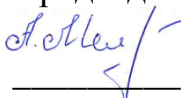


ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ИНЖЕНЕРНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ

Актуализировано:  
на заседании кафедры  
протокол № 13 от « 21 » апреля 2019 г.  
Зав. кафедрой технической химии  
и материаловедения

 // Мухамедзянова А.А.

Согласовано:  
Председатель УМК ИФ  
 / Мельникова А.Я.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

дисциплина «Углеродные наноматериалы»

Вариативная часть, дисциплина по выбору Б1.В.1.ДВ.05.01

**программа бакалавриата**

**Направление подготовки**

04.03.02 – «Химия, физика и механика материалов»

**Направленность (профиль) подготовки**

"Современные материалы для медицины и промышленности"

**Квалификация**

бакалавр

Составители  
Зав. кафедрой ТХиМ, д.т.н., доцент

 / Мухамедзянова А.А.

Для приема 2018

Уфа – 2020 г.

Составитель: зав. кафедрой ТХиМ, д.т.н., доцент Мухамедзянова А.А.



Рабочая программа дисциплины актуализирована на заседании кафедры ТХМ  
протокол № 13 от 21 апреля 2020 г.

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, (изменения в базе данных и программного обеспечения) утверждены на заседании кафедры технической химии и материаловедения протокол № от « » 20 г.

Заведующий кафедрой ТХиМ \_\_\_\_\_ / Мухамедзянова А.А.

## Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	4
2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы	5
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)	7
4. Фонд оценочных средств по дисциплине	7
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	7
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	10
4.3. <i>Рейтинг-план дисциплины</i>	17
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	17
5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	17
5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины	17
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	18
Приложение 1	19
Приложение 2	23

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

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

	Результаты обучения	Формируемые компетенции	Примечания
1	2	3	
Знания	Знать основы химии углеродных наноматериалов, иметь представление о материалах и их влиянии на экономику, научно-технический прогресс, экологические проблемы, связанные с производством, эксплуатацией и регенерацией материалов	способность к самоорганизации и самообразованию (ОК-7)	
	Знать современные достижения материаловедения и физические принципы работы современных технических устройств, используемых при выполнении профессиональных функций	способность использовать современные достижения материаловедения и физическими принципами работы современных технических устройств, используемых при выполнении профессиональных функций (ОПК-6)	
	Знать: современные методы синтеза, позволяющие работать в различных областях современной технологии, связанных с решением материаловедческих задач	готовность к использованию синтетических и приборно-аналитических навыков, позволяющих работать в различных областях современной технологии, связанных с решением материаловедческих задач (ПК-2)	
	Знать: современные методы синтеза, позволяющие работать в различных областях современной технологии, связанных с решением материаловедческих задач	- готовность использовать общие представления о структуре химико-технологических систем и типовых химико-технологических процессов и производств для анализа взаимодействия технологий и окружающей среды (ПК-3)	
	Знать способы и методы оптимизации и реализации основных технологий получения современных углеродных наноматериалов	- способность к оптимизации и реализации основных технологий получения современных материалов (ПК-4).	
Умения	Уметь использовать знания, умения и навыки в области теории и практики химии углеродных наноматериалов для освоения теоретических основ и методов исследований в области неорганических материалов	ОК-7	
	Уметь: использовать современные достижения материаловедения и физические принципы работы современных технических устройств, используемых при выполнении профессиональных функций	ОПК-6	
	Уметь использовать приборно-аналитические навыки, позволяющие работать в различных областях современной технологии, связанных с решением материаловедческих задач	ПК-2	
	Уметь использовать приборно-аналитические навыки, позволяющие работать в различных областях современной технологии, связанных с решением материаловедческих задач	ПК-3	
	Уметь использовать способы и методы оптимизации и реализации основных технологий получения современных углеродных наноматериалов	ПК-4	
Владения (навыки/опыт деятельности)	Владеть: навыками самостоятельно прорабатывать литературные источники, осуществлять интернет-поиск, и пр.	ОК-7	
	Владеть профессионально профилированными знаниями и практическими навыками в области современных достижений материаловедения и физических принципов работы современных технических устройств, используемых при выполнении профессиональных функций	ОПК-6	
	Владеть приборно-аналитическими навыками, позволяющими работать в различных областях современной технологии, связанных с решением материаловедческих задач	ПК-2	
	Владеть современными методами изучения структуры химико-технологических систем и типовых химико-технологических процессов и производств для анализа взаимодействия технологий и окружающей среды	ПК-3	
	Владеть методиками оптимизации и реализации основных технологий получения современных углеродных наноматериалов	ПК-4	

## 2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к дисциплинам по выбору вариативной части – Б1.В.1.ДВ.05.01 профессионального цикла структуры Основной образовательной программы бакалавриата по направлению «Химия, физика, механика материалов». Дисциплина изучается на III курсе во II семестре.

