

# МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ МОСКОВСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Шифр	Наименование дисциплины
Б1.В.ДВ.3.1	Твердые гетерогенные системы

Код направления подготовки / специальности	28.03.03
Направление подготовки / специальность	Наноматериалы
Наименование (я) ОПОП (направленность / профиль)	Композиционные и функциональные наноматериалы (Академический бакалавриат)
Год начала реализации ОПОП	2017
Уровень образования	бакалавриат
Форма обучения*	очная
Год разработки/обновления	2016

Разработчики:

должность	ученая степень, учёное звание	ФИО
доцент	к.х.н., доцент	Земскова О.В.


Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Технология вяжущих веществ и бетонов», Протокол № 4 от 08.11.2016 г

Заведующий кафедрой  
(руководитель структурного подразделения)

 / Баженов Ю.М. /  
Подпись, ФИО

Рабочая программа утверждена методической комиссией, Протокол № 2 от 14.11.2016 г

Председатель (зам. председателя)  
методической комиссии

 / Самченко С.В. /  
Подпись, ФИО

Согласовано:

ЦОСП

\_\_\_\_\_ дата \_\_\_\_\_  
 / Земскова О.В. /  
Подпись, ФИО

## 1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Твердые гетерогенные системы» является углубление уровня освоения компетенций обучающегося в области композиционных и функциональных наноматериалов.

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования и с учетом рекомендаций примерной основной образовательной программы высшего образования по направлению подготовки 28.03.03 «Наноматериалы» (уровень образования – бакалавриат).

## 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Компетенция по ФГОС	Код компетенции по ФГОС	Основные показатели оценивания (показатели достижения результата)	Код показателя оценивания
- способностью применять базовые знания математических и естественнонаучных дисциплин, дисциплин общепрофессионального цикла в объеме необходимом в профессиональной деятельности, основных законов соответствующих наук, разработанных в них подходов, методов и результатов математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	ОПК - 1	<b>Знает</b> применение базовых знаний математических и естественнонаучных дисциплин, дисциплин общепрофессионального цикла в объеме необходимом в профессиональной деятельности, основных законов соответствующих наук, разработанных в них подходов, методов и результатов математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	З1
		<b>Умеет</b> применять базовые знания математических и естественнонаучных дисциплин, дисциплин общепрофессионального цикла в объеме необходимом в профессиональной деятельности, основных законов соответствующих наук, разработанных в них подходов, методов и результатов математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	У1
		<b>Имеет навыки</b> практического применения базовых знаний математических и естественнонаучных дисциплин, дисциплин общепрофессионального цикла в объеме необходимом в профессиональной деятельности, основных законов соответствующих наук, разработанных в них подходов, методов и результатов математического анализа и	Н1

Компетенция по ФГОС	Код компетенции по ФГОС	Основные показатели оценивания (показатели достижения результата)	Код показателя оценивания
		моделирования, теоретического и экспериментального исследования	

### 3. Указание места дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Твердые гетерогенные системы» относится к вариативной части Блока 1 «Дисциплины/модули» основной (профессиональной) образовательной программы по направлению подготовки 28.03.03 «Наноматериалы» (уровень образования - бакалавриат), профиль «Композиционные и функциональные наноматериалы». Дисциплина является дисциплиной по выбору.

Изучение дисциплины «Физика твердого тела» основано на знаниях, умениях и навыках, полученных при изучении обучающимися следующих дисциплин: «Общая и неорганическая химия», «Органическая химия», «Физическая химия», «Коллоидная химия», «Фундаментальные основы строения вещества», «Материаловедение и технологии наноматериалов».

