

ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Утверждено:  
на заседании кафедры  
протокол № 3 от « 19 » января 2021 г.

Зав. кафедрой  /Мулюков Р.Р.

Согласовано:  
Председатель УМК факультета /института

 /Балапанов М.Х.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

дисциплина **Технологии наноматериалов**

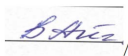
Б1.В.10 Часть, формируемая участниками образовательных отношений

**программа бакалавриата**

Направление подготовки (специальность)  
28.03.03 Наноматериалы

Направленность (профиль) подготовки  
Объемные наноструктурные материалы

Квалификация  
Бакалавр

Разработчик (составитель) доц., к.т.н.	 / Валеева А.Х
--	---

Для приема: 2021 г.

Уфа 2021 г.

Составитель / составители: доц., к.т.н. Валеева А.Х

Рабочая программа дисциплины *утверждена* на заседании кафедры протокол от « 19 » января 2021 г. № 3

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры протокол № 7 от « 10 » июня 2021 г.

Заведующий кафедрой



/ Мулюков Р.Р.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.
2. Указание места дисциплины в структуре образовательной программы.
3. 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.
4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и видов учебных занятий.
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.
6. Фонд оценочных средств для текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" (далее - сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины.
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости).
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

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

Изучение дисциплины направлено на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ООП ВО по данному направлению подготовки:

- способности 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);

- способности применять основы методов исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств наноматериалов и наносистем неорганической и органической природы в твердом, жидком, гелеобразном, аэрозольном состоянии, включая нанопленки и наноструктурированные покрытия, внутренние и внешние границы раздела фаз, а также физических и химических процессов в них или с их участием (ОПК-3);

- способности использовать современные информационно-коммуникационные технологии, глобальные информационные ресурсы в научно-исследовательской деятельности в области материаловедения и технологии наноматериалов и наносистем (ПК-1);

- способности использовать на практике современные представления наук о свойствах веществ и материалов при переходе их в наноразмерное состояние (ноль, одно и двухмерное), о влиянии размера на свойства веществ и материалов, взаимодействии наноматериалов и наносистем с окружающей средой (ПК-2).

Табл. 1

Результаты обучения		Формируемая компетенция (код)	Примечание
Знания	1. Знать основы создания наносистем и наноматериалов различными методами	ОПК-1	
	2. Знать общие закономерности процессов образования наносистем и наноматериалов	ОПК-1	
	3. Знать об изменении свойств веществ и материалов при переходе их в наноструктурное состояние	ОПК-1, ОПК-3	
Умения	1. Использовать знания при исследовании структуры наноматериалов	ОПК-1, ПК-1	
	2. Использовать знания при исследовании физических свойств наноматериалов	ОПК-3	
Владения (навыки / опыт деятельности)	1. Владеть навыками проведения исследований структуры и свойств наноматериалов с использованием современных методов	ОПК-3, ПК-2	
	2. Способность использовать на практике современные представления на-ук о влиянии размера на свойства материалов, а также теоретического анализа наносистем	ПК-2	

## **2. Указание места дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Технологии наноматериалов» является дисциплиной по выбору вариативной части ООП ВО по направлению подготовки 28.03.03 "Наноматериалы", профиль "Конструкционные и функциональные наноматериалы".

Знания и умения, полученные в результате освоения курса «Технологии наноматериалов» позволяют получать наноструктурные материалы с применением различных технологий, а также проводить исследования структуры и свойств наноструктурных металлов и сплавов. Изучение технологий наноматериалов, является одним из необходимых элементов подготовки специалистов по данному профилю.

Дисциплина «Технологии наноматериалов» - одна из дисциплин профиля, непосредственно формирующих умения проводить самостоятельные научные исследования.

По предмету и методу своих исследований данный курс тесно связан с теоретической механикой, статистической физикой, физикой конденсированного состояния.