Целями освоения дисциплины «Углеродные наноматериалы» являются овладение теоретическими знаниями и практическими навыками в области синтеза и анализа углеродных наноматериалов для того, чтобы грамотно использовать полученные знания при создании разнообразных углеродных наноматериалов. Бакалавр также должен приобрести навык в проведении научно-исследовательских работ в области химии синтетических углеродных наноматериалов, научиться анализу и обобщению результатов научно-исследовательских работ. При оформлении и защите, входящей в план обучения курсовой работы, бакалавр должен приобрести навыки изложения научного материала, его систематизации, подготовки и демонстрации слайд-шоу.

Дисциплина находится в логической взаимосвязи с другими частями ООП. При ее изучении используется приобретенная в результате освоения гуманитарного и социально-экономического цикла способность к обобщению научных результатов, работе с отечественными и зарубежными научными источниками, коммуникабельность при работе в коллективе. Знания, полученные при изучении дисциплин математического и естественно-научного цикла используются при обработке данных эксперимента. Навыки в информатике и владение математическим инструментом, способность использовать информационные и программные ресурсы применяются при решении фундаментальных задач. Дисциплина «Углеродные наноматериалы» находится в тесной взаимосвязи с модулями профессионального цикла ООП: общей и неорганической химией, органической химией, дающей представление о строении и свойствах органических веществ, условиях их синтеза, аналитической химией, дающей студенту знания основ физических и физико-химических методов анализа, которые успешно применяются для установления структуры материалов.

Бакалавр также должен приобрести навык в проведении научно-исследовательских работ в области химии синтетических и природных материалов, научиться анализу и обобщению результатов научно-исследовательских работ. При оформлении и защите, входящей в план обучения курсовой работы, бакалавр должен приобрести навыки изложения научного материала, его систематизации, подготовки и демонстрации слайд-шоу.

В результате освоения дисциплины «Углеродные наноматериалы»

- укрепляются и развиваются такие общекультурные компетенции как

- способность к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);

- формируются общепрофессиональная

- способность использовать современные достижения материаловедения и физическими принципами работы современных технических устройств, используемых при выполнении профессиональных функций (ОПК-6)

и профессиональные компетенции

- готовность к использованию синтетических и приборно-аналитических навыков, позволяющих работать в различных областях современной технологии, связанных с решением материаловедческих задач (ПК-2);

- готовность использовать общие представления о структуре химико-технологических систем и типовых химико-технологических процессов и производств для анализа взаимодействия технологий и окружающей среды (ПК-3);
- способность к оптимизации и реализации основных технологий получения современных материалов (ПК-4).

**В результате освоения данной дисциплины обучающийся**

- химические основы и технологии получения углеродных наноматериалов;
- свойства углеродных наноматериалов, методы и методики определения свойств углеродных наноматериалов и сырья для их получения;
- композиционные материалы на основе углеродных наноматериалов и их применение в различных отраслях промышленности;
- рынок углеродных наноматериалов, экономические аспекты производства углеродных наноматериалов;

**должен уметь:**

- самостоятельно повышать свой уровень знаний в области химии и технологии получения углеродных волокон и наноматериалов
- использовать современные достижения материаловедения и физические принципы работы современных технических устройств, используемых при выполнении профессиональных функций
- использовать синтетических и приборно-аналитических навыков, позволяющих работать в области технологии получения углеродных волокон и наноматериалов
- использовать общие представления о структуре химико-технологических систем и типовых химико-технологических процессов и производств в области химии и технологии получения углеродных волокон и наноматериалов для анализа взаимодействия технологий и окружающей среды

**должен владеть**

- профессионально профилированными знаниями и практическими навыками в области общей и неорганической химии;
- способами хранения и обработки научных результатов

**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**  
**ОК-7- способностью к самоорганизации и самообразованию**

Этап, уровень освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения		Процедуры оценивания
		Не зачтено	Зачтено	