Для освоения дисциплины «Твердые гетерогенные системы» обучающийся должен:

Знать:

- электронное строение атомов и молекул;
- основы теории химической связи в соединениях разных типов;
- строение вещества в конденсированном состоянии;
- теоретические основы и принципы химических и физико-химических методов анализа;

Уметь:

- использовать основные химические законы;
- термодинамические справочные данные и количественные соотношения неорганической химии для решения профессиональных задач;
- выбрать метод анализа для заданной аналитической задачи и статистическую обработку аналитических данных;

Иметь навыки:

- теоретических методов описания свойств простых и сложных веществ на основе электронного строения их атомов и положения в Периодической системе химических элементов;
- экспериментальных методов определения физико-химических свойств неорганических соединений.

Дисциплина «Твердые гетерогенные системы» является предшествующей для освоения следующих дисциплин: «Функциональные и специальные наноматериалы», «Проектирование функциональных наноматериалов».

### 4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 академических часа.

(1 зачетная единица соответствует 36 академическим часам)

*Структура дисциплины:*

Форма обучения - очная

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)						Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)	
				Контактная работа с обучающимися			Самостоятельная работа				
				Лекции	Практико-ориентированные занятия						
					Лабораторный практикум	Практические занятия	Групповые занятия - комп. практикумы				
1	Введение. Твердые тела, основные свойства.	6	1-4	4				20	4	Коллоквиум	
2	Стеклообразные и аморфные тела. Особенности строения.	6	5-8	4				20	4		
3	Механические и теплофизические свойства твердых тел. Зонная теория строения твердых тел.	6	9-12	6		16		20	6	Реферат	
4	Оптические свойства твердых тел.	6	13-16	2		16		18	4		
Итого:				16		32		78	18	Зачет	

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

*5.1. Содержание лекционных занятий*  
Форма обучения - очная

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема и содержание занятия	Кол-во акад. часов
1	Введение. Твердые тела, основные свойства.	Твердые гетерогенные системы. Цели и задачи курса. Основные свойства и особенности твердых тел.	4
2	Стеклообразные и	Стеклообразное состояние тел. Основные	4

	аморфные тела. Особенности строения.	свойства вещества в стеклообразном состоянии.	
3	Механические и теплофизические свойства твердых тел. Зонная теория строения твердых тел.	Механическая прочность и виды разрушения. Теории прочности. Теплопроводность. Теории теплопроводности. Термическое расширение. Материалы с положительным, отрицательным и нулевым КТЛР. Теплоемкость. Проводники, полупроводники, диэлектрики с точки зрения зонной теории.	6
4	Оптические свойства твердых тел.	Показатель преломления. Спектры поглощения, пропускания, рассеяния.	2
		Итого	16

5.2. *Лабораторный практикум*

Учебным планом лабораторный практикум не предусмотрен

5.3. *Перечень практических занятий*

Форма обучения - очная

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Тема и содержание занятия	Кол-во акад. часов
1	Механические и теплофизические свойства твердых тел. Зонная теория строения твердых тел.	Определение механической прочности силикатных материалов. Прочности на сжатие, изгиб, удар. Определение теплопроводности силикатных материалов. Замеры диэлектрической проницаемости и диэлектрических потерь силикатных материалов. Решение задач.	16
2	Оптические свойства твердых тел.	Определение светопропускания силикатных стекол. Определения светопропускания различных образцов силикатных стекол. Решение задач.	16
		Итого	32

5.4. *Групповые занятия – компьютерные практикумы*

Учебным планом компьютерные практикумы не предусмотрены

5.5. *Самостоятельная работа*

Форма обучения - очная

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Виды самостоятельной работы	Кол-во акад. часов	
			в период теор. обучения	в сессию
1	Введение Твердые тела, основные свойства.	Самостоятельное изучение отдельных разделов дисциплины. Подготовка к сдаче коллоквиума. Подготовка к сдаче зачета.	20	4
2	Стеклообразные и аморфные тела.	Самостоятельное изучение отдельных разделов дисциплины. Подготовка к	20	4

	Особенности строения.	сдаче коллоквиума. Подготовка к сдаче зачета.		
3	Механические и теплофизические свойства твердых тел. Зонная теория строения твердых тел.	Самостоятельное изучение отдельных разделов дисциплины. Подготовка к сдаче реферата. Подготовка к сдаче зачета.	20	6
4	Оптические свойства твердых тел.	Самостоятельное изучение отдельных разделов дисциплины. Подготовка к сдаче реферата. Подготовка к сдаче зачета.	18	4
		Итого	78	18

#### 6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Основные принципы организации самостоятельной работы обучающихся изложены в Положении об организации самостоятельной работы обучающихся (НИУ МГСУ).