## **3. Объем дисциплины (модуля) 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**

Согласно ООП подготовки бакалавра по направлению 28.03.03 "Наноматериалы", профилю "Конструкционные и функциональные материалы" и рабочему учебному плану (РУП) по дисциплине «Технология наноматериалов» отводится:

общий объем часов по дисциплине - 216 (всего 6 ЗЕТ); в том числе аудиторных часов - 142; **контактных часов - ?.**

Разбиение общего числа часов по видам учебных занятий с указанием их объемов приведено в таблице 2

Табл. 2

Виды учебной работы	Количество часов по семестрам		
	Общий объем по РУП 144	№ семестра	
		5	6
Аудиторные занятия	142	92	50
Лекции	34	18	16
Лабораторные занятия	86	54	32
Практические занятия	18	18	
Самостоятельная работа студентов	47	16	31
Контроль	27		27
Контроль самостоятельной работы (КСР)	4	2	2
Виды контроля		зачет	экзамен

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

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины " Технологии наноматериалов "на 5, 6 семестр

Рабочую программу составил и преподавание осуществля- ет:

Преподаватель кафедры физики и технологии наноматери- алов, к.т.н. Валеев И.Ш. (лекции, лабораторные и практи- ческие занятия)

Зачетных единиц трудоемкости (ЗЕТ) - 6 Учебных часов:

лекций - 34

практических занятий - 18 лабораторных работ - 86 самостоятельная работа студентов - 47 КСР - 27

В том числе контактных часов -

Таблица 3

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов (лекции, практические занятия, семинарские за-	Кол- во часов аудитор-	Основная и дополни- тельная ли- тература, рекоменду-	Задания по само- стоятельной ра- боте студентов с указанием литера- туры, номеров за-	Коли- че- ство часов само-	Форма контроля самостоятельной работы студен- тов (коллоквиу- мы, контрольные
-------	-------------------	--	------------------------	--	---	----------------------------	---



		нятия, лаборатор-	ной	емая студен-	дач	стоят.	работы, компью-
--	--	-------------------	-----	--------------	-----	--------	-----------------

		ные работы, самостоятельная работа)	ра- боты	там		ра- боты	терные тесты и т.п.)
1	2	3	4	5	6	7	8
1	<b>Введение.</b> Понятие наноструктурного состояния. Классификация наноструктурных материалов.	Лекция	2	[1], Введение [2], Введение, гл.1	Классификация наноструктурных материалов	2	Тест
2	<b>Способы получения порошковых наноструктурных материалов.</b> Компактирование порошков. Термическое разложение и восстановление. Механосинтез. Детонационный синтез и электровзрыв.	Лекция Лабораторное занятие	2 4	[3], гл.1, с.19-53		2	
3	<b>Получение компактных нанокристаллических материалов.</b> Осаждение на подложку. Кристаллизация аморфных сплавов. Интенсивная пластическая деформация.	Лекция Лабораторное занятие	2 8	[3], гл.2, с.64-78		4	Защита отчета

4	<b>Методы интенсивной пластической деформации 1.</b>	Лекция Лабораторное за-	2	[1], гл.1, с.10-19		2	Защита отчета Контрольная работа
---	--	----------------------------	---	-----------------------	--	---	-------------------------------------

	Требования к методам ИПД. Механические схемы и режимы ИПД. Деформация кручением под высоким давлением.	Занятие	8				
5	<b>Методы интенсивной пластической деформации 2.</b> Деформация равноканальным угловым прессованием (РКУ-прессование). Маршруты заготовок. Всесторонняя ковка.	Лекция Лабораторное занятие	2 8	[1], гл.1, с.10-19		2	Защита отчета
6	<b>Микроструктура компактных нанокристаллических материалов.</b> Границы раздела в компактированных наноматериалах. Формирование наноструктур при ИПД. Виды наноструктур в материалах, подвергнутых интенсивным деформациям.	Лекция Лабораторное занятие	2 8	[1], гл.1, с.19-31		2	Выборочный опрос. Защита отчета
7	<b>Эволюция микроструктур при интенсивных</b>	Лекция	2	[1], гл.1, с.31-47		2	Защита отчета

деформациях.

