

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.В.06 Физика и методы исследования наноструктур

наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом

Направление подготовки / специальность

03.05.02 Фундаментальная и прикладная физика

Направленность (профиль)

03.05.02 Фундаментальная и прикладная физика

Форма обучения

очная

Год набора

2022

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Программу составили _____

к.ф.-м.н., доцент, Тарасов А.С.

должность, инициалы, фамилия

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель преподавания дисциплины

Цели преподавания – ознакомить студентов с методами получения и исследования наноматериалов, оценить особенности их свойств и структуры.

1.2 Задачи изучения дисциплины

В результате изучения дисциплины студент должен приобрести знания, умения и навыки, необходимые для его профессиональной деятельности в качестве физика, а также получить сведения об особенностях исследования наноматериалов в конкретных технологиях.

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

| Код и наименование индикатора достижения компетенции | Запланированные результаты обучения по дисциплине |
|--|---|
| ПК-3: Способен разрабатывать и применять новые материалы, исследовать их структуру и свойства | |
| ПК-3.1: Планирует процессы получения материалов и исследования их свойств | знать методы получения и исследования наноматериалов, особенности их свойств и структуры |
| ПК-3.2: Анализирует перспективные материалы и их нано-, микро-, мезо- и макромасштабные свойства | знать особенности исследования наноматериалов в конкретных технологиях уметь анализировать и описывать свойства наноматериалов |

1.4 Особенности реализации дисциплины

Язык реализации дисциплины: Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется без применения ЭО и ДОТ.

2. Объем дисциплины (модуля)

| Вид учебной работы | Всего, зачетных единиц (акад.час) | е |
|--|--|---|
| | | 1 |
| Контактная работа с преподавателем: | 2 (72) | |
| занятия лекционного типа | 1 (36) | |
| практические занятия | 1 (36) | |
| Самостоятельная работа обучающихся: | 1 (36) | |
| курсовое проектирование (КП) | Нет | |
| курсовая работа (КР) | Нет | |
| Промежуточная аттестация (Экзамен) | 1 (36) | |

3 Содержание дисциплины (модуля)

3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

| | | Контактная работа, ак. час. | | | | | | | |
|--|---|--------------------------------|--------------------------|---|--------------------------|--|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| № п/п | Модули, темы (разделы) дисциплины | Занятия лекционного типа | | Занятия семинарского типа | | | | Самостоятельная работа, ак. час. | |
| | | | | Семинары и/или Практические занятия | | Лабораторные работы и/или Практикумы | | | |
| | | Всего | В том числе в ЭИОС | Всего | В том числе в ЭИОС | Всего | В том числе в ЭИОС | Всего | В том числе в ЭИОС |
| 1. Введение в мир наноматериалов. История развития технологий получения наноматериалов. | | | | | | | | | |
| | 1. Классификация материалов по размерам, форме и структуре: кристаллические, поликристаллические, аморфные твердые тела; объемные материалы, тонкие пленки, наночастицы и наноструктуры. Путь развития технологий получения нано-материалов. Обзор методов синтеза кристаллических мате-риалов: рост кристаллов и тонких кристаллических пленок, получение наночастиц, методы литографии и травления ма-териалов. | 6 | | | | | | | |

| | | | | | | | | |
|--|--|---|---|--|--|--|---|--|
| 2. Классификация материалов по размерам, форме и структуре: кристаллические, поликристаллические, аморфные твердые те-ла; объемные материалы, тонкие пленки, наночастицы и нано-структуры. Путь развития технологий получения наноматериалов. Обзор методов синтеза кристаллических материалов: рост кристаллов и тонких кристаллических пленок, получение наночастиц, методы литографии и травления материалов. | | | 6 | | | | | |
| 3. | | | | | | | 6 | |
| 2. Обзор современных нанотехнологий и перспективы их развития. | | | | | | | | |
| 1. Обзор современных методов получения и исследования наноматериалов: молекулярно-лучевая эпитаксия, плазменно-химическое реактивное осаждение, осаждение металлоорганических соединений из газообразной фазы, атомно-слоевое осаждение; фотолитография, лазерная и электронная литография; жидкостное и сухое травление; рентгеноструктурный анализ, электронная и атомно-силовая микроскопия. | | 6 | | | | | | |
| 2. Обзор современных методов получения и исследования наноматериалов: молекулярно-лучевая эпитаксия, плазменно-химическое реактивное осаждение, осаждение металлоорганических соединений из газообразной фазы, атомно-слоевое осаждение; фотолитография, лазерная и электронная литография; жидкостное и сухое травление; рентгеноструктурный анализ, электронная и атомно-силовая микроскопия. | | | 6 | | | | | |
| 3. | | | | | | | 6 | |
| 3. Методы получения наноматериалов. | | | | | | | | |

| | | | | | | | | |
|--|---|--|---|--|--|--|---|--|
| 1. Основные принципы и особенности разнообразных подходов синтеза наноматериалов: молекулярно-лучевая эпитаксия, плазмо- химическое реактивное осаждение, осаждение металлоорганических соединений из газообразной фазы, атомно-слоевое осаждение | 8 | | | | | | | |
| 2. Основные принципы и особенности разнообразных подходов синтеза наноматериалов: молекулярно-лучевая эпитаксия, плаз-мо- химическое реактивное осаждение, осаждение металлоорга-нических соединений из газообразной фазы, атомно-слоевое осаждение. | | | 8 | | | | | |
| 3. | | | | | | | 6 | |
| 4. Методы создания субмикронных планарных и вертикальных структур. | | | | | | | | |
| 1. Фотолитография, лазерная и электронная литография как ос-новные методы создания наноструктур. Альтернативные методы модификации поверхности и нанесения резистивных масок: импринт литография, локальное анодное окисление, перьевая нанолитография. Травление материалов: жидкостное химиче-ское, сухое плазменно-химическое и реактивное, сухое ионное. | 8 | | | | | | | |
| 2. Фотолитография, лазерная и электронная литография как основные методы создания наноструктур. Альтернативные методы модификации поверхности и нанесения резистивных масок: импринт литография, локальное анодное окисление, перьевая нанолитография. Травление материалов: жидкостное химическое, сухое плазменно-химическое и реактивное, сухое ионное. | | | 8 | | | | | |
| 3. | | | | | | | 8 | |
| 5. Методы исследования наноматериалов. | | | | | | | | |

| | | | | | | | | |
|--|----|--|----|--|--|--|----|--|
| 1. Основные методы исследования и характеристики нанструктур: рентгеноструктурный анализ, просвечивающая и скани-рующая электронная микроскопия, атомно-силовая и тун-нельная микроскопия. Основные подходы исследования физических свойств наноматериалов и отличия от таковых для объемных материалов. | 8 | | | | | | | |
| 2. Основные методы исследования и характеристики нанструктур: рентгеноструктурный анализ, просвечивающая и скани-рующая электронная микроскопия, атомно-силовая и тун-нельная микроскопия. Основные подходы исследования физических свойств наноматериалов и отличия от таковых для объемных материалов. | | | 8 | | | | | |
| 3. | | | | | | | 10 | |
| Всего | 36 | | 36 | | | | 36 | |

4 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

4.1 Печатные и электронные издания:

1. Капитонов А. М., Редькин В. Е. Физико-механические свойства композиционных материалов. Упругие свойства: монография (Красноярск: СФУ).
2. Барыбин А. А., Томилин В. И., Томилина Н. П. Физико-химия наночастиц, наноматериалов и наноструктур: учебное пособие для вузов по специальностям "Проектирование и технология радиоэлектронных средств" и "Проектирование и технология электронно-вычислительных средств" направления 210200 "Проектирование и технология электронных средств", 03.06.2010 г.(Красноярск: Сибирский федеральный университет [СФУ]).
3. Демиховский В. Я., Вугальтер Г. А. Физика квантовых низкоразмерных структур(Москва: Логос).
4. Драгунов В. П., Неизвестный И. Г., Гридчин В. А. Основы наноэлектроники: учеб. пособие для студентов вузов(Москва: Физматкнига).
5. Капитонов А. М., Теремов С. Г. Изменение упругих постоянных твердых тел при ранговом переходе монокристалл-поликристалл: монография (Красноярск: ИПК СФУ).
6. Хартманн У., Захарова Т. Н., Патрикеев Л. Н. Очарование нанотехнологии: [учеб. пособие](Москва: БИНОМ, Лаборатория знаний).
7. Барыбин А. А., Бахтина В.А., Томилин В. И., Томилина Н. П. Физико-химия наночастиц, наноматериалов и наноструктур: учебное пособие (Красноярск: СФУ).

4.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства (программное обеспечение, на которое университет имеет лицензию, а также свободно распространяемое программное обеспечение):

1. Microsoft Office.
2. Adobe Reader.

4.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. Доступ к библиотечному фонду (см. сайт СФУ, раздел «Библиотека», <http://bik.sfu-kras.ru/>).

5 Фонд оценочных средств

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

6 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Занятия проводятся в учебных аудиториях лекционного и семинарского типа.
Необходимое оборудование: учебная мебель, доска.