В рамках самостоятельной работы студенты изучают отдельные теоретические вопросы по разделам дисциплины, повторяют лекционный материал, выполняют задания, выданные на практических занятиях, оформляют журнал практических занятий, готовятся к зачету.

Формы самостоятельной работы обучающихся:

1. чтение и изучение основной и дополнительной литературы, включая справочные издания, конспект лекций;
2. изучение нормативной базы дисциплины;
3. ознакомление с терминами и понятиями с помощью энциклопедий, словарей, справочников;
4. написание собственного конспекта лекций;
5. самостоятельное повторное решение практических задач;
6. изучение методической литературы по дисциплине (методических указаний и др.);
7. осуществление подготовки к мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по вопросам, указанным в рабочей программе дисциплины и фонде оценочных средств;
8. составление перечня неувоенных вопросов с последующей консультацией у преподавателя.

Самостоятельная работа студента направлена на изучение теоретического материала, а также выполнение заданий, поставленных перед студентами на лекционных и практических занятиях. Студент получает навыки работы с научно-технической литературой и самоорганизации процесса обучения.

Для полного освоения дисциплины студентам необходимо выполнить следующие действия:

1. Посетить курс лекций, на которых будут подробно раскрыты основные темы изучаемой дисциплины, даны рекомендации по самостоятельной подготовке, справочные материалы для изучения. При прослушивании лекционного курса необходимо составить конспект лекций. Конспект лекций проверяется преподавателем.

2. Посетить практические занятия. Посещение практических занятий обязательно. В случае, если студент по уважительной причине пропустил практическое занятие, он обязан посетить его с другой группой в срок, указанный преподавателем, и ответить на контрольные вопросы по теме занятия.

3. Самостоятельно подготовиться к проведению каждого практического занятия в требуемом объеме: изучить рекомендованные преподавателем методические указания, изучить необходимый теоретический материал. При изучении теоретического материала в рамках самостоятельной работы рекомендуется составить конспект.

4. Защитить теоретический материал и практические работы в форме коллоквиума и реферата.

5. Оформить журнал практических занятий.

6. Подготовиться к сдаче зачета.

### **7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

Фонд оценочных средств по дисциплине для проведения промежуточной аттестации, а также текущего контроля обучающихся является Приложением 1 к рабочей программе дисциплины .

Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации, а также текущего контроля по дисциплине хранятся на кафедре, у ответственной за преподавание данной дисциплины.

### **8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

Для освоения дисциплины обучающийся может использовать:

- учебно-методическую литературу, имеющуюся в НТБ НИУ МГСУ,
- учебную литературу, размещённую в Электронных библиотечных системах ЭБС АСВ и IPRbooks,
- методическую литературу, размещённую в ЭБС НИУ МГСУ.

Перечень используемой литературы ежегодно обновляется с учётом уровня развития науки и техники и представлен в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины.

