

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 21.09.2023 17:05:47

Уникальный идентификатор документа:

d7a26b9e8ca85e98ec3de2eb454b4659d061f249

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»

## Рабочая программа дисциплины (модуля)

# Размерные эффекты в наноструктурных материалах

Закреплена за подразделением Кафедра функциональных наносистем и высокотемпературных материалов

Направление подготовки

28.03.03 НАНОМАТЕРИАЛЫ

Профиль

Квалификация

**Бакалавр**

Форма обучения

**очная**

Общая трудоемкость

**5 ЗЕТ**

Часов по учебному плану

180

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

экзамен 7

аудиторные занятия

68

самостоятельная работа

49

часов на контроль

63

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	7 (4.1)		Итого	
	Неделя 18			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	34	34	34	34
Лабораторные	17	17	17	17
Практические	17	17	17	17
Итого ауд.	68	68	68	68
Контактная работа	68	68	68	68
Сам. работа	49	58	49	58
Часы на контроль	63	63	63	63
Итого	180	189	180	189

Программу составил(и):

*дтн, профессор, Левина В.В.; ассистент, Колесников Е.А.*

Рабочая программа

**Размерные эффекты в наноструктурных материалах**

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» по направлению подготовки 28.03.03 НАНОМАТЕРИАЛЫ (приказ от 02.04.2021 г. № 119 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

Направление подготовки: 28.03.03 Наноматериалы, 28.03.03-БНМ-23.plx , утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

Направление подготовки: 28.03.03 Наноматериалы, , утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.06.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра функциональных наносистем и высокотемпературных материалов**

Протокол от 16.06.2021 г., №20

Руководитель подразделения Кузнецов Д.В.

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

1.1	Цель освоения дисциплины - познакомить с изменением физико-химических характеристик материала при переходе от массивного состояния к наноразмерному; сформировать у студентов базовые теоретические знания в области физико-химических свойств наноразмерных систем.
-----	--

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Блок ОП:		Б1.В
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.1.1	Коллоидная химия	
2.1.2	Методы исследования материалов	
2.1.3	Методы обработки статистических данных (анализ данных)	
2.1.4	Планирование и организация научно-исследовательской работы	
2.1.5	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	
2.1.6	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	
2.1.7	Фазовые равновесия и структурообразование	
2.1.8	Физика конденсированного состояния	
2.1.9	Диффузия и диффузионно-контролируемые процессы	
2.1.10	Квантовая химия и теория химической связи	
2.1.11	Процессы получения наночастиц и наноматериалов	
2.1.12	Теория поверхностных явлений	
2.1.13	Кристаллография	
2.1.14	Математическая статистика и анализ данных	
2.1.15	Методы математической физики	
2.1.16	Основы квантовой механики	
2.1.17	Теоретическая механика и основы теории упругости	
2.1.18	Учебная практика по получению первичных профессиональных умений	
2.1.19	Учебная практика по получению первичных профессиональных умений	
2.1.20	Физика	
2.1.21	Физическая химия	
2.1.22	Электротехника	
2.1.23	Математика	
2.1.24	Органическая химия	
2.1.25	Информатика	
2.1.26	Химия	
2.1.27	Инженерная и компьютерная графика	
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
2.2.1	Методы вычислительной физики	
2.2.2	Методы контроля и анализа веществ	
2.2.3	Наноструктурированные сверхтвердые материалы	
2.2.4	Особенности исследования наноматериалов	
2.2.5	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.6	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.7	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы	
2.2.8	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы	
2.2.9	Статистические расчеты равновесий	

**3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ****4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ**

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполняемые работы
-------------	---	----------------	-------	------------------------------------	--------------------------	------------	----	--------------------