Лабораторное за-

8

	Модельные представления об эволюции микроструктуры при интенсивной пластической деформации	Занятие					
8	<b>Наноструктуры, полученные консолидацией порошков интенсивной пластической деформацией.</b> Ультрадисперсные Fe порошки. Металлические и керамические порошки. Наноструктурные порошки после шарового размола.	Лекция Лабораторное занятие	2 8	[1], гл. 1, с.47-59		2	Выборочный опрос, контрольная работа, Защита отчета
9	<b>Устойчивость наноструктур к внешним воздействиям.</b> Эволюция наноструктур при нагреве.	Лекция Лабораторное занятие	2 8	[1], гл.3, стр.122-147		2	Выборочный опрос, контрольная работа, Защита отчета
10	<b>Эволюция наноструктур при пластической деформации.</b>	Лекция	2	[1], гл.3, с.147-152		2	

11	<b>Исследование фундаментальных характеристик и свойств наноструктурных материалов.</b> Магнитные свойства. Электрические свойства. Диффу-	Лекция Лабораторное занятие	2 4	[1], гл. 4, с.153-181, [2], гл.5		4	Защита отчета
----	--	--------------------------------	--------	--	--	---	---------------

	зионные свойства. Упругие свойства. Внутреннее трение.						
12	<b>Механическое поведение и деформационное упрочнение наноструктурных материалов.</b> Предел текучести и напряжение течения.	Лекция Лабораторное занятие	2 8	[1], гл.5, с.182-202.		4	Защита отчета
13	<b>Механические свойства при повышенных температурах: сверхпластичность.</b> Циклическая деформация и усталость.	Лекция Лабораторное занятие	2 6	[1], гл.5, с.202-221		4	Защита отчета
14	<b>Механические и трибологические свойства наноматериалов</b>	Лекция Лабораторное занятие	2 4	[3], с.13-14		4	Защита отчета
15	<b>Смазочные материалы с наномодификаторами. Практическое применение НСМ.</b> Использование НСМ в медицине, авиа- и автомобильной промышленности.	Лекция Лабораторное занятие	2 4	[1], гл.6, с.237-250, [3], с.13-14		4	



16	<b>Наноматериалы для энергетики. Традиционные и альтернативные</b>	Лекция	2	[5], с.15-38		3	
----	--	--------	---	--------------	--	---	--

	источники энергии. Нanomатериалы в топливных элементах. Нanomатериалы для хранения водорода.						
17	<b>Как ускорить развитие нанотехнологий</b>	Лекция	2	[7], с.8-20		2	
		<b>ИТОГО</b>	34 86 2			47	<b>экзамен</b>

## **5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

При изучении дисциплины «Технологии наноматериалов» предусмотрены следующие виды самостоятельной работы:

Самостоятельная работа с литературой. Темы для самостоятельного изучения приведены в рабочей программе по каждому модулю с указанием параграфов основной и дополнительной литературы, в достаточном количестве содержащейся в библиотеке. Контроль данной работы проходит в начале каждого лекционного занятия в течение 10-15 минут по тестовым заданиям.

Самостоятельная подготовка по материалам лекций к прохождению текущего и рубежного контроля. Вопросы по данным видам контроля приведены в соответствующем разделе настоящей программы и выдаются студентам заблаговременно. Контроль данной работы проходит в начале каждого лекционного занятия в течение 10-15 минут по тестовым заданиям.

Самостоятельная работа по подготовке к лабораторной работе, включающая в себя изучение теоретического материала и планирование моделирования. Необходимый методический материал приведен в методических указаниях к каждой лабораторной работе, содержащихся в пособии [2]. Контроль данной работы проходит в начале каждого лабораторного занятия в течение 10-15 минут в виде допуска к работе.