### **9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
«Российское образование» - федеральный портал	<a href="http://www.edu.ru/index.php">http://www.edu.ru/index.php</a>
Научная электронная библиотека	<a href="http://elibrary.ru/defaultx.asp?">http://elibrary.ru/defaultx.asp?</a>
Электронная библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Федеральная университетская компьютерная сеть России	<a href="http://www.runnet.ru/">http://www.runnet.ru/</a>
Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"	<a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
Научно-технический журнал по строительству и архитектуре «Вестник МГСУ»	<a href="http://www.vestnikmgsu.ru/">http://www.vestnikmgsu.ru/</a>
Научно-техническая библиотека НИУ МГСУ	<a href="http://www.mgsu.ru/resources/Biblioteka/">http://www.mgsu.ru/resources/Biblioteka/</a>
Раздел «Кафедры» на официальном сайте НИУ МГСУ	<a href="http://www.mgsu.ru/universityabout/Struktura/Kafedri/">http://www.mgsu.ru/universityabout/Struktura/Kafedri/</a>

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

Перечень тем по разделам дисциплины для самостоятельного изучения обучающимися приведён в таблице.

*Форма обучения – очная:*

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Темы для самостоятельного изучения (в период теоретического обучения)
1	Введение Твердые тела, основные свойства.	Изучения свойств твердых тел в зависимости от их состава и электронно-атомного строения. Кристаллическая решетка, ближний и дальний порядок в расположении частиц. Идеальные и реальные кристаллы, дефекты кристаллической решетки: энергетические, точечные и линейные.
2	Стеклообразные и аморфные тела. Особенности строения.	Аморфные металлы. Аморфные полупроводники. Аморфные диэлектрики.
3	Механические и теплофизические свойства твердых тел. Зонная теория строения твердых тел.	Особенности разрушения монокристаллических, поликристаллических и стеклообразных материалов. Фотоны и фотонный спектр. Электронная и решеточная электропроводность. Термическое расширение. КТЛР и КТОР. Теплоемкость. Диэлектрическая проницаемость и диэлектрические потери.
4	Оптические свойства твердых тел.	Показатель преломления. Спектры поглощения, пропускания, рассеяния. Прозрачные материалы. Природа центров окраски. Полное внутреннее отражение и использование этого явления в волоконной оптике.

Организация учебной работы обучающихся на аудиторных занятиях осуществляется в соответствии с п. 4.

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

11.1. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Информационные технологии
1	Введение. Твердые тела, основные свойства.	Слайд-презентация.. Интерактивное общение с обучающимися и консультирование посредством электронной почты.
2	Стеклообразные и аморфные тела. Особенности строения.	Слайд-презентация.. Интерактивное общение с обучающимися и консультирование посредством электронной почты.
3	Механические и теплофизические свойства твердых тел. Зонная теория строения твердых тел.	Слайд-презентация.. Интерактивное общение с обучающимися и консультирование посредством электронной почты.
4	Оптические свойства твердых тел.	Слайд-презентация.. Интерактивное общение с обучающимися и консультирование посредством электронной почты.



### 11.2. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса

При освоении дисциплины используется лицензионное и открытое программное обеспечение, указанное в Приложении 3 к рабочей программе.

### 11.3. Перечень информационных справочных систем

Информационно-библиотечные системы

Наименование ИБС	Электронный адрес ресурса
Научная электронная библиотека	<a href="http://elibrary.ru/defaultx.asp?">http://elibrary.ru/defaultx.asp?</a>
Электронная библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Научно-техническая библиотека НИУ МГСУ	<a href="http://www.mgsu.ru/resources/Biblioteka/">http://www.mgsu.ru/resources/Biblioteka/</a>

## 12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Учебные занятия по дисциплине проводятся в оборудованных учебных кабинетах, оснащенных соответствующим оборудованием и программным обеспечением. Перечень материально-технического обеспечения дисциплины приведён в Приложении 4 к рабочей программе.

## Приложение 1 к рабочей программе

Шифр	Наименование дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.3.1	Твердые гетерогенные системы
Код направления подготовки / специальности	28.03.03
Направление подготовки / специальность	Наноматериалы
Наименование (я) ОПОП (направленность / профиль)	Композиционные и функциональные наноматериалы (Академический бакалавриат)
Год начала реализации ОПОП	2016
Уровень образования	бакалавриат
Форма обучения	очная
Год разработки/обновления	2016

**Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации и текущего контроля обучающихся по дисциплине**

*1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы*

Формирование компетенций при изучении дисциплины (модуля) происходит поэтапно, по мере освоения обучающимися разделов дисциплины (модуля).

