

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 **Механика и физика наноразмерных полиморфов углерода**
Дисциплины по выбору Б1.В.ДВ.04.01 Часть, формируемая участниками
образовательных отношений

программа бакалавриата

Направление подготовки (специальность)
28.03.03 Наноматериалы

Направленность (профиль) подготовки
Объемные наноструктурные материалы

Квалификация
Бакалавр

Разработчик (составитель) проф., д.ф.-м.н.	 / Баимова Ю.А.
--	---

Для приема: 2021 г.

Уфа 2021 г.

Составитель / составители: проф., д.ф.-м.н. Баимова Ю.А.

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.

Список документов и материалов (оглавление)

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы	5
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся) - (Приложение №1)	5 (13)
4. Фонд оценочных средств по дисциплине	6
4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания	6
4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	7
4.3. Рейтинг-план дисциплины (Приложение №2)	17
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	11
5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	11
5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины	11
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	12

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

При изучении дисциплины «Механика и физика наноразмерных полиморфов углерода» у обучающегося должны формироваться следующие компетенции:

ПК-2: способностью 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-5: способностью критически переосмысливать накопленный опыт, изменять при необходимости вид и характер своей профессиональной деятельности;

ПК-7: способностью собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным, профессиональным, социальным и этическим проблемам

Для формирования указанных компетенций и освоения образовательной программы обучающийся должен показать следующие результаты обучения по дисциплине:

Результаты обучения		Формируемая компетенция (код)	Примечание
Знания	Знать физическую сущность явлений, происходящих в материалах в условиях применения наноструктур; их взаимосвязь со свойствами получаемого продукта; основные свойства наноструктур и материалов, допированных наноструктурами	ПК-2, 7	
Умения	Уметь оценивать поведение нанообъектов при воздействии на них различных эксплуатационных факторов. Обоснованно выбирать методы модификации свойств для получения наномодифицированных материалов	ПК-5	
Владения (навыки / опыт деятельности)	Владеть навыками выбора углеродсодержащих наноматериалов различного назначения, а также работы с методиками, позволяющими определять свойства и оценивать характеристики материалов и структур.	ПК-5, 7	

2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Механика и физика наноразмерных полиморфов углерода» является дисциплиной по выбору вариативной части ООП ВО по направлению подготовки 28.28.02 "Наноматериалы".

Дисциплина изучается на 4 курсе в 8 семестре.

Цели изучения дисциплины: «Механика и физика наноразмерных полиморфов углерода»

Целью изучения дисциплины «Механика и физика наноразмерных полиморфов углерода» является формирование у студентов фундаментальных знаний о методах получения, строении и физических свойствах углеродных наноматериалов и их применениях.

Для освоения дисциплины «Механика и физика наноразмерных полиморфов углерода» студентам необходимы знания, умения и навыки, полученные ими при изучении курсов «Физика» в школе и в рамках дисциплин «Информатика и ИКТ» и «Современные проблемы физики наноматериалов», «Методы исследования физических свойств наноматериалов» в университете.

Чтобы приступить к изучению дисциплины «Механика и физика наноразмерных полиморфов углерода» студент должен знать основные понятия и законы перечисленных выше дисциплин; уметь интерпретировать механические и физические свойства углеродных наноматериалов и использовать передовые отечественные и зарубежные достижения в области углеродных наноматериалов при проведении научных исследований.

Освоение данного предмета является одним из необходимых элементов подготовки специалистов по данному профилю.

3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)

Содержание рабочей программы представлено в Приложении № 1.

4. Фонд оценочных средств по дисциплине

4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Код и формулировка компетенции

ПК-2: способностью 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-5: способностью критически переосмысливать накопленный опыт, изменять при необходимости вид и характер своей профессиональной деятельности;

ПК-7: способностью собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным, профессиональным, социальным и этическим проблемам