Самостоятельная работа по математической обработке и анализу полученных результатов, подготовке отчета и ответа на контрольные вопросы. Контроль данной работы проходит на лабораторном занятии в виде защиты отчета и ответа на контрольные вопросы.

На практических занятиях будут решаться типовые задачи по изучаемым темам и проводиться семинары на заданные темы. Самостоятельная работа студентов предполагает решение задач домашнего задания. При этом студенты должны быть готовы к показу задачи в аудитории при разборе и анализе домашних задач.

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

### *Формы и критерии контроля знаний*

Контроль освоения знаний по дисциплине осуществляется путем текущего, рубежного контроля и промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине).

Текущий, рубежный и итоговый контроль проводится по модульно-рейтинговой системе согласно Положению о модульно-рейтинговой системе обучения и оценки успеваемости студентов.

Текущий контроль - это контроль над всеми видами аудиторной и внеаудиторной работы студентов по данной дисциплине, результаты которой оцениваются до рубежного контроля.

Текущий контроль по теоретическому материалу части модуля (лекции- онному и материалу самостоятельного изучения) проводится в форме те- стового опроса или в виде письменного блиц - опроса по 6 вопросам, требу- ющим краткого ответа. Это основные определения, понятия, методы, вопро- сы на понимание физической основы и математической сути метода и изучаемых им явлений. Каждый вопрос оценивает как часть от максимал- ного балла, назначенного на данный текущий контроль. В зависимости от объема модуля проводится 1-2 текущих контроля. Список вопросов к каждо- му текущему контролю выдается студентам заранее.

Текущий контроль по лабораторным занятиям проводится в виде отмет- ки о выполнении работы (2 балла) и защиты отчета по лабораторным работам (3 балла). Проводится текущий контроль по семинарским занятиям.

Рубежный контроль – проверка полноты знаний и умений по материалу модуля в целом.

Рубежный контроль проводится в форме тестового опроса или в виде письменного блиц - опроса по 10 вопросам, требующим краткого ответа. Каждый вопрос оценивает как часть от максимального балла, назначенного на рубежный контроль. Вопросы охватывают материал целого модуля и также включают темы лекционных занятий и самостоятельной работы.

По результатам суммарного текущего контроля по всем видам учебной деятельности и рубежного контроля выставляется рейтинговый балл, который учитывается при промежуточной аттестации.

Итоговый контроль – форма контроля, проводимая по завершении изучения дисциплины в семестре.

Итоговый контроль проводится в форме экзамена по теоретическому материалу. Необходимым условием допуска к экзамену является выполнение всех запланированных лабораторных работ.

### *Критерии оценки итогового контроля*

При приеме экзамена используются следующие критерии.

#### **(30 баллов)**

Ответ на вопрос должен показать глубокие, прочные знания студента. Ответ должен быть логичным и доказательным. Студенту необходимо знать основные понятия, термины, развернутые определения, использовать современные данные науки. Студент должен устанавливать причинно-след- ственные связи, применять знания в новой ситуации. Студент должен проде- монстрировать умение делать аргументированные выводы.

#### **(20 баллов)**

Ответ студента должен показать глубокие, прочные знания. Ответ дол- жен быть логичным и доказательным. Студенту необходимо знать основные понятия, термины, развернутые определения, использовать данные современ- ной науки. Студенту необходимо устанавливать причинно-следственные свя- зи, излагать материал с учетом принципов объективности и научности. В от- вете допускаются отдельные несущественные неточности.

**(10 баллов)**

Ответ на вопросы должен показать знания поставленных вопросов. Необходимо знать основные понятия, термины, развернутые определения, фактический материал, использовать данные современной науки. В ответе могут допускаться существенные ошибки и неточности.

**(0 баллов)**

Ответ на поставленные вопросы показывает незнание его содержания, основных понятий, терминов. Студент не умеет устанавливать причинно-следственные связи, излагать материал с учетом принципов научности и объективности, анализировать указанные источники. Ответ студента не соответствует вопросу, а так же при отсутствии ответа и при отказе от ответа.