Код компетенции по ФГОС	Этапы формирования компетенций (разделы теоретического обучения)			
	1	2	3	4
ОПК - 1	+	+	+	+

*2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания*

Оценивание формирования компетенций осуществляется посредством прохождения обучающимися форм промежуточной аттестации и текущего контроля.

Оценивание формирования компетенций производится на основе показателей оценивания, указанных в п.2. рабочей программы.

*2.1. Описание показателей и форм оценивания компетенций*

Формами оценивания компетенций являются мероприятия промежуточной аттестации и текущего контроля по дисциплине (модулю), указанные в учебном плане и в п.4 рабочей программы.

Взаимосвязь форм и показателей оценивания компетенций приведена в таблице.

Код компетенции по ФГОС	Показатели освоения (Код показателя оценивания)	Формы оценивания			Обеспеченность оценивания компетенции
		Текущий контроль		Промежуточная аттестация	
		Реферат	Коллоквиум	Зачет	
1	2	3	4	5	6
ОПК-1	З1	+	+	+	+
	У1	+	+	+	+
	Н1	+	+	+	+
ИТОГО		+	+	+	+

## 2.2. Описание шкалы и критериев оценивания

При проведении промежуточной аттестации в форме экзамена, дифференцированного зачёта, защиты курсовых работ/курсовых проектов используется четырёх балльная шкала оценивания:

Уровень освоения	Оценка
Минимальный	«2» (неудовлетворительно)
Пороговый	«3» (удовлетворительно)
Углубленный	«4» (хорошо)
Продвинутый	«5» (отлично)

При проведении промежуточной аттестации в форме зачёта используется бинарная шкала:

Уровень освоения	Оценка
Ниже порогового	Не зачтено
Пороговый	Зачтено

Критериями оценивания уровня освоения компетенций являются:

Показатели оценивания	Критерии оценивания
Знания	Знание терминов и определений, понятий
	Знание основных закономерностей и соотношений, принципов
	Объём освоенного материала, усвоение всех дидактических единиц (разделов)
	Полнота ответов
	Правильность ответов
	Чёткость изложения и интерпретации знаний
Умения	Освоение методик - умение решать (типовые) практические задачи, выполнять (типовые) задания
	Умение использовать теоретические знания для выбора методики решения задач, выполнения заданий
	Умение проверять решение и анализировать результаты

	Умение качественно оформлять (презентовать) решение задач и выполнения заданий
Навыки	Навыки решения стандартных/нестандартных задач
	Быстрота выполнения трудовых действий Объём выполненных заданий
	Качество выполнения трудовых действий
	Самостоятельность планирования выполнения трудовых действий

3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

### 3.1. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о текущем контроле и промежуточной аттестации обучающихся в НИУ МГСУ.

Перечень типовых примерных вопросов/заданий для проведения зачёта в \_\_6\_\_ семестре (очная форма обучения):