	<b>Раздел 1. Структурные и термодинамические свойства наносистем</b>							
1.1	Фазовые состояния в наноразмерных системах. Полиморфные превращения в наносистемах. Особенности образования совместных фаз. Поверхность и границы в наноматериалах. /Лек/	7	2		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2		КМ1	Р1
1.2	Структурные особенности наноразмерных сред. Изменение периода кристаллической решетки Дефекты кристаллической решетки. Микроискажения кристаллической решетки. /Лек/	7	2		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2		КМ1	Р1
1.3	Зависимость теплоёмкости от размеров структурных составляющих материалов. Температура плавления наноструктурных материалов. /Лек/	7	2		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2		КМ1	Р1
1.4	Решёточная теплопроводность в нанодисперсных материалах. Изменение температура Дебая в нанодисперсных средах. /Лек/	7	2		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2		КМ1	Р1
1.5	Особенности образования совместных фаз в наноразмерных системах. /Лаб/	7	3		Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2		КМ1	Р1
1.6	Особенности фазообразование в наноразмерных средах. /Пр/	7	2		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2		КМ1	Р1
1.7	Проработка лекционного материала. Самостоятельное изучение литературы. Подготовка к лабораторным работам и практическим занятиям. /Ср/	7	10		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2		КМ1	Р1
	<b>Раздел 2. Электрические и магнитные и тепловые свойства наноматериалов</b>							
2.1	Классические и квантовые размерные эффекты. Особенности процессов переноса заряда и энергии в наноструктурных материалах по сравнению с обычными материалами. /Лек/	7	2		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2		КМ1	Р2
2.2	Длина свободного пробега электронов. Электропроводность наноразмерных материалов. /Лек/	7	2		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2		КМ1	Р2

2.3	Работа выхода электрона в наноразмерных средах. Влияние размерных факторов на явление сверхпроводимости. Квантовые точки. /Лек/	7	2		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2		КМ1	Р2
2.4	Магнитные свойства ферромагнитных наноструктурных материалов. Однодоменное состояние вещества. Суперпарамагнетизм в нанодисперсных системах. /Лек/	7	2		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2		КМ1	Р2
2.5	Изменение коэрцитивной силы в наноматериалах. Влияние размерных факторов на температуру Кюри. /Лек/	7	2		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2		КМ1	Р2
2.6	Влияние размерного фактора на ампер-вольтные характеристики наносистем. /Лаб/	7	2		Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2		КМ1	Р2
2.7	Влияние способа получения на магнитные характеристики наносистем. /Лаб/	7	2		Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2		КМ1	Р2
2.8	Проявления явления суперпарамагнетизма в наноразмерных средах. /Лаб/	7	2		Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2		КМ1	Р2
2.9	Особенности электрических свойств в наноматериалах. /Пр/	7	2		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2		КМ1	Р2
2.10	Электропроводность наносистем. /Пр/	7	2		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2		КМ1	Р2
2.11	Проработка лекционного материала. Самостоятельное изучение литературы. Подготовка к лабораторным работам и практическим занятиям. /Ср/	7	18		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2		КМ1	Р2
	<b>Раздел 3. Диффузионные, химические и оптические свойства наносистем</b>							
3.1	Диффузионные свойства наносистем. Диффузия в порошковых наноматериалах. /Лек/	7	2		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2		КМ2	Р3
3.2	Диффузия в объемных наноструктурных средах. /Лек/	7	2		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2		КМ2	Р3
3.3	Химические свойства наноструктурных материалов. Проявление размерного эффекта в химических процессах. /Лек/	7	2		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2		КМ2	Р3

