

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

УТВЕРЖДЕНО

**Директор физтех-школы
электроники, фотоники и
молекулярной физики**

В.В. Иванов

	Рабочая программа дисциплины (модуля)
по дисциплине:	Новые материалы
по направлению:	Прикладные математика и физика
профиль подготовки:	Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы Физтех-школа Электроники, Фотоники и Молекулярной Физики кафедра физики высокотемпературных процессов
курс:	4
квалификация:	бакалавр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 8 (весенний) - Экзамен

Аудиторных часов: 30 всего, в том числе:

лекции: 30 час.

семинары: 0 час.

лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 30 час.

Подготовка к экзамену: 30 час.

Всего часов: 90, всего зач. ед.: 2

Программу составил: А.В. Янилкин, канд. физ.-мат. наук

Программа обсуждена на заседании кафедры физики высокотемпературных процессов 27.05.2021

Аннотация

Курс «Новые материалы» предусматривает ознакомление обучающихся с физическими основами наук о материалах, физическим принципам функционирования существующих материалов и создания новых материалов с заданными свойствами и их теоретическая подготовка к дальнейшей самостоятельной работе в области материаловедения, технологии наноматериалов и энергетики.

Задачи курса:

ознакомление обучающихся с предметом, принципами, методами и моделями наук о материалах; приобретение обучающимися теоретических знаний в области материаловедения; оказание консультаций и помощи обучающимся в проведении их собственной самостоятельной научной работы.

По результатам освоения курса студент должен:

Знать:

фундаментальные понятия, законы и теории материаловедения; фундаментальные основы для создания и разработки новых материалов различного назначения; теоретические модели основополагающих процессов и явлений в физике материалов и ее приложениях; основные подходы и приближения, используемые при расчетах структуры и свойств молекул, кристаллов, нано- и мезоструктур; физические основы методов исследования структуры и свойств материалов; современные проблемы физики и химии материалов.

Уметь:

выбирать подходящие методы исследования структуры и химического состава материалов; производить численные оценки характерных величин свойств материалов; делать качественные выводы о характере взаимодействия атомов в материалах различного типа; делать качественные выводы о влиянии структуры и химического состава материала на его физико-химические и механические свойства.

Владеть:

фундаментальными знаниями о физических принципах построения материалов, методами описания структуры материалов; базовыми моделями предсказания свойств материалов; базовыми моделями компьютерного дизайна материалов, базовыми знаниями о современных тенденциях развития материаловедения.

Основное содержание курса изложено в следующих разделах:

1. Цели и задачи материаловедения. Современные тенденции.
2. Структурные уровни материалов.
3. Методы исследования химического состава материалов.
4. Современные методы синтеза материалов.
5. Методы дизайна материалов.
6. Термоэлектрические материалы.
7. Энергетические материалы.
8. Высокоэнтропийные сплавы.
9. Магнитные материалы.
10. Двухмерные материалы.
11. Топологические изоляторы.

1. Цели и задачи

Цель дисциплины

- ознакомление обучающихся с физическими основами наук о материалах, физическим принципам функционирования существующих материалов и создания новых материалов с заданными свойствами и их теоретическая подготовка к дальнейшей самостоятельной работе в области материаловедения, технологии наноматериалов и энергетики.

Задачи дисциплины

- ознакомление обучающихся с предметом, принципами, методами и моделями наук о материалах; приобретение обучающимися теоретических знаний в области материаловедения;
- оказание консультаций и помощи обучающимся в проведении их собственной самостоятельной научной работы.

2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.3 Рассматривает различные варианты решения задачи, оценивает их преимущества и недостатки
	УК-1.2 Находит, критически анализирует и выбирает информацию, необходимую для решения поставленной задачи
ПК-3 Способен выбирать и применять подходящее оборудование, инструменты и методы исследований для решения задач в избранной предметной области	ПК-3.2 Знает области и критерии применимости используемых теоретических подходов и умение оценивать точность приближенных аналитических методов вычислений
ПК-4 Способен критически оценивать применимость используемых методик и методов	ПК-4.3 Способен обосновать причинно-следственные отношения используемых понятий и моделей

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- фундаментальные понятия, законы и теории материаловедения;
- фундаментальные основы для создания и разработки новых материалов различного назначения;
- теоретические модели основополагающих процессов и явлений в физике материалов и ее приложениях;
- основные подходы и приближения, используемые при расчетах структуры и свойств молекул, кристаллов, нано- и мезоструктур;
- физические основы методов исследования структуры и свойств материалов;
- современные проблемы физики и химии материалов.