При изучении дисциплины «Технологии наноматериалов» текущий контроль осуществляется в виде устного опроса (5 баллов за семестр); допуска, выполнения лабораторных работ, оформления и защиты отчета (35 баллов). Рубежный контроль проводится в форме письменного опроса (три опроса по 10 баллов, всего за семестр 30 баллов). По учебному плану итоговый контроль проводится в форме экзамена (30 баллов).

Преподаватель может поощрить студентов за участие в научных конференциях, конкурсах, олимпиадах, за активную работу на аудиторных занятиях, за публикации статей, за работу со школьниками, выполнение заданий повышенной сложности в виде поощрительных баллов (до 10 баллов за семестр).

Перевод оценки из 100-балльной в четырехбалльную производится следующим образом:

- отлично - от 80 до 110 баллов (включая 10 поощрительных баллов);
- хорошо - от 60 до 79 баллов;
- удовлетворительно - от 45 до 59 баллов;
- неудовлетворительно - менее 45 баллов.

*Вопросы к текущему и рубежному контролю по теоретическому материалу*

1. Что представляют собой наноматериалы?
2. Назовите наиболее характерные особенности наноматериалов?
3. Назовите разновидности наноматериалов?
4. Как по степени структурной сложности подразделяются наноматериалы?
5. Что представляют собой наночастицы?
6. Какие материалы относятся к наночастицам?
7. Что представляют собой наноструктурные пленки?
8. Какие материалы относятся к консолидированным материалам?
9. Какие материалы относятся к нанодисперсиям?
10. Какие основные способы получения наночастиц вы знаете?

11. Объясните сущность метода диспергирования в дуговом электрическом разряде.
12. Объясните сущность метода механического диспергирования.
13. Объясните сущность метода акустического диспергирования.
14. Объясните сущность метода детонационного диспергирования.
15. Объясните сущность метода диспергирования металлов электрическим импульсом.
16. Объясните сущность метода электрогидродинамического диспергирования.
17. Объясните сущность комбинированных методов синтеза наночастиц.
18. Объясните сущность механохимического синтеза наночастиц.
19. Общая характеристика матричных методов синтеза наночастиц.
20. Методы интенсивной пластической деформации.
21. Объясните сущность метода равноканального углового прессования.
22. Приведите примеры механических испытаний.
23. Объясните, чем отличается нанонаука от нанотехнологии.
24. Что может служить источником энергии для наномоторов?
25. Приведите пример природного нанодвигателя.
26. Опишите устройство наномотора, преобразующего световую энергию в механическую работу.
27. Назовите прочностные характеристики металлов и сплавов.
28. Назовите различие между твердостью и микротвердостью.
29. Дайте определение наномедицине.
30. В чем, на ваш взгляд, может состоять преимущество наномедицины перед традиционной?
30. Почему углеродных наноматериалов нет на фазовой диаграмме углерода?
31. Почему алмаз самопроизвольно не превращается в графит при комнатной температуре? Зачем для этой реакции необходимо высокое давление?
32. Приведите примеры, подтверждающие отличие свойств наноалмаза от обычного алмаза.
33. Какие свойства наноалмазов обеспечивают им широкое практическое применение?
34. Почему молекулу C<sub>60</sub> нельзя считать ароматической?
35. Почему при осаждении газообразного углерода практически не образуются высших фуллеренов?
36. Как влияет температура на свойства наноматериалов.
37. Какие свойства фуллерена могут быть использованы на практике?
38. Назовите несколько способов классификации нанотрубок.

39. Можно ли фуллерен считать углеродной нанотрубкой?
40. Перечислите основные способы синтеза углеродных нано- трубок.
41. Что общего есть у всех аллотропных наноформ углерода?