3.4	Реакции окисления наноразмерных в средах. Особенности окислительных процессов. /Лек/	7	2		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2		КМ2	Р3
3.5	Каталитические свойства нанодисперсных систем. /Лек/	7	2		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2		КМ2	Р3
3.6	Оптические характеристики наноразмерных сред. Особенности рассеяния света малыми частицами. /Лек/	7	2		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2		КМ2	Р3
3.7	Экстинкция малыми частицами Влияние морфологии и полидисперсности на оптические свойства наноматериалов. /Лек/	7	2		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2		КМ2	Р3
3.8	Исследование активности наноразмерных катализаторов синтеза углеродных нанотрубок. /Лаб/	7	3		Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2		КМ2	Р3
3.9	Влияние размерного фактора на оптические спектры наносистем. /Лаб/	7	2		Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2		КМ2	Р3
3.10	Особенности диффузионных процессов в наносистемах. /Пр/	7	2		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2		КМ2	Р3
3.11	Влияние размерного фактора на кинетические закономерности процессов диссоциации. /Пр/	7	2		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2		КМ2	Р3
3.12	Особенности окислительных процессов в наноразмерных системах. Расчет энергии активацию. /Пр/	7	2		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2		КМ2	Р3
3.13	Пирофорность наноразмерных металлов. /Пр/	7	2		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2		КМ2	Р3
3.14	Влияние способа получения и дисперсности на оптические характеристики наносистем. /Пр/	7	1		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2		КМ2	Р3
3.15	Проработка лекционного материала. Самостоятельное изучение литературы. Подготовка к лабораторным работам и практическим занятиям. /Ср/	7	22		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2		КМ2	Р3
	<b>Раздел 4. Механические свойства субмикронных материалов</b>							

4.1	Механические характеристики нанодисперсных сред. Твердость, прочность, пластичность наноматериалов. Явление сверхпластичности в наноматериалах, упругие свойства наносистем. /Лек/	7	2		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2		КМ2	Р4
4.2	Влияние размерного фактора на механические свойства наноразмерного кобальта. /Лаб/	7	3		Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2		КМ2	Р4
4.3	Влияние способа получения и дисперсности на оптические характеристики наносистем /Пр/	7	2		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2		КМ2	Р4
4.4	Проработка лекционного материала. Самостоятельное изучение литературы. Подготовка к лабораторным работам и практическим занятиям. /Ср/	7	8		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2		КМ2	Р4

### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

#### 5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
-----------	-------------------------	------------------------------------	------------------------

КМ1	Контрольная работа №1	<ol style="list-style-type: none"><li>1.Насколько правомерно использование давления Лапласа для объяснения размерных эффектов твердых тел?</li><li>2. При каких условиях могут находиться в равновесии фазы, разделенные поверхностью с ненулевой кривизной?</li><li>3. Как меняется величина температуры плавления материала при переходе в наноразмерную область?</li><li>4. По какой формуле оценивают изменение температуры плавления наноструктурного материала?</li><li>5. Как влияет анизотропия поверхностной энергии на температуру плавления наносистем?</li><li>6. В чем состоит своеобразие флуктуационного плавления малых частиц?</li><li>7. Перечислите модели, объясняющие изменение температуры плавления наноразмерных материалов.</li><li>8. При каких размерах наночастиц становятся заметными изменения температур плавления?</li><li>9. В чем причина полиморфных превращений в наноматериалах?</li><li>10. Образование каких структур характерно для наноразмерных материалов?</li><li>11. Какие процессы лежат в основе процессов фазообразования в наносистемах?</li><li>12. В чем причины расширения зоны растворимости в наноразмерных системах?</li><li>13. Как можно провести оценку доли поверхностных атомов в наноразмерной системе?</li><li>14. Как изменяется период решетки в наноструктурных материалах?</li><li>15. Перечислите причины изменения межатомных расстояний в наносистемах.</li><li>16. Как влияет лапласовское давление на параметр решетки в наноразмерных средах?</li><li>17. Может ли влиять на параметр решетки в наноструктурном материале изменение симметрии кристаллической решетки?</li><li>18. Связь поверхностной релаксации и параметра решетки в наноматериалах.</li><li>19. Опишите гипотезу, объясняющую влияние образования вакансий на изменение периода решетки в наносистемах.</li><li>20.Какие дефекты типичны для наноструктурных систем?</li></ol>
-----	-----------------------	--