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Вопросы / задания
1	Введение. Твердые тела, основные свойства.	Точечная симметрия кристаллов. Пространственная решетка кристаллов. Обратная решетка. Основные понятия кристаллохимии. Симметрия и физические свойства кристаллов. Квалификация твердых тел и типы связей. Классификация дефектов. Тепловые точечные дефекты. Радиационные дефекты. Дислокации. Дефекты упаковки и частичные дислокации.
2	Стеклообразные и аморфные тела. Особенности строения.	Структура аморфных твердых тел. Энергетический спектр некристаллических твердых тел. Аморфные полупроводники. Аморфные металлы. Аморфные диэлектрики.
3	Механические и теплофизические свойства твердых тел. Зонная теория строения твердых тел.	Напряжение и деформированное состояние твердых тел. Упругость. Закон Гука для упругих изотропных твердых тел. Закон Гука для анизотропных твердых тел. Пластические свойства твердых тел. Хрупкое разрушение. Теплоемкость твердых тел. Закон Дюлонга-Пти. Теория Дебая. Тепловое расширение твердых тел. Теплопроводность твердых тел. Диффузия в твердых телах. Зонная теория. Классификация твердых тел по электропроводности. Уравнение Шредингера для твердого тела. Функции Блоха. Зона Бриллюэна. Модель Кронига-Пенни. Заполнение зон электронами. Электрические свойства твердых тел. Свойства диэлектриков.
4	Оптические свойства твердых тел.	Виды взаимодействия света с твердыми телами. Оптические константы. Поглощение света кристаллами. Спонтанное и индуцированное излучение.

### 3.2. Текущий контроль

Перечень проводимых мероприятий текущего контроля:

1. Коллоквиум.

2. Реферат

#### Типовые вопросы для коллоквиума

1. Точечная симметрия кристаллов.
2. Пространственная решетка кристаллов. Обратная решетка.
3. Основные понятия кристаллохимии .
4. Симметрия и физические свойства кристаллов.
5. Квалификация твердых тел и типы связей. Энергия связи.
6. Молекулярные, ионные и ковалентные кристаллы.
7. Классификация дефектов.
8. Тепловые точечные дефекты.
9. Радиационные дефекты.
10. Примесные дефекты. Твердые растворы замещения, внедрения и вычитания.
11. Дислокации.
12. Виды дислокаций. Их роль в процессе разрушения кристаллических материалов
13. Дефекты упаковки и частичные дислокации.
14. Метод инфракрасной спектроскопии. Его применение для изучения строения силикатных материалов.
15. Структура аморфных твердых тел.
16. Энергетический спектр некристаллических твердых тел.
17. Аморфные полупроводники.
18. Аморфные металлы. .
19. Аморфные диэлектрики.
20. Энергетический спектр некристаллических твердых тел.

#### Типовые темы для реферата

1. Кристаллические и аморфные тела.
2. Особенности стеклообразного состояния вещества.
3. Колебания атомов кристаллической решетки.
4. Проводники, полупроводники, диэлектрики с точки зрения зонной теории строения твердых тел.
5. Прозрачность материала с точки зрения зонной теории строения вещества.
6. Теории прочности Гриффитса, Журкова, Вейбула.
7. Механизм и стадии разрушения твердых тел. Концентраторы напряжений
8. Реальная прочность силикатных материалов и причины ее несоответствия теоретической прочности.
9. Поляризация диэлектриков. Основные характеристики.
10. Электропроводность кристаллов в слабом и сильном электрических полях.
11. Электропроводность диэлектриков.
12. Электронная .ионная и дипольная упругие поляризации.
13. Электронная .ионная и дипольная тепловые поляризации.
14. Классификация магнетиков. Природа диамагнетизма и парамагнетизма.
15. Диамагнетизм и парамагнетизм твердых тел.
16. Ферромагнетизм.
17. Магнитный резонанс.
18. Контактные явления.

19. Люминесценция твердых тел. Фотолюминесценция..  
 20. Вынужденное излучение. Лазеры. Нелинейная оптика.

4. *Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций*

Процедура промежуточной аттестации регламентируется с Положением о текущем контроле и промежуточной аттестации обучающихся в НИУ МГСУ.

4.1. *Процедура оценивания при проведении промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю) в форме экзамена/дифференцированного зачета*

Промежуточная аттестация по дисциплине в форме экзамена/дифференцированного зачёта не проводится.

4.2. *Процедура оценивания при проведении промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине в форме Зачета*

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме Зачёта в \_\_6\_\_ семестре.

Для оценивания знаний, умений и навыков используются критерии, указанные п.2.2.