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

### **Основная**

1. Валиев Р.З., Александров И.В. Наноструктурные материалы, полученные Интенсивной пластической деформацией. – М.: Логос, 2000.- 272 с.:ил. ISBN 5-88439-135-8.
2. Рыжонков Д.И. Наноматериалы: учебное пособие/ Д.И.Рыжонков, В.В. Левина, Э.Л. Дзидзигури. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008.- 365с.: - (Нанотехнология) ISBN 978-5-94774-724-9.
3. Гусев А.И., Ремпель А.А. Нанокристаллические материалы. М.: Физматлит, 2000. 224 с.

### **Дополнительная**

1. Носкова Н.И., Мулюков Р.И. Субмикрокристаллические и нанокристаллические металлы и сплавы. Екатеринбург: УрО РАН, 2003. 279с.
2. Старостин В.В. Материалы и методы нанотехнологии: учебное пособие /В.В. Старостин. — М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. — 431 с. : ил. — (Нанотехнология). ISBN 978-5-94774-727-0
3. Нанотехнологии. Азбука для всех. Под ред. акад. Ю.Д.Третьякова.М.: Физматлит, 2008.
4. Рыбалкина М. Нанотехнологии для всех. М., 2005.
5. Меньшутина Н.В. Введение в нанотехнологию. Калуга: Изд-во научной литературы Бочкаревой Н.Ф.,2006.
6. Золотухин И.В. Фуллерит – новая форма углерода. Сорос. образоват. журн., 1996, № 2, с. 51–56.
7. Н.Кобояси. Введение в нанотехнологию. 2-е издание. Подред.проф. Л.Н.Патрикеева. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008

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

Дополнительная и более подробная информация по технологии нано- материалов доступна по следующим адресам сети Интернет:

[www.nanometer.ru](http://www.nanometer.ru) – информационный сайт, посвященный нанотехнологиям;

[www.nauka.name](http://www.nauka.name) – научно-популярный портал;

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

Основные темы дисциплины «Технологии наноматериалов» приведены в таблицах 3 и 4 рабочего плана, где можно ознакомиться с расшифровкой каждой темы и основными понятиями, которые необходимо освоить по каждому модулю. В этих же таблицах подробно прописана тематика самостоятельной работы с указанием литературных источников. По каждой теме самостоятельной работы в рабочей программе указаны соответствующие параграфы основной и дополнительной литературы, которая есть в достаточном количестве в библиотеке. Рекомендуется активно пользоваться электронными ресурсами библиотеки читального зала физико-технического института.

Самостоятельную работу нужно выполнять систематически для последовательного понимания материала и готовности к промежуточным и рубежным контролям. При возникновении вопросов необходимо обращаться к лектору в отведенное время за консультацией. Возможна консультация с использованием электронной почты или социальной сети.

Обязательное условие успешного освоения лекционного материала – внимательно слушать объяснения преподавателя, вести краткий конспект, задавать вопросы лектору, если возникает непонимание материала. Очень полезно обратиться к литературе, которую рекомендовал преподаватель по каждой лекции, и уяснить непонятные моменты. Если по какой-либо причине лекционное занятие было пропущено, материал необходимо проработать по рекомендуемой литературе, в противном случае следующая тема будет непонятна.

Лабораторные занятия требуют предварительной подготовки. Получив у преподавателя тему работы необходимо: проработать теоретический материал по данной работе (лекционный либо по учебной литературе); спланировать выполнение лабораторной работы: четко уяснить порядок выполнения работы, подготовить порядок сохранения и обработки полученных результатов. Перед выполнением работы необходимо сдать допуск преподавателю. После получения результатов расчетов и их предварительной обработки нужно проанализировать полученные результаты, сформулировать вывод и подготовить ответы на контрольные вопросы, которые приведены в конце работы. Ниже перечислена тематика лабораторных работ:

1. Лабораторная работа №1. Компактирование порошковых наноструктурных материалов.
2. Лабораторная работа №2. Получение наноструктурных материалов интенсивной пластической деформацией.
3. Лабораторная работа №3. Получение наноструктурных материалов электрохимическим способом.



