

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



«УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе  
и экономическому развитию

Д.А. Зубцов

**по дисциплине:** Рабочая программа дисциплины (модуля) Физические основы наук о материалах  
**по направлению:** Прикладные математика и физика (бакалавриат)  
**профиль подготовки:** Молекулярная физика и химическая информатика  
Факультет молекулярной и химической 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.

практические и семинарские занятия: 0 час.

лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 12 час.

Подготовка к экзамену: 30 час.

Всего часов: 72, всего зач. ед.: 2

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

**Программа обсуждена на заседании кафедры**

16 февраля 2016 г.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой

В.Е. Фортов

Начальник учебного управления

И.Р. Гарайшина

Декан факультета

В.М. Некипелов

## **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.

### **Задачи дисциплины**

Формирование у обучающихся общих представлений о современном материаловедении, теоретическая подготовка к дальнейшей самостоятельной работе в области материаловедения, технологии наноматериалов и энергетики.

## **2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина "Физические основы наук о материалах" относится к вариативной части образовательной программы.

Дисциплина «Физические основы наук о материалах» базируется на дисциплинах:

- Общая и неорганическая химия;
- Органическая химия;
- Общая физика: термодинамика и молекулярная физика;
- Статистическая термодинамика;
- Общая физика: механика.

Дисциплина «Физические основы наук о материалах» предшествует изучению дисциплин:

Научно-исследовательская работа.

## **3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций:

- способность применять теорию и методы математики для построения качественных и количественных моделей объектов и процессов в естественнонаучной сфере деятельности (ОПК-2);
- способность понимать ключевые аспекты и концепции в области их специализации (ОПК-3);
- способность применять полученные знания для анализа систем, процессов и методов (ОПК-4);
- способность критически оценивать применимость применяемых методик и методов (ПК-4).

### **В результате освоения дисциплины обучающиеся должны**

#### **знать:**

- фундаментальные понятия, законы и теории материаловедения;
- фундаментальные основы для создания и разработки новых материалов;
- 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 энергии образования дефектов, их равновесной концентрации;
- 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:**

- методами описания кристаллических решеток, квазикристаллов, полимеров и жидкостей;
- базовыми моделями описания дефектов кристаллической решетки;
- базовыми моделями описания влияния примесных атомов на свойства материалов.

**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	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу				
		Лекции	Практические и семинарские занятия	Лаборат. работы	Задания, курсовые работы	Самост. работа
1	Цели и задачи материаловедения. Современные тенденции.	2				1
2	Структурные уровни материалов. Атомный уровень. Строение молекул, квазидвухмерные кристаллы, кристаллические решетки, квазикристаллы, аморфные структуры, полимеры. Методы определения структуры. Модели для описания структур	2				1
3	Микроскопический уровень. Многослойные материалы, материалы с дисперсными выделениями. Методы описания структур	2				2
4	Мезоскопический уровень. Гранулярные системы, поликристаллы, композиты.	4				2
5	Химический состав материала. Методы определения химического состава.	4				2
6	Влияние примесей на различные свойства материала: электронные, оптические, прочностные, диффузионные, стабилизацию фазы	4				2
7	Высокоэнтропийные сплавы.	4				2
8	Энергетические материалы.	4				
9	Физическая природа взаимодействия структурных элементов материала на различных структурных уровнях.	2				

10	Взаимодействия между атомами и ионами. Межмолекулярные силы. Силы адгезии. Взаимодействие между гранулами.	2				
Итого часов		30				12
Подготовка к экзамену		30 час.				
Общая трудоёмкость		72 час., 2 зач.ед.				

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

Семестр: 8 (Весенний)

1. Цели и задачи материаловедения. Современные тенденции.

Цели и задачи материаловедения. Современные тенденции

2. Структурные уровни материалов. Атомный уровень. Строение молекул, квазидвухмерные кристаллы, кристаллические решетки, квазикристаллы, аморфные структуры

Структурные уровни материалов. Атомный уровень. Строение молекул, квазидвухмерные кристаллы, кристаллические решетки, квазикристаллы, аморфные структуры, полимеры. Методы определения структуры. Модели для описания структур

3. Микроскопический уровень. Многослойные материалы, материалы с дисперсными выделениями. Методы описания структур

Микроскопический уровень. Многослойные материалы, материалы с дисперсными выделениями. Методы описания структур

4. Мезоскопический уровень. Гранулярные системы, поликристаллы, композиты.