Этап, уровень освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения					Оценочные средства
		1	2	3	4	5	
Первый этап Пороговый уровень	Знать: 1) современное состояние в области углеродных материалов; 2) методы получения углеродных наноматериалов в	Не знает	Имеет частичные знания современном состоянии в области углеродных материалов	В целом знает типы углеродных наноматериалов и методы их получения	Знает основы получения углеродных наноматериалов и удовлетворитель но разбирается в современно состоянии в области углеродных материалов	Знает основы получения углеродных наноматериалов, уверенно разбирается в современно состоянии в области углеродных материалов	Практические задания; собеседование
Второй этап Базовый уровень	Уметь: 1) интерпретировать механические и физические свойства углеродных наноматериалов; 2) анализировать передовые отечественные и зарубежные разработки в области физики углеродных материалов	Не умеет	Имеет частичные знания о механических и физических свойствах углеродных наноматериалов; Не умеет анализировать передовые отечественные и зарубежные разработки в области физики углеродных материалов	В целом знает какими свойствами характеризуются углеродные наноматериалы; Не в полной мере может проанализировать передовые отечественные и зарубежные разработки в области физики углеродных материалов	Знает какими свойствами характеризуются углеродные наноматериалы, но допускает незначительные ошибки; частично может проанализировать отечественные и зарубежные разработки в области физики углеродных материалов	Знает какими свойствами характеризуются углеродные наноматериалы; Анализирует отечественные и зарубежные разработки в области физики углеродных материалов	Устный опрос; коллоквиум
Третий этап Повышенный уровень	Владеть: 1) знаниями об использовании на практике углеродных наноматериалов; 2) уметь применять современные методы	Не владеет	Слабо владеет знаниями об использовании углеродных наноматериалов; - не владеет навыками применения современных	Владеет знаниями об использовании углеродных наноматериалов; Но не владеет навыками применения современных методов	Владеет знаниями об использовании углеродных наноматериалов, но допускает незначительные ошибки; в целом умеет применять	Владеет в полной мере знаниями об использовании на практике углеродных наноматериалов; применения современных методов исследования	Зачет

	исследований для изучения углеродных наноматериалов;		методов исследования.	исследования	знания на практике.		
--	--	--	-----------------------	--------------	---------------------	--	--

Критериями оценивания являются баллы, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины.

4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Результаты обучения		Формируемая компетенция (код)	Примечание
Знания	Знать физическую сущность явлений, происходящих в материалах в условиях применения наноструктур; их взаимосвязь со свойствами получаемого продукта; основные свойства наноструктур и материалов, допированных наноструктурами	ПК-2, 7	Контрольная работа, тест
Умения	Уметь оценивать поведение нанообъектов при воздействии на них различных эксплуатационных факторов. Обоснованно выбирать методы модификации свойств для получения наномодифицированных материалов	ПК-2, 5	Контрольная работа, тест, выборочный опрос
Владения (навыки / опыт деятельности)	Владеть навыками выбора углеродсодержащих наноматериалов различного назначения, а также работы с методиками, позволяющими определять свойства и оценивать характеристики материалов и структур.	ПК-5, 7	Контрольная работа, выборочный опрос

4.3 Рейтинг-план дисциплины

Рейтинг-план дисциплины представлен в приложении 2.

Примерный перечень вопросов для подготовки аспирантов к текущему контролю и для зачета

Зачет является оценочным средством для всех этапов освоения компетенций.

Структура зачета:

Билет состоит из двух теоретических вопросов.

Примерные вопросы для зачета:

1. Гибридизация атомных орбиталей и многообразие аллотропных модификаций и химических соединений углерода.
2. Алмаз и алканы. Графит, графен, арены, алкены, чаоит, карбин, алкины. Смешанные и промежуточные аллотропные модификации углерода.
3. Строение и номенклатура кластеров углерода.
4. Методы получения фуллеренов.
5. Физические, химические свойства фуллеренов.
6. Металлофуллерены. Легированные фуллерены.
7. Фуллерены и фуллерено-подобные объекты в природе. Углеродные луковицы.
8. Структура нанотрубок. Одностенные нанотрубки. Многостенные нанотрубки.
9. Структурные свойства. Хиральность нанотрубок.
10. Методы получения УНТ. Дуговой метод. Лазерный метод. Электролитический и химический методы. Магнетронный метод выращивания МСНТ. Токовый и другие методы приготовления УНТ.
11. Электронные свойства нанотрубок. Электропроводность. Полевая электронная эмиссия нанотрубок.
12. Механические свойства углеродных нанотрубок. Упругие свойства углеродных нанотрубок.
13. Электромеханические свойства углеродных нанотрубок. Нанотехнологические применения углеродных нанотрубок. Токсичность нанотрубок.
14. Связки и кристаллы из нанотрубок. Вертикально ориентированные к подложке УНТ. Получение открытых нанотрубок и заполнение их материалом.
15. Открытие графена. Методы синтеза графена. Однослойный и многослойный графен.
16. Структура, упругие свойства, прочность.
17. Дефекты в графене. Дефект Стоуна-Троузера-Уэйлса. Границы зерен.
18. Технология упругих деформаций. Влияние деформации на свойства графена. Коробление графена.
19. Гетероструктуры на основе графена.
20. Теплопроводность и другие физические свойства гетероструктур на основе графена.

