 2022
4. ЭИ Э 94 Эффект Холла в германии, легированном золотом : Лабораторный практикум, Москва: НИЯУ МИФИ, 2020
5. 621.39 М64 Основы сканирующей зондовой микроскопии : учеб. пособие для вузов, В. Л. Миронов, М.: Техносфера, 2004

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

<https://online.mephi.ru/>

<http://library.mephi.ru/>

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

## **9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ**

Основное внимание студентов должно быть сосредоточено на экспериментальных методах, применяемых в физике конденсированного состояния: рентгеноструктурном и рентгенофазовом анализе, растровой и просвечивающей электронной микроскопии, сканирующей зондовой микроскопии. Кроме того, рекомендуется материал каждой лекции прорабатывать непосредственно в день, когда она была прочтена, и в случае наличия вопросов обращаться к преподавателю.

## 10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

Занятия по дисциплине «Экспериментальные методы физики конденсированного состояния» состоят из четырёх частей:

- лекции;
- лабораторные работы;
- практические занятия;
- самостоятельная работа студентов.

В ходе преподавания дисциплины решаются следующие задачи:

- контроль и управление процессом приобретения обучающимися знаний, умений и навыков, предусмотренных в рамках данного курса;
- контроль и оценка степени освоения общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций предусмотренных в рамках данного курса;
- обеспечение соответствия результатов обучения задачам будущей профессиональной деятельности через совершенствование традиционных и внедрение инновационных методов обучения в образовательный процесс в рамках данного курса.

Автор(ы):

Рындя Сергей Михайлович