КМ2	Контрольная работа №2		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. В чем причина микроискажений кристаллической решетки наноразмерных материалов?</li> <li>2. Что такое размерный эффект?</li> <li>3. Классический размерный эффект</li> <li>4. Квантовый размерный эффект</li> <li>5. На какие электрические свойства материалов влияют их размерные характеристики?</li> <li>6. Какие квантовые размерные эффекты наблюдаются в наноструктурных материалах?</li> <li>7. Как влияют классические и квантовые размерные эффекты на длину свободного пробега электрона в наноразмерных системах?</li> <li>8. Влияние размерных эффектов на электропроводность</li> <li>9. Влияние размерных эффектов на работу выхода электронов.</li> <li>10. От каких величин зависит работа выхода электрона и как на них влияют размерные эффекты?</li> <li>11. Приведите определение сил изображения.</li> <li>12. В чем заключаются особенности сверхпроводимости в наноразмерных средах?</li> <li>13. Температуру перехода в сверхпроводящее состояние?</li> <li>14. Перечислите, на какие магнитные свойства ферромагнитных наноматериалов оказывают влияние</li> <li>15. Влияние морфологических размеров наноструктурных материалов на доменную структуру.</li> <li>16. Причины появления супермагнетизма в наноразмерных ферромагнитных средах.</li> <li>17. Какие характерные размеры определяют магнитные свойства наноматериалов?</li> <li>18. Каким образом и почему изменяется коэрцитивная сила в наноразмерных средах?</li> <li>19. Как зависит намагниченность насыщения от размеров материала?</li> <li>20. Особенности оформления и анализа специальной литературы по теме наносистем</li> </ol>
-----	-----------------------	--	---

### 5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)

Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы
P1	Расчётно-графическая работа 1		Влияние размерных эффектов на механические свойства микрокристаллических систем на структурные и термодинамические свойства наносистем (по вариантам)
P2	Расчётно-графическая работа 2		Влияние размерных эффектов на электрические и магнитные и тепловые свойства наноматериалов (по вариантам)
P3	Расчётно-графическая работа 3		Влияние размерных эффектов на диффузионные, химические и оптические свойства наносистем (по вариантам)
P4	Расчётно-графическая работа 4		Влияние размерных эффектов на механические свойства микрокристаллических систем (по вариантам)

### 5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)

По дисциплине предусмотрен экзамен. Экзаменационный билет состоит из 5 теоретических вопросов. Экзамен проводится в письменной форме. Время подготовки ответа составляет 90 минут. По истечении установленного времени студент должен ответить на вопросы экзаменационного билета.

**5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)**

Шкала оценивания знаний обучающихся на экзамене:

Оценка «отлично» - обучающийся показывает глубокие, исчерпывающие знания в объеме пройденной программы, уверенно действует по применению полученных знаний на практике, грамотно и логически грамотно излагает материал при ответе, умеет формулировать выводы из изложенного теоретического материала, знает дополнительно рекомендованную литературу.

Оценка «хорошо» - обучающийся показывает твердые и достаточно полные знания в объеме пройденной программы, допускает незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, правильно действует по применению знаний на практике, четко излагает материал.

Оценка «удовлетворительно» - обучающийся показывает знания в объеме пройденной программы, ответы излагает хотя и с ошибками, но уверенно исправляемыми после дополнительных и наводящих вопросов, правильно действует по применению знаний на практике;

Оценка «неудовлетворительно» - обучающийся допускает грубые ошибки в ответе, не понимает сущности излагаемого вопроса, не умеет применять знания на практике, дает неполные ответы на дополнительные и наводящие вопросы

**6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ****6.1. Рекомендуемая литература****6.1.1. Основная литература**

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Раков Э. Г.	Неорганические наноматериалы	Электронная библиотека	Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015
Л1.2	Рыжонков Д. И., Лёвина В. В., Дзидзигури Э. Л.	Наноматериалы: учебное пособие	Электронная библиотека	Москва: Лаборатория знаний, 2017
Л1.3	Левина В. В., Конюхов Ю. В., Филонов М. Р., др.	Физико-химия наноструктурных материалов: лаб. практикум: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. 150700 - Физическое материаловедение	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2010