В рамках использования модульно-рейтинговой системы обучения и оценки успеваемости студентов итоговая оценка знаний студента по дисциплине производится по сумме баллов, полученных в рамках текущего и рубежного контроля знаний, умений и навыков в течение семестра, и баллов, полученных на зачете.

За работу в семестре студент получает до 70 баллов за выполнение заданий в рамках текущего и рубежного контроля и дополнительно до 10 баллов за результаты участия в олимпиаде студентов по общей физике. Для допуска к зачету студент должен набрать в семестре не менее 35 баллов.

Максимальное количество баллов, получаемое студентом на зачете, составляет 30 баллов.

Для зачета:

зачтено – от 60 до 110 рейтинговых баллов (включая 10 поощрительных баллов),
не зачтено – от 0 до 59 рейтинговых баллов).

Критерии оценивания ответа на зачете:

(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-следственные связи, применять знания в новой ситуации. Студент должен продемонстрировать умение делать аргументированные выводы.

(20 баллов)

Ответ студента должен показать глубокие, прочные знания. Ответ должен быть логичным и доказательным. Студенту необходимо знать основные понятия, термины, развернутые определения, использовать данные современной науки. Студенту необходимо устанавливать причинно-следственные связи, излагать материал с учетом принципов объективности и научности. В ответе 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 «Механика и физика наноразмерных полиморфов углерода» 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 зачета (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 системы:

- зачтено - от 50 баллов (включая 10 поощрительных баллов);
- не зачтено - менее 50 баллов;

Задания для контрольных работ

Типовые вопросы, предлагаемые на семинарских занятиях, тестах и контрольных

1. Назовите основные полиморфы углерода.
2. Что такое ковалентная связь.
3. Перечислите потенциалы, которые применяются для моделирования углеродных структур.
4. Приведите формулы заворачивания нанотрубки из листа графена.

Описание методики оценивания письменных задач:

- 5 баллов выставляется студенту, если ответы на вопросы были даны верно;
 - 4 балла выставляется студенту, если при верном ответе на вопрос в общем виде допущены незначительные ошибки в понятиях;
 - 3 балла выставляется студенту, если отсутствует ответ на один из вопросов или допущена принципиальная ошибка в ответах;
 - 1-2 балла выставляется студенту, если верно записана только часть ответа или ответы ошибочны.
- 0 баллов ставится при отсутствии ответа или при полностью неверном ответе или когда ответ не соответствует поставленному вопросу.

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная литература:

1. Мулюков Р.Р., Баимова Ю.А. Углеродные наноматериалы. Уч. пособие. Уфа: РИЦ БашГУ, 2015. - 160 с.
2. Беленков Е. А., Ивановская В. В., Ивановский А. Л., Наноалмазы и родственные углеродные наноматериалы., Екатеринбург: УрО РАН, 169 с., 2008
3. Губин С.П., Ткачев С.В. Графен и родственные наноформы углерода. - М.: Ленанд, 2014. - 112 с.
4. Дьячков П.П. Углеродные нанотрубки: строение, свойства, применения. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. - 293 с.

Дополнительная литература:

1. Харрис П. Углеродные нанотрубы и родственные структуры. Новые материалы XXI века. М.: Техносфера, 2006. - 336 с.

5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины

<http://thesaurus.rusnano.com/wiki/121/>
<http://labs.vt.tpu.ru/nano/nanotubes.htm>
<https://studfiles.net/preview/1199883/>

6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине приведена в таблице:

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
1	2	3
Лекционная аудитория 415	Лекции	Доска, компьютер, мультимедийный проектор, экран
<i>учебная аудитория для проведения лабораторных занятий на компьютерах:</i> аудитория № 412	Лабораторные работы	Доска, мел, компьютеры

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФИЗИКО - ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины «Механика и физика наноразмерных полиморфов углерода»

на 8 семестр
(наименование дисциплины)

очная

форма обучения

Виды учебной работы	Количество часов по семестрам	
	Общий объем по РУП 108	№ семестра 8
Аудиторные занятия	42	42
Лекции	24	24
Лабораторные занятия	36	36
Практические занятия	24	24
Самостоятельная работа студентов	22	22
Контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2
Виды контроля	зачет	зачет

Форма контроля:

зачет 8 семестр

№ п.п.	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)				Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов (СРС)	Форма текущего контроля успеваемости
		ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	СР			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Модуль 1. Классификация и краткая характеристика углеродных нанобъектов Введение. Общая характеристика. Особенности наноразмерного состояния вещества. Классификация нанобъектов по составу, свойствам и структурным особенностям.	2	2	2	2	[1]; Введение	Политипы углерода [2]	Тест
2	Элементарные наноструктуры. Композиционные. Кластеры и молекулы. Одномерные и двумерные наноструктуры. Аллотропные формы углерода, различия в строении и их свойствах.	2	2	2	2	[3]	[2]	Тест
3	Фуллероидные частицы, нанотрубки, пипоиды. Представление о структурных скелетах и надмолекулярном состоянии вещества. Открытие графена. Методы синтеза графена. Однослойный и многослойный графен. Скомканый графен. Фуллерит. Системы и клубки УНТ. Алмазоподобные углеродные фазы. Наноалмазы.	6	6	4	4	[1]	[2]	Защита отчета
8	Модуль 2. Свойства углеродсодержащих наноструктур и методы анализа наноструктур. Структура и свойства углеродных наночастиц и	2	2	4	4	[1], [3]	[2]	Контрольная работа, решение задач

	материалов. Оптические, электрические, химические и механические свойства наноструктур (фуллероидов, НТ, астраленов, пипоидов, квантовых точек, ям и проволок)							Защита отчета
9	Электронные свойства углеродных структур. Электропроводность. Механические свойства углеродных нанотрубок и графена. Упругие свойства углеродных структур и графена. Электромеханические свойства углеродных структур. Нанотехнологические применения углеродных структур.	4	4	4	2	[1],[3]	[2]	Выборочный опрос, контрольная работа, Защита отчета
10	Модуль 3. Области применения наноструктур. Металломатричные и полимерно-матричные композиты, армированные нанотрубками, фуллеренами и графеном.	4	4	4	4	[1],[4]	[2]	Защита отчета
11	Нити и бумага из нанотрубок. Применение нанотрубок в качестве фильтров. Использование нанотрубок в качестве зондов для сканирующих зондовых микроскопов.	2	2	8	2	[1],[4]	[2]	Выборочный опрос, контрольная работа, Защита отчета
12	Употребление УНТ для создания сенсоров. X-, Y-, V-образные нанотрубки в качестве элементов наноэлектроники. Диоды. Транзисторы. Холодные катоды на основе УНТ.	2	2	8	2	[1],[3],[4]	[2]	Выборочный опрос, контрольная работа, Защита отчета
	Всего часов:	24	24	36	22			зачет

Примечание 1. Сокращение в таблице: КР – контрольная работа.

Примечание 2. Лабораторные работы по изучению наноразмерных полиморфов углерода описаны в рабочей программе дисциплины «Механика и физика наноразмерных полиморфов углерода».

Примечание 3. Часы на самостоятельную работу включают время на подготовку к зачету (контроль).

Примечание 4. В таблицу не включено 1.7 часа ФКР (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности во время семестра, подразумевающие контактную работу обучающихся с преподавателем) .

Рейтинг – план дисциплины

«Механика и физика наноразмерных полиморфов углерода»

(название дисциплины согласно рабочему учебному плану)

направление «Наноматериалы», профиль «Объемные наноструктурные материалы»

курс 4, семестр 8

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
Модуль 1 «Классификация и краткая характеристика углеродных нанобъектов»				
Текущий контроль				
Тест №1	4	5	0	5
Рубежный контроль				
1. Контрольная работа №1	5	3	0	10
ВСЕГО ПО МОДУЛЮ 1			0	15
Модуль 2 «Свойства углеродсодержащий наноструктур и методы анализа наноструктур»				
Текущий контроль				
3. Контрольная работа №2	5	4	0	10
Рубежный контроль				
1. Тест №2	3	5	0	15
ВСЕГО ПО МОДУЛЮ 2			0	25
Модуль 3. «Области применения наноструктур»				
Текущий контроль				
3. Контрольная работа №3	5	4	0	10
Рубежный контроль				
1. Тест №3	3	5	0	10
Поощрительные баллы				
Выполнение дополнительных заданий			0	10
Итого поощрительных баллов			0	10
Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)				
1. Посещение лекционных занятий			0	-6
2. Посещение практических занятий			0	-10
Итоговый контроль				
Зачет	9 (вопрос билета)	2 вопроса	Макс. 18 б.	54
	3 (доп. вопрос)	2	Макс. 6 б.	
	6 (задача)	1	Макс. 6 б.	