4. Лабораторная работа №4. Исследование эволюции микроструктуры наноматериалов, полученных электрохимическим способом, при нагреве,.
5. Лабораторная работа №5. Подготовка образцов для оптических и электронномикроскопических исследований.
6. Лабораторная работа №6. Оптические исследования микроструктуры наноструктурных материалов, полученные различными способами.
7. Лабораторная работа №7. Электронномикроскопические исследования микроструктуры наноструктурных материалов.
8. Лабораторная работа №8. Исследование эволюции микроструктуры наноматериалов при нагреве.
9. Лабораторная работа №9. Подготовка образцов для механических испытаний.
10. Лабораторная работа №10. Исследование механических свойств наноструктурных материалов.
11. Лабораторная работа №11. Исследование магнитных и электрических свойств наноструктурных материалов.
12. Лабораторная работа №12. Исследование трибологических свойств наноматериалов.
13. Лабораторная работа №13. Исследование трибологических свойств смазочных материалов с наномодификаторами.

### ***Контрольные вопросы к лабораторным работам***

1. Назовите способы получения наноструктурных материалов. 2. Префикс «нано» означает: а) 10<sup>-3</sup>, б) 10<sup>-6</sup>, в) 10<sup>-9</sup>, г) 10<sup>9</sup>.
3. Что такое пластическая деформация?
4. Назовите механизмы пластической деформации.
5. Назовите маршруты деформации при равноканальном угловом прессовании.
6. Назовите методы интенсивной пластической деформации.
7. Назовите основные принципы электрохимического осаждения.
8. Как влияет тип и структура подложки на структуру покрытия.
9. При увеличении пересыщения в системе скорость образования центров кристаллизации: а) уменьшается, б) увеличивается, в) не изменяется, г) в разных системах по-разному.
10. Что происходит со структурой покрытия при нагреве.
11. Как готовят поверхность образца для оптических и электронномикроскопических исследований.
12. Назовите механизмы изменения структуры материалов при деформации.
13. Назовите механизмы изменения структуры деформированных материалов при нагреве.
14. Сформулируйте общий принцип работы просвечивающего электронного микроскопа.

15. Сформулируйте общий принцип работы сканирующего электронного микроскопа.
16. Назовите типы механических испытаний.
17. Назовите основные характеристики прочности и пластичности материалов.
18. Сформулируйте общий принцип работы микротвердомера и наноиндентора.
19. Как меняются основные физические свойства материала при переходе в наноструктурное состояние.
20. Что такое трибология?
21. Назовите наномодификаторы, используемые в различных смазках.

### ***Форма отчета по выполнению лабораторной работы.***

1. Название работы.
2. Цель работы.
3. Краткая теория.
4. Применяемое оборудование.
5. Порядок выполнения работы.
6. Обработка и представление результатов.
7. Выводы.

### **Темы предлагаемых рефератов.**

1. Методы получения наноматериалов
2. Наноматериалы для медицины.
3. Наноматериалы для энергетики.
4. Наноматериалы для электроники.
5. Фуллерены. Получение и свойства.
6. Изменение фундаментальных свойств материалов при переходе в наноструктурное состояние.

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

Во время лекционных занятий используется ноутбук и проектор для показа презентаций, выполненных в Power Point Presentation или Open Office Impress.

При анализе и обработке результатов, оформлении отчета студенты самостоятельно используют любые программы для построения графиков функций одной переменной (Excel, Grapher, Open Office Calc) и набора текста с рисунками, формулами (Microsoft Word, Open Office Writer).

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

Для проведения лекционных занятий используется аудиторный фонд физико-технического института.

Лабораторные занятия проводятся в специализированных лабораториях физико-технического института и ИПСМ РАН.

***Применяемое оборудование***

1. Гидравлический пресс.
2. Оснастка для прессования.
3. Источник питания.
4. Химическая ячейка.
5. Химические реактивы.
6. Микротвердомер МНТ-10.
7. Наноиндентор.
8. Оптический микроскоп.
9. Растровый электронный микроскоп.
10. Машина трения СМЦ-2.