уметь:

- выбирать подходящие методы исследования структуры и химического состава материалов;
- производить численные оценки характерных величин свойств материалов;
- делать качественные выводы о характере взаимодействия атомов в материалах различного типа;
- делать качественные выводы о влиянии структуры и химического состава материала на его физико-химические и механические свойства.

владеть:

- фундаментальными знаниями о физических принципах построения материалов, методами описания структуры материалов;
- базовыми моделями предсказания свойств материалов;
- базовыми моделями компьютерного дизайна материалов, базовыми знаниями о современных тенденциях развития материаловедения.

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.

		лекции	семинары	лаборат. работы	работа
1	Введение	2			5
2	Уровни	8			2
3	Методы исследования	2			2
4	Синтез	4			2
5	Дизайн	2			2
6	Термоэлектрические материалы	2			2
7	Энергетические материалы	2			2
8	Высокоэнтروпийные сплавы	2			2
9	Магнитные материалы	2			3
10	Двухмерные материалы	2			4
11	Топологические изоляторы	2			4
Итого часов		30			30
Подготовка к экзамену		30 час.			
Общая трудоёмкость		90 час., 2 зач.ед.			

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

Семестр: 8 (Весенний)

1. Введение

Цели и задачи материаловедения. Современные тенденции.

2. Уровни

Структурные уровни материалов в материаловедении.

3. Методы исследования

Методы исследования химического состава материалов.

4. Синтез

Современные методы синтеза материалов.

5. Дизайн

Методы дизайна материалов.

6. Термоэлектрические материалы

Термоэлектрические материалы. Создание и применение.

7. Энергетические материалы

Энергетические материалы. Создание, применение, методы контроля.

8. Высокоэнтропийные сплавы

Понятие о высокоэнтропийных сплавах, применение.

9. Магнитные материалы

Теория магнетизма. Магнитные материалы. Применение, свойства.

10. Двухмерные материалы

Современные двумерные материалы, синтез, применение, свойства.

11. Топологические изоляторы

Понятие о топологических изоляторах. Применение, свойства.

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

Необходимое оборудование для лекций: компьютеры и мультимедийное оборудование (проектор).

6. Перечень рекомендуемой литературы

Основная литература

- 1) Г. Готтштайн Физико-химические основы материаловедения - М.: БИНОМ, Лаб.знаний, 2009
- 2) Солнцев Ю.П., Пряхин Е.И. Материаловедение, 3-е изд., перераб. и доп. — СПб.: ХИМИЗДАТ, 2004. — 736 с.
- 3) Фетисов Г.П., Карпман М.Г., Матюнин В.М. и др. Материаловедение и технология металлов. Под ред. Фетисова Г.П., 4-е изд., испр. — М.: Высш. шк., 2006. — 862 с.

Дополнительная литература

- 1) Физическое материаловедение: Учебник для вузов: В 6 т. / Под общей ред. Б.А. Калина. – М.: МИФИ, 2007.
- 2) Мерер. Х. Диффузия в твердых телах. / Перевод с англ. - Долгопрудный: Издательский Дом «Интеллект», 2011. - 536 с.

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

Не используются

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

не предусмотрены

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

Студент, изучающий дисциплину, должен с одной стороны, овладеть общей методикой молекулярной динамики, а с другой стороны, должен научиться эффективно использовать различные программные инструменты для проведения вычислений на многопроцессорных вычислительных системах.

В результате изучения дисциплины студент должен знать основные определения и методы дисциплины, уметь применять полученные знания для решения различных задач.

Успешное освоение курса требует:

- посещения всех занятий, предусмотренных учебным планом по дисциплине;
- ведения конспекта занятий и выполнение задач, поставленных на занятии;
- напряжённой самостоятельной работы студента. Самостоятельная работа включает в себя:
- чтение рекомендованной литературы;

- проработку учебного материала, подготовку ответов на вопросы, предназначенных для самостоятельного изучения;
- решение задач, предлагаемых студентам на занятиях;
- подготовку к выполнению заданий текущей и промежуточной аттестации.

Показателем владения материалом служит алгоритм задачи, теоретический анализ эффективности распараллеливания, программный код, сравнение результатов теоретического анализа с результатами, полученными при вычислениях, умение объяснить без конспекта отвечать на вопросы по темам дисциплины.

