

**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)**

<b>по дисциплине:</b>	Физические основы наук о материалах
<b>по направлению:</b>	Прикладные математика и физика
<b>профиль подготовки:</b>	Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы Физтех-школа Электроники, Фотоники и Молекулярной Физики кафедра физики высокотемпературных процессов
<b>курс:</b>	2
<b>квалификация:</b>	бакалавр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 4 (весенний) - Зачет

Аудиторных часов: 30 всего, в том числе:

лекции: 30 час.

семинары: 0 час.

лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 15 час.

Всего часов: 45, всего зач. ед.: 1

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

Программа обсуждена на заседании кафедры физики высокотемпературных процессов 29.05.2020

## Аннотация

Курс "Физические основы наук о материалах" предусмотрен для

ознакомления 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.

По результатам освоения курса студент 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.

Основное содержание курса изложено в следующих разделах:

1. Цели и задачи материаловедения. Современные тенденции.
2. 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.
4. Мезоскопический уровень. Гранулярные системы, поликристаллы, композиты.
5. Химический состав материала. Методы определения химического состава.
6. Влияние примесей на различные свойства материала: электронные, оптические, прочностные, диффузионные, стабилизацию фазы.
7. Высокоэнтропийные сплавы.
8. Энергетические материалы.
9. Физическая природа взаимодействия структурных элементов материала на различных структурных уровнях.
10. Взаимодействия между атомами и ионами. Межмолекулярные силы. Силы адгезии. Взаимодействие между гранулами.

## 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. 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-1.1 Анализирует задачу, выделяя этапы ее решения, действия по решению задачи
	УК-1.2 Находит, критически анализирует и выбирает информацию, необходимую для решения поставленной задачи
	УК-1.3 Рассматривает различные варианты решения задачи, оценивает их преимущества и недостатки
	УК-1.4 Грамотно, логично, аргументированно формирует собственные суждения и оценки
УК-6 Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	УК-6.2 Способен планировать самостоятельную деятельность в решении профессиональных задач; подвергать критическому анализу проделанную работу; находить и творчески использовать имеющийся опыт в соответствии с задачами саморазвития
ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области физико-математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	ОПК-1.3 Способен определять границы применимости полученных результатов
	ОПК-1.1 Способен анализировать поставленную задачу, намечать пути ее решения
	ОПК-1.2 Способен строить математические модели, производить количественные расчеты и оценки

## 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;
- 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	Трудоемкость по видам учебных занятий, включая самостоятельную работу, час.			
		Лекции	Семинары	Лаборат. работы	Самост. работа
1	Введение.	2			1
2	Структурные уровни материалов.	2			1
3	Микроскопический уровень.	4			2
4	Мезоскопический уровень.	4			1
5	Химический состав.	2			2
6	Влияние примесей.	4			1
7	Сплавы.	4			2
8	Энергетические материалы.	4			2
9	Взаимодействие структурных элементов материала.	2			2
10	Взаимодействия между атомами и ионами.	2			1
Итого часов		30			15
Подготовка к экзамену		0 час.			
Общая трудоёмкость		45 час., 1 зач.ед.			

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

Семестр: 4 (Весенний)

###### 1. Введение.

Цели и задачи материаловедения. Современные тенденции.

###### 2. Структурные уровни материалов.

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.

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

###### 4. Мезоскопический уровень.

Мезоскопический уровень. Гранулярные системы, поликристаллы, композиты.

## 5. Химический состав.

Химический состав материала. Методы определения химического состава.

## 6. Влияние примесей.

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

## 7. Сплавы.

Высокоэнтропийные сплавы. Номенклатура, примеры, применение.

## 8. Энергетические материалы.

Энергетические материалы. Виды. Применение в науке и технике.

## 9. Взаимодействие структурных элементов материала.

Физическая природа взаимодействия структурных элементов материала на различных структурных уровнях.

## 10. Взаимодействия между атомами и ионами.

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 рекомендуемой литературы

### 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. 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 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 к преподавателю.

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

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

<b>по направлению:</b>	Прикладные математика и физика
<b>профиль подготовки:</b>	Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы Физтех-школа Электроники, Фотоники и Молекулярной Физики кафедра физики высокотемпературных процессов
<b>курс:</b>	<u>2</u>
<b>квалификация:</b>	бакалавр
Семестр, формы промежуточной аттестации: 4 (весенний) - Зачет	
<b>Разработчик:</b>	А.В. Янилкин, канд. физ.-мат. наук, доцент

## 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-1.1 Анализирует задачу, выделяя этапы ее решения, действия по решению задачи
	УК-1.2 Находит, критически анализирует и выбирает информацию, необходимую для решения поставленной задачи
	УК-1.3 Рассматривает различные варианты решения задачи, оценивает их преимущества и недостатки
	УК-1.4 Грамотно, логично, аргументированно формирует собственные суждения и оценки
УК-6 Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	УК-6.2 Способен планировать самостоятельную деятельность в решении профессиональных задач; подвергать критическому анализу проделанную работу; находить и творчески использовать имеющийся опыт в соответствии с задачами саморазвития
ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области физико-математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	ОПК-1.3 Способен определять границы применимости полученных результатов
	ОПК-1.1 Способен анализировать поставленную задачу, намечать пути ее решения
	ОПК-1.2 Способен строить математические модели, производить количественные расчеты и оценки

## 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 (примерных) вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю

С целью контроля освоения обучающимися учебного материала проводится устный опрос в начале занятия.

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



Вопросы для проведения зачета:

- 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.

#### 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 зачета обучающемуся предоставляется 30 минут на подготовку. Опрос обучающегося по билету не должен превышать одного астрономического часа.