**6.1.2. Дополнительная литература**

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Андреев Л. А.	Физическая химия. Поверхностные явления на межфазных границах жидкость-газ и жидкость-твердое тело: учеб. пособие	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2010
Л2.2	Новикова Е. А., Фролов Г. А.	Коллоидная химия. Поверхностные явления (N 2763): курс лекций	Электронная библиотека	М.: [МИСиС], 2016

**6.3 Перечень программного обеспечения**

П.1	Microsoft Office
-----	------------------

**6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных****7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

Ауд.	Назначение	Оснащение
Любой корпус Мультимедийная	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПКс доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus

Б-322	Лаборатория	комплект учебной мебели, стационарные компьютеры/моноблоки 6 шт., ноутбуки - 4 шт. пакет лицензионных программ MS Office, набор демонстрационного оборудования в том числе: доска учебная. Определение качественного и количественного состава образцов методом рентгенофлуоресцентного анализа РАМ 30-μ; Трибометр NANOVEA - определение трибологических свойств материалов; Качественный и количественный фазовый анализ материалов "Дифрей"; Термический анализ твердофазных превращений в режиме линейного нагрева SDT Q600; Определение удельной поверхности порошковых материалов методом низкотемпературной адсорбции азота Quantachrome Nova1200e; Измерение каталитической активности нанесённых Ag/BN катализаторов в реакции окисления СО при помощи масс-спектрометрии ThermoStar GSD 320. Микроиндентор для определения механических характеристик материалов CSM Micro Indentation Tester, Quantachrome Ultrapycnometer - определение плотности
Б-329	Лаборатория	"стационарные компьютеры/моноблоки 6 шт., набор демонстрационного оборудования, в том числе: доска учебная, плазменный телевизор с диагональю 99 см. Определение стабильности коллоидных систем Malvern Zetasizer Nano ZS; Определение размеров частиц методом ультразвуковой спектроскопии Matec Zeta-APS; Спектрофотометрическое определение кинетики окисления Thermo Scientific HeXios a; Определение механизма тушения флуоресценции квантовых частиц с функциональными группами на поверхности Cary Eclipse Fluorescence spectrophotometer; Окислительно-восстановительное потенциометрическое титрование pH-150MI; Определение поверхностного натяжения и плотности жидкостей KRÜSS Easy Drop DSA 20; Измерение вязкости на ротационном и вибрационном вискозиметрах SV-10, RM-100. Пресс гидравлический ПГМ-100МГ4А СКБ Стройприбор; леофильная сушка - CHRIST ALPHA 1-2 LD; мультиметр "Актакон" "ABM-4306" и источник тока "Master DC Power Supply HY5010E" (снятие ВАХ); весы аналитические "AND GR-202"; комплект учебной мебели"
Любой корпус Мультимедийная	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus
Читальный зал электронных ресурсов		комплект учебной мебели на 55 мест для обучающихся, 50 ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus.

### 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Лекционные занятия нацелены на изучение студентами общих вопросов. Лабораторные занятия нацелены на закрепление на практике лекционного материала и формирования умений и навыков работы с научным оборудованием.

Проведение аудиторных занятий предусматривает использование в учебном курсе активных и интерактивных технологий:

- проведение лекций с использованием интерактивных и мультимедийных технологий (презентация в формате MS PowerPoint);
- использование при проведении занятий специализированной лаборатории с возможностью проведения занятий в интерактивной форме
- использование при проведении лекционных занятий активных форм обучения учебных видеоматериалов и

компьютерных тренажеров.

Дисциплина относится к точным наукам и требует значительного объема самостоятельной работы. Отдельные учебные вопросы выносятся на самостоятельную проработку и контролируются посредством текущей аттестации. При этом организуются групповые и индивидуальные консультации. Качественное освоение дисциплины возможно только при систематической самостоятельной работе, что поддерживается системой текущей и рубежной аттестации.