Важно добиться понимания изучаемого материала, а не механического его запоминания. При затруднении изучения отдельных тем, вопросов, выполнения задач следует обращаться за консультациями к преподавателю.

Возможен промежуточный контроль знаний студентов в виде решения задач в соответствии с тематикой занятий.

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

по направлению:	Прикладные математика и физика
профиль подготовки:	Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы Физтех-школа Электроники, Фотоники и Молекулярной Физики кафедра физики высокотемпературных процессов
курс:	<u>4</u>
квалификация:	бакалавр
Семестр, формы промежуточной аттестации: 8 (весенний) - Экзамен	
Разработчик:	А.В. Янилкин, канд. физ.-мат. наук

1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.3 Рассматривает различные варианты решения задачи, оценивает их преимущества и недостатки
	УК-1.2 Находит, критически анализирует и выбирает информацию, необходимую для решения поставленной задачи
ПК-3 Способен выбирать и применять подходящее оборудование, инструменты и методы исследований для решения задач в избранной предметной области	ПК-3.2 Знает области и критерии применимости используемых теоретических подходов и умение оценивать точность приближенных аналитических методов вычислений
ПК-4 Способен критически оценивать применимость используемых методик и методов	ПК-4.3 Способен обосновать причинно-следственные отношения используемых понятий и моделей

2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Новые материалы» обучающийся должен:

знать:

- фундаментальные понятия, законы и теории материаловедения;
- фундаментальные основы для создания и разработки новых материалов различного назначения;
- теоретические модели основополагающих процессов и явлений в физике материалов и ее приложениях;
- основные подходы и приближения, используемые при расчетах структуры и свойств молекул, кристаллов, нано- и мезоструктур;
- физические основы методов исследования структуры и свойств материалов;
- современные проблемы физики и химии материалов.

уметь:

- выбирать подходящие методы исследования структуры и химического состава материалов;
- производить численные оценки характерных величин свойств материалов;
- делать качественные выводы о характере взаимодействия атомов в материалах различного типа;
- делать качественные выводы о влиянии структуры и химического состава материала на его физико-химические и механические свойства.

владеть:

- фундаментальными знаниями о физических принципах построения материалов, методами описания структуры материалов;
- базовыми моделями предсказания свойств материалов;
- базовыми моделями компьютерного дизайна материалов, базовыми знаниями о современных тенденциях развития материаловедения.

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

С целью контроля освоения обучающимися учебного материала проводится устный опрос в начале занятия по теме прошлой лекции или в конце занятия по пройденной теме.

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

Вопросы для проведения экзамена:

- 1) Основные понятия материаловедения.
- 2) Атомно-кристаллическое строение материалов.
- 3) Модели описания молекул.

- 4) Типы кристаллических решеток.
- 5) Связь типа кристаллической решетки со свойствами материала.
- 6) Модели описания квазикристаллов.
- 7) Структурные уровни описания полимеров.
- 8) Методы исследования структуры материалов.
- 9) Дефекты кристаллической решетки.
- 10) Влияние дефектов на свойства материалов.
- 11) Поверхность, зеренная структура, граница раздела фаз.
- 12) Методы исследования химического состава материалов.
- 13) Влияние примесных атомов на свойства материалов.
- 14) Высокоэнтропийные сплавы. Принципы создания. Свойства.
- 15) Энергетические материалы. Стабильность. Энергоемкость.
- 16) Типы химических связей. Влияние типа химической связи на свойства.
- 17) Термоэлектрические материалы. Природа явления и применение.
- 18) Магнитные материалы.
- 19) Двухмерные материалы. Особенности и применение.
- 20) Топологические изоляторы. Физические основы.
- 21) Методы дизайна материалов.

Примеры экзаменационных билетов.

Пример 1.

1. Основные понятия материаловедения.
2. Атомно-кристаллическое строение материалов.

Пример 2.

1. Поверхность, зеренная структура, граница раздела фаз.
2. Методы исследования химического состава материалов.

Критерии оценивания

Обучающемуся ставится оценка в соответствии с продемонстрированным уровнем подготовки; оценивание производится на усмотрения экзаменатора в соответствии с особенностями дисциплины и следующими критериями:

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

Во время проведения экзамена обучающиеся могут пользоваться только программой дисциплины.

При проведении экзамена обучающемуся предоставляется 1 астрономический час на подготовку. Опрос обучающегося не должен превышать двух астрономических часов.