Мезоскопический уровень. Гранулярные системы, поликристаллы, композиты

5. Химический состав материала. Методы определения химического состава.

Химический состав материала. Методы определения химического состава

6. Влияние примесей на различные свойства материала: электронные, оптические, прочностные, диффузионные, стабилизацию фазы

Влияние примесей на различные свойства материала: электронные, оптические, прочностные, диффузионные, стабилизацию фазы

7. Высокоэнтропийные сплавы.

Высокоэнтропийные сплавы

8. Энергетические материалы.

Энергетические материалы

9. Физическая природа взаимодействия структурных элементов материала на различных структурных уровнях.

Физическая природа взаимодействия структурных элементов материала на различных структурных уровнях

10. Взаимодействия между атомами и ионами. Межмолекулярные силы. Силы адгезии. Взаимодействие между гранулами.

Взаимодействия между атомами и ионами. Межмолекулярные силы. Силы адгезии. Взаимодействие между гранулами

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

Учебная аудитория, оснащенная доской, проектор, экран.

## **6. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Основная литература

- 1) Готтштайн Г. Физико-химические основы материаловедения. пер. с англ. К.Н. Золотовой, Д.О. Чаркина; под ред. В.П. Зломанова. - М.: Бином. Лаборатория знания, 2013. - 400с.
- 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) Дж. Израелашвили Межмолекулярные и поверхностные силы. / Перевод с англ. - М: «Научный мир», 2011. - 456 с.
- 2) Физическое материаловедение: Учебник для вузов: В 6 т. / Под общей ред. Б.А. Калина. – М.: МИФИ, 2007.
- 3) Мерер. Х. Диффузия в твердых телах. / Перевод с англ. - Долгопрудный: Издательский Дом «Интеллект», 2011. - 536 с.

## **7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Студент, изучающий дисциплину, должен с одной стороны, овладеть общим понятийным аппаратом, а с другой стороны, должен научиться применять теоретические знания на практике.

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

Успешное освоение курса требует:

- посещения всех занятий, предусмотренных учебным планом по дисциплине;
- ведения конспекта занятий;
- 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 умение без конспекта отвечать на вопросы по темам дисциплины.

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

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

## **8. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации по итогам обучения**

Приложение

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ  
ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**по направлению:** Прикладные математика и физика (бакалавриат)  
**профиль подготовки:** Молекулярная физика и химическая информатика  
Факультет молекулярной и химической физики  
кафедра физики высокотемпературных процессов  
**курс:** 4  
**квалификация:** бакалавр

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

**Разработчик:** А.В. Янилкин, канд. физ.-мат. наук

## 1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Освоение дисциплины направлено на формирование у обучающегося следующих общекультурных (ОК), общепрофессиональных (ОПК) и профессиональных (ПК) компетенций:

способность применять теорию и методы математики для построения качественных и количественных моделей объектов и процессов в естественнонаучной сфере деятельности (ОПК-2);

способность понимать ключевые аспекты и концепции в области их специализации (ОПК-3);

способность применять полученные знания для анализа систем, процессов и методов (ОПК-4);

способность критически оценивать применимость применяемых методик и методов (ПК-4).

## 2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Физические основы наук о материалах» обучающийся должен:

### знать:

- фундаментальные понятия, законы и теории материаловедения;
- фундаментальные основы для создания и разработки новых материалов;
- 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 энергии образования дефектов, их равновесной концентрации;
- 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:

- методами описания кристаллических решеток, квазикристаллов, полимеров и жидкостей;
- базовыми моделями описания дефектов кристаллической решетки;
- базовыми моделями описания влияния примесных атомов на свойства материалов.

## 3. Перечень типовых контрольных заданий, используемых для оценки знаний, умений, навыков

- 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) Природа сил адгезии. Гранулярные системы.

#### **4. 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 недочетами.

Оценка хорошо 7 баллов - выставляется студенту, если он твердо 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 твердо 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 бала - 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 бала - 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 бала - 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 бал - 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**

При проведении устного экзамена обучающемуся предоставляется 30 минут на подготовку. Опрос обучающегося по билету на устном экзамене не должен превышать одного астрономического часа.