Первый этап	Знать: основы химии углеродных наноматериалов, иметь представление о материалах и их влиянии на экономику, научно-технический прогресс, экологические проблемы, связанные с производством, эксплуатацией и регенерацией материалов	В целом знает основы химии углеродных наноматериалов, имеет представление о материалах и их влиянии на экономику, научно-технический прогресс, экологические проблемы, связанные с производством, эксплуатацией и регенерацией материалов, но допускает значительные ошибки	Знает основы химии углеродных наноматериалов, имеет представление о материалах и их влиянии на экономику, научно-технический прогресс, экологические проблемы, связанные с производством, эксплуатацией и регенерацией материалов, но допускает незначительные ошибки	самостоятельные работы, контрольная работа, коллоквиумы
Второй этап	Уметь: использовать знания, умения и навыки в области теории и практики химии углеродных наноматериалов для освоения теоретических основ и методов исследований в области неорганических материалов	Не показывает сформированные умения и навыки в области теории и практики химии углеродных наноматериалов для освоения теоретических основ и методов исследований в области неорганических материалов Умеет применять некоторые знания в отдельных разделах теории и практики, но допускает значительные ошибки	Умеет использовать знания, умения и навыки в области теории и практики химии углеродных наноматериалов для освоения теоретических основ и методов исследований в области неорганических материалов, с незначительными замечаниями	самостоятельные работы, контрольная работа, коллоквиумы, лабораторные работы
Третий этап	Владеть: навыками самостоятельно прорабатывать литературные источники, осуществлять интернет-поиск, и пр.	Владеет навыками систематического самостоятельного прорабатывания литературных источников, осуществлять интернет-поиск, и пр., ориентируясь при этом на собственные способности и, при необходимости, принимая меры к их совершенствованию, но допускает значительные ошибки	Уверенно использует навыки систематического самостоятельного прорабатывания литературных источников, осуществлять интернет-поиск, и пр., ориентируясь при этом на собственные способности и, при необходимости, принимая меры к их совершенствованию, но испытывает небольшие трудности	самостоятельные работы, контрольная работа, коллоквиумы, лабораторные работы

***ОПК-1 способность использовать современные методы химии, физики, математики, механики, биологии на уровне, необходимом для приобретения новых знаний с их использованием и решения задач, возникающих при выполнении профессиональных функций и имеющих естественнонаучное содержание***

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения		Процедуры оценивания
		Не зачтено	Зачтено	
<b>Первый этап</b>	Знать: современные методы химии, физики, математики, механики, биологии на уровне, необходимом для приобретения новых знаний с их использованием и решения задач, возникающих при выполнении профессиональных функций и имеющих естественнонаучное содержание	В целом знает современные методы химии, физики, математики, механики, биологии на уровне, необходимом для приобретения новых знаний с их использованием и решения задач, возникающих при выполнении профессиональных функций и имеющих естественнонаучное содержание, но допускает значительные ошибки	Знает современные методы химии, физики, математики, механики, биологии на уровне, необходимом для приобретения новых знаний с их использованием и решения задач, возникающих при выполнении профессиональных функций и имеющих естественнонаучное содержание, но допускает незначительные ошибки	устный опрос контрольные работы
<b>Второй этап</b>	Уметь: использовать знания, современных методов химии, физики, математики, механики, биологии на уровне, необходимом для приобретения новых знаний с их использованием и решения задач, возникающих при выполнении профессиональных функций и имеющих естественнонаучное содержание	Умеет использовать знания, использовать знания, современных методов химии, физики, математики, механики, биологии на уровне, необходимом для приобретения новых знаний с их использованием и решения задач, возникающих при выполнении профессиональных функций и имеющих естественнонаучное содержание, но допускает значительные ошибки	Умеет использовать знания, использовать знания, современных методов химии, физики, математики, механики, биологии на уровне, необходимом для приобретения новых знаний с их использованием и решения задач, возникающих при выполнении профессиональных функций и имеющих естественнонаучное содержание, но допускает незначительные ошибки	устный опрос контрольные работы
<b>Третий этап</b>	Владеть профессионально профилированными знаниями и практическими навыками в	Владеет профессионально профилированными знаниями и практическими навыками в обла-	Владеет профессионально профилированными знаниями и практическими навыками в обла-	устный опрос контрольные работы

	области химии комплексных соединений	сти химии комплексных соединений, но допускