

**Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Московский физико-технический институт
(национальный исследовательский университет)»**

УТВЕРЖДЕНО

**Директор физтех-школы
биологической и медицинской
физики**

Д.В. Кузьмин

	Рабочая программа дисциплины (модуля)
по дисциплине:	Методы исследования свойств и поведения наноструктур
по направлению:	Прикладные математика и физика
профиль подготовки:	Биофизика и инженерия в нанобиотехнологиях Физтех-школа Биологической и Медицинской Физики центр образовательных программ Физтех-школы биологической и медицинской физики
курс:	1
квалификация:	магистр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 1 (осенний) - Дифференцированный зачет

Аудиторных часов: 15 всего, в том числе:

лекции: 15 час.

семинары: 0 час.

лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 30 час.

Всего часов: 45, всего зач. ед.: 1

Программу составил: С.Д. Зверева, канд. биол. наук, преподаватель

Программа обсуждена на заседании центра образовательных программ Физтех-школы биологической и медицинской физики 28.12.2023

Аннотация

Дисциплина "Методы исследования свойств и поведения наноструктур" направлена на изучение основных методов и техник анализа и всесторонней характеристики наночастиц. В ходе изучения дисциплины студенты ознакомятся с основными принципами работы современных методик, включая спектроскопию, микроскопию, хроматографию и другие методы анализа. Кроме того, студенты познакомятся с теоретическими основами и методами расчета физических свойств наночастиц, их поведения и взаимодействия с окружающей средой. Дисциплина включает в себя лекции и лабораторно-практические работы, позволяющие участникам овладеть основными современными технологиями и наукоемкими исследованиями в области наноматериалов и нанотехнологий.

1. Цели и задачи

Цель дисциплины

- овладение современными методами и техниками качественного исследования наноматериалов. Углубленное изучение особенностей наноструктур, анализ их свойств и поведения на микро- и наноуровне.

Задачи дисциплины

- изучение методов синтеза наночастиц различных материалов;
- определение размера и формы наночастиц с использованием соответствующих методов анализа;
- исследование поведения наночастиц в различных средах и условиях;
- оценка влияния размера и формы наночастиц на их физико-химические свойства;
- изучение взаимодействия наночастиц с другими веществами и материалами;
- определение возможных способов функционализации и модификации наночастиц;
- исследование потенциального применения наночастиц в различных областях науки.

2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1 Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними
УК-3 Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной задачи	УК-3.4 Способен планировать командную работу, распределять поручения членам команды, организовать обсуждение разных идей и мнений
ПК-3 Способен профессионально работать с исследовательским и испытательным оборудованием (приборами и установками, специализированными пакетами прикладных программ) в избранной предметной области	ПК-3.1 Понимает принципы работы используемого оборудования (специализированных пакетов прикладных программ)
	ПК-3.2 Способен проводить эксперимент (моделирование) с использованием исследовательского оборудования (пакетов прикладных программ)
	ПК-3.3 Способен оценивать точность полученных экспериментальных (численных) результатов

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны знать:

- основные методы исследования наночастиц, включая оптические, электронные и микроскопические методы;
- принципы и приборы, используемые для исследования размеров, формы, структуры и поведения наночастиц;
- влияние межмолекулярных и поверхностных взаимодействий на свойства наночастиц;
- возможности приложения полученных знаний в различных областях, включая медицину, электронику, материаловедение и другие;
- основные принципы работы современных инструментов для исследования наночастиц;
- методы обработки данных и интерпретации результатов исследований наночастиц;
- основные принципы безопасности использования наночастиц.

уметь:

- применять современные методы исследования наночастиц, такие как трансмиссионная электронная микроскопия, спектроскопия, масс-спектрометрия и другие;
- анализировать полученные данные и определять свойства и поведение наночастиц, такие как размер, форма, структура, химический состав и физические свойства;
- оценивать влияние различных факторов на свойства и поведение наночастиц, таких как внешние условия (температура, давление), химическая обработка и взаимодействие с другими веществами;
- интерпретировать полученные результаты и делать выводы о возможных применениях и перспективах использования наночастиц в различных областях науки и техники;
- применять полученные знания для решения практических задач, связанных с синтезом, модификацией и применением наночастиц в различных областях, таких как медицина, электроника, катализ и другие;
- анализировать современные научные статьи и публикации по соответствующей теме;
- эффективно искать литературу и другую специальную информацию в избранной области науки.

владеть:

- пониманием основных методов и инструментов исследования свойств наночастиц, таких как спектроскопия, микроскопия, хроматография и электронная микроскопия;
- умением проводить экспериментальные исследования наночастиц, анализировать полученные данные и делать выводы о их свойствах и поведении;
- знаниями об основных методах синтеза наночастиц и их применении в различных областях, таких как медицина, материаловедение и электроника;
- умением работать с современным оборудованием и программным обеспечением для исследования наночастиц;
- способностью критически мыслить и подходить к решению проблем, связанных с исследованием наночастиц.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1. Разделы дисциплины (модуля) и трудоемкости по видам учебных занятий

№	Тема (раздел) дисциплины	Трудоемкость по видам учебных занятий, включая самостоятельную работу, час.			
		Лекции	Семинары	Лаборат. работы	Самост. работа
1	Методы анализа размеров и заряда наноструктур.	3			10
2	Методы сепарации наноструктур	5			5
3	Методы микроскопии в исследовании наноструктур	5			10

4	Методы спектроскопии и масс-спектрометрии в исследовании нанообъектов.	2			5
Итого часов		15			30
Подготовка к экзамену		0 час.			
Общая трудоёмкость		45 час., 1 зач.ед.			

4.2. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

Семестр: 1 (Осенний)

1. Методы анализа размеров и заряда наноструктур.

Методы анализа размеров и заряда наноструктур. Метод динамического рассеяния света, электрофоретическое светорассеяние и другие.

2. Методы сепарации наноструктур

Изучение методов разделения наночастиц или наноструктур. Центрифугирование, электрофорез, магнитная сепарация, хроматография. Определение концентрации биополимеров, основы гель-фильтрации, ультразвуковая обработка, концентрирование веществ и др.

3. Методы микроскопии в исследовании наноструктур

Изучение методов исследования наноструктур на микро- и наноуровне. AFM (атомно-силовая микроскопия), SEM (сканирующая электронная микроскопия), ТЕМ (трансмиссионная электронная микроскопия), световая и конфокальная микроскопия. Виды меток, в том числе на основе наночастиц.

4. Методы спектроскопии и масс-спектрометрии в исследовании нанообъектов.

Спектроскопия и масс-спектрометрия, методы анализа химических соединений и структур молекул. Определение состава, структуры, формы и размеров таких нанообъектов, как наночастицы, нанотрубки, нанопластинки и т. д.

5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Учебная аудитория, оснащенная компьютером и мультимедийным оборудованием (проектор, звуковая система).

Научная лаборатория, оснащенная оборудованием для химического синтеза наночастиц, их характеристики (спектрального анализа, микроскопии и др.), а также для исследования их биологических свойств.

6.Перечень рекомендуемой литературы

Основная литература

Литература предоставляется на базовой кафедре:

1. Основы измерений. Электронные методы и приборы в измерительной технике. Клаассен К.Б. Москва: Постмаркет, 2000.
2. Основы молекулярной спектроскопии. Бенуэлл К. Москва: Мир, 1985.
3. Физические методы в химии. Т. 1, 2. Драго Р. Москва: Мир, 1981.
4. Физические методы исследования: учеб. пособие. Франкевич Е.Л. Москва: МФТИ, 1978 (Ч. 1); 1980 (Ч. 2); 1986 (Ч. 3).
5. Физические методы исследования в химии. Пентин Ю.А., Вилков Л.В. Москва: Мир, 2003.
6. Основы измерений. Электронные методы и приборы в измерительной технике. Клаассен К.Б. Москва: Постмаркет, 2000.
7. Атомная и молекулярная спектроскопия. Ельяшевич М.А. Москва: КомКнига, 2006.
8. Электрохимия. Б.Б. Дамаскин, О.А. Петрий, Г.А. Цирлина
9. Основы физической химии. В.В. Еремин, И.А. Успенская, С.И. Каргов, Н.Е. Кузьменко, В.В. Лунин.
10. Коллоидная химия. Е.Д. Щукин, А.В. Перцов, Е.А. Амелина
11. Физика газового разряда [Текст] : [учеб. пособие для вузов] / Ю. П. Райзер .— 3-е изд., перераб. и доп. — Долгопрудный : Интеллект, 2009 .— 736 с.
12. Лекции по спектроскопии ядерного магнитного резонанса [Текст]. Ч. 1, Вводный курс / Ю. А. Устынюк - М. Техносфера, 2016
13. Методы исследований в экспериментальной физике [Текст]: учеб. пособие для вузов / М. И. Пергамент. — М.: Интеллект, 2010. — 304 с.

Дополнительная литература

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

https://www.nanowerk.com/nanotechnology/introduction/introduction_to_nanotechnology_1.php

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5654254>

<https://www.sciencedirect.com/topics/chemistry/nanoparticle-characterization>

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

На лекционных занятиях используются мультимедийные технологии, включая демонстрацию презентаций. Приветствуется наличие во время занятий смартфонов/ноутбуков для участия в интерактивных упражнениях.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Успешное освоение курса требует напряжённой самостоятельной работы студента. В программе курса приведено минимально необходимое время для работы студента над темой. Самостоятельная работа включает в себя:

- чтение и конспектирование рекомендованной литературы;
- проработку учебного материала (по конспектам лекций, учебной и научной литературе), подготовку ответов на вопросы, предназначенных для самостоятельного изучения, доказательство отдельных утверждений, свойств.

Руководство и контроль за самостоятельной работой студента осуществляется в форме индивидуальных консультаций. Для формирования умения применять теоретические знания на практике студенту необходимо решать как можно больше задач. В начале занятия, как правило, проводится короткий (10-15 минут) опрос по материалу прошедших занятий в устной или письменной форме. Важно добиться понимания изучаемого материала, а не механического его запоминания. При затруднении изучения отдельных тем, вопросов, следует обращаться за консультациями к лектору.

Промежуточный контроль знаний проводится в виде опросов, на которых студенту предлагается устно ответить на теоретический вопрос и решить две задачи по теме семинара. Студенты, успешно прошедшие все формы промежуточного контроля, допускаются к сдаче дифференцированного зачета по дисциплине.

ПРИЛОЖЕНИЕ

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

по направлению:	Прикладные математика и физика
профиль подготовки:	Биофизика и инженерия в нанобиотехнологиях Физтех-школа Биологической и Медицинской Физики центр образовательных программ Физтех-школы биологической и медицинской физики
курс:	<u>1</u>
квалификация:	магистр
Семестр, формы промежуточной аттестации: 1 (осенний) - Дифференцированный зачет	
Разработчик:	С.Д. Зверева, канд. биол. наук, преподаватель

1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1 Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними
УК-3 Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной задачи	УК-3.4 Способен планировать командную работу, распределять поручения членам команды, организовать обсуждение разных идей и мнений
ПК-3 Способен профессионально работать с исследовательским и испытательным оборудованием (приборами и установками, специализированными пакетами прикладных программ) в избранной предметной области	ПК-3.1 Понимает принципы работы используемого оборудования (специализированных пакетов прикладных программ)
	ПК-3.2 Способен проводить эксперимент (моделирование) с использованием исследовательского оборудования (пакетов прикладных программ)
	ПК-3.3 Способен оценивать точность полученных экспериментальных (численных) результатов

2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Методы исследования свойств и поведения наноструктур» обучающийся должен:

знать:

- основные методы исследования наночастиц, включая оптические, электронные и микроскопические методы;
- принципы и приборы, используемые для исследования размеров, формы, структуры и поведения наночастиц;
- влияние межмолекулярных и поверхностных взаимодействий на свойства наночастиц;
- возможности приложения полученных знаний в различных областях, включая медицину, электронику, материаловедение и другие;
- основные принципы работы современных инструментов для исследования наночастиц;
- методы обработки данных и интерпретации результатов исследований наночастиц;
- основные принципы безопасности использования наночастиц.

уметь:

- применять современные методы исследования наночастиц, такие как трансмиссионная электронная микроскопия, спектроскопия, масс-спектрометрия и другие;
- анализировать полученные данные и определять свойства и поведение наночастиц, такие как размер, форма, структура, химический состав и физические свойства;
- оценивать влияние различных факторов на свойства и поведение наночастиц, таких как внешние условия (температура, давление), химическая обработка и взаимодействие с другими веществами;
- интерпретировать полученные результаты и делать выводы о возможных применениях и перспективах использования наночастиц в различных областях науки и техники;
- применять полученные знания для решения практических задач, связанных с синтезом, модификацией и применением наночастиц в различных областях, таких как медицина, электроника, катализ и другие;
- анализировать современные научные статьи и публикации по соответствующей теме;
- эффективно искать литературу и другую специальную информацию в избранной области науки.

владеть:

- пониманием основных методов и инструментов исследования свойств наночастиц, таких как спектроскопия, микроскопия, хроматография и электронная микроскопия;
- умением проводить экспериментальные исследования наночастиц, анализировать полученные данные и делать выводы о их свойствах и поведении;
- знаниями об основных методах синтеза наночастиц и их применении в различных областях, таких как медицина, материаловедение и электроника;
- умением работать с современным оборудованием и программным обеспечением для исследования наночастиц;
- способностью критически мыслить и подходить к решению проблем, связанных с исследованием наночастиц.

3. Перечень типовых (примерных) вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю

1. Определение состава, структуры, формы и размеров таких наноструктур, как наночастицы, нанотрубки, нанопластинки и т. д.
2. Взаимодействие между наночастицами и другими веществами;
3. Методы моделирования поведения наноструктур?
4. Влияние формы наночастиц на их свойства и поведение;
5. Факторы, влияющие на стабильность наночастиц;
6. Определение концентрации наноструктур в образце;
7. Термодинамические и кинетические свойства наночастиц;
8. Спектральные методы исследования наночастиц;
9. Параметры, влияющие на агрегацию и диспергирование наночастиц;
10. Роль наночастиц в современной науке и биомедицине.

4. Перечень типовых (примерных) вопросов и тем для проведения промежуточной аттестации обучающихся

1. Методы, используемые для исследования размеров и заряда наноструктур (динамического рассеяния света, электрофоретическое светорассеяние);
2. Методы, используемые для исследования свойств наночастиц на их поведение;
3. Методы, используемые для исследования структуры наноструктур;
4. Определение физических и химических свойств наноструктур;
5. Методы сепарации наноструктур (центрифугирование, электрофорез, магнитная сепарация, хроматография).
6. Определение концентрации биополимеров, основы гель-фильтрации, ультразвуковая обработка, концентрирование веществ и др.
7. Методы микроскопии в исследовании наноструктур. Изучение методов исследования наноструктур на микро- и наноуровне.
8. AFM (атомно-силовая микроскопия), SEM (сканирующая электронная микроскопия), ТЕМ (трансмиссионная электронная микроскопия), световая и конфокальная микроскопия. Виды меток, в том числе на основе наночастиц;
9. Методы предварительной подготовки образцов используются перед анализом наночастиц методом масс-спектрометрии
10. Методы спектроскопии и масс-спектрометрии в исследовании наноструктур.

Критерии оценивания

Оценка "отлично" (10 баллов) выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины, проявляющему интерес к данной предметной области, продемонстрировавшему умение уверенно и творчески применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

Оценка "отлично" (9 баллов) выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

Оценка "отлично" (8 баллов) выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, правильное обоснование принятых решений, с некоторыми недочётами.

Оценка "хорошо" (7 баллов) выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но недостаточно грамотно обосновывает полученные результаты.

Оценка "хорошо" (6 баллов) выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности.

Оценка "хорошо" (5 баллов) выставляется студенту, если он в основном знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач достаточно большое количество неточностей.

Оценка "удовлетворительно" (4 балла) выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он освоил основные разделы учебной программы, необходимые для дальнейшего обучения, и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации.

Оценка "удовлетворительно" (3 балла) выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, допускающему ошибки в формулировках базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, слабо владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и с трудом применяет полученные знания даже в стандартной ситуации.

Оценка "неудовлетворительно" (2 балла) выставляется студенту, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных принципов и не умеет использовать полученные знания при решении типовых задач.

Оценка "неудовлетворительно" (1 балл) выставляется студенту, который не знает основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубейшие ошибки в формулировках базовых понятий дисциплины и вообще не имеет навыков решения типовых практических задач.

5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Аттестация по дисциплине осуществляется в форме дифференцированного зачета. При проведении устного дифференцированного зачета обучающемуся предоставляется 60 минут на подготовку. Опрос обучающегося по билету на устном дифференцированном зачете не должен превышать одного астрономического часа.