Код показателя оценивания	Оценка	
	Не зачтено	Зачтено
31	не знает терминов и определений	знает термины и определения
	не знает основные закономерности и соотношения, принципы построения знаний	знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний, способен их интерпретировать и использовать
	не знает значительной части материала дисциплины	знает материал дисциплины в запланированном объёме
	Ответ не дан	ответ не полон, некоторые моменты в ответе не отражены
	допускает грубые ошибки при изложении ответа на вопрос	В ответе имеются несущественные неточности
	Неверно излагает и интерпретирует знания. Изложение материала логически не выстроено. Не способен проиллюстрировать изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами	Грамотно и по существу излагает материал. Логическая последовательность изложения не нарушена. Поясняющие рисунки, схемы и примеры корректны и понятны.
У1	Не умеет выполнять поставленные практические задания,	Умеет выполнять типовые практические задания, предусмотренные программой

	выбрать типовой алгоритм решения	
	Не может увязывать теорию с практикой, не может ответить на простые вопросы по выполнению заданий, не может обосновать выбор метода решения задач	Правильно применяет полученные знания при выполнении заданий и обосновании решения. Грамотно обосновывает ход решения задач
	Допускает грубые ошибки при выполнении заданий, нарушающие логику решения	Допускает некоторые ошибки при выполнении заданий, не нарушающие логику решения. Делает выводы по результатам решения
	Не способен проиллюстрировать решение поясняющими схемами, рисунками	Поясняющие рисунки и схемы корректны и понятны.
Н1	Не обладает навыками выполнения поставленных задач	Не испытывает затруднений при выполнении стандартных задач. Решение нестандартных задач представляет для него сложности.
	Не выполняет трудовые действия или выполняет очень медленно, не достигая поставленных задач	Выполняет трудовые действия, выполняет все поставленные задания.
	Выполняет трудовые действия некачественно	Выполняет трудовые действия качественно

*4.3. Процедура оценивания при проведении промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине в форме защиты курсовой работы/проекта*

Промежуточная аттестация по дисциплине в форме защиты курсового проекта /курсовой работы не проводится.

## Приложение 2 к рабочей программе

Шифр	Наименование дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.3.1	Твердые гетерогенные системы

Код направления подготовки / специальности	28.03.03
Направление подготовки / специальность	Наноматериалы
Наименование (я) ОПОП (направленность / профиль)	Композиционные и функциональные наноматериалы (Академический бакалавриат)
Год начала реализации ОПОП	2017
Уровень образования	бакалавриат
Форма обучения	очная
Год разработки/обновления	2016

**Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

№ п/п	Наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной и учебно-методической литературы, количество страниц	Количество экземпляров печатных изданий в библиотеке НИУ МГСУ	Число обучающихся, одновременно изучающих дисциплину (модуль)
1	2	3	4	5
<i>Основная литература:</i>				
		НТБ НИУ МГСУ		
1	Твердые гетерогенные системы	Физика, технологии и применение наносистем и наноматериалов [Текст] / под ред.: М. В. Ковальчука, М. Н. Стриханова ; [В. Д. Борман [и др.]. - Москва : МИФИ, 2012. - 650 с.	20	60
		ЭБС АСВ		
1	Твердые гетерогенные системы	Гуртов В.А. Физика твердого тела для инженеров [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Гуртов В.А., Осауленко Р.Н.— Электрон. текстовые данные.— М.: Техносфера, 2012.— 560 с.— Режим доступа: <a href="http://www.iprbookshop.ru/26903">http://www.iprbookshop.ru/26903</a> .— ЭБС «IPRbooks», по паролю	<a href="http://www.iprbookshop.ru/26903">http://www.iprbookshop.ru/26903</a>	60



2		Твёрдость и трещиностойкость наноструктурных керамик [Электронный ресурс]: учебное пособие/ О.Л. Хасанов [и др.].— Электрон. текстовые данные.— Томск: Томский политехнический университет, 2014.— 151 с.	Режим доступа: <a href="http://www.iprbookshop.ru/34721">http://www.iprbookshop.ru/34721</a>	60
<i>Дополнительная литература:</i>				
		НТБ НИУ МГСУ		
1	Твердые гетерогенные системы	Гинзбург, И. Ф. Введение в физику твердого тела. Основы квантовой механики и статистической физики с отдельными задачами физики твердого тела [Текст] : учеб. пособие для вузов / И. Ф. Гинзбург. - СПб.; М.; Краснодар : Лань, 2007. - 537 с.	10	60
		ЭБС АСВ		
1	Твердые гетерогенные системы	Гольдаде В.А. Физика конденсированного состояния [Электронный ресурс]/ Гольдаде В.А., Пинчук Л.С.— Электрон. текстовые данные.— Минск: Белорусская наука, 2009.— 648 с.— Режим доступа: <a href="http://www.iprbookshop.ru/11505">http://www.iprbookshop.ru/11505</a> .— ЭБС «IPRbooks», по паролю	<a href="http://www.iprbookshop.ru/11505">http://www.iprbookshop.ru/11505</a>	60

Согласовано:

НТБ

31.10.2016

дата



НТБ МГСУ

Подпись, ФИО

## Приложение 3 к рабочей программе

Шифр	Наименование дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.3.1	Твердые гетерогенные системы

Код направления подготовки / специальности	28.03.03
Направление подготовки / специальность	Наноматериалы
Наименование (я) ОПОП (направленность / профиль)	Композиционные и функциональные наноматериалы (Академический бакалавриат)
Год начала реализации ОПОП	2017
Уровень образования	бакалавриат
Форма обучения	очная
Год разработки/обновления	2016

**Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

№	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Наименование программного обеспечения	Тип лицензии
1	Введение. Физика твердого тела как наука. Твердые тела, основные свойства.	Microsoft Office	Open License
2	Стеклообразные и аморфные тела. Особенности строения.	Microsoft Office	Open License
3	Механические и теплофизические свойства твердых тел. Зонная теория строения твердых тел.	Microsoft Office	Open License
4	Оптические свойства твердых тел.	Microsoft Office	Open License

## Приложение 4 к рабочей программе

Шифр	Наименование дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.3.1	Твердые гетерогенные системы

Код направления подготовки / специальности	28.03.03
Направление подготовки / специальность	Нanomатериалы
Наименование (я) ОПОП (направленность / профиль)	Композиционные и функциональные наноматериалы (Академический бакалавриат)
Год начала реализации ОПОП	2017
Уровень образования	бакалавриат
Форма обучения	очная
Год разработки/обновления	2016

## Перечень материально-технического обеспечения по дисциплине :

№ п/п	Вид учебного занятия	Наименование оборудования	№ и наименование оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения практических занятий
1	2	3	4
1	Лекции	Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, оснащенные стационарными / мобильными (переносными) наборами демонстрационного мультимедийного оборудования (проектор, микрофон, экран, компьютер)	129337, г. Москва, ш. Ярославское, д.26, корп.7, помещение 8 комн.14, 64.
2	Практические занятия	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, оснащенная стационарными / мобильными (переносными) наборами демонстрационного мультимедийного оборудования (проектор, микрофон, экран, компьютер)	129337, г. Москва, ш.Ярославское, д.26, корп.2, помещение 1, комн.40,40а, 41,41а,41б
3	Самостоятельная работа	Помещение для самостоятельной работы обучающихся, оснащенное 29 персональными компьютерами с конфигурацией: 1,6 ГГц, HDD 80 Гб, RAM 1 Гб, Video RAM 128 Мб, DVD-R/RW, монитор 17 ``	129337, г. Москва, ш.Ярославское, д.26, корп.2, помещение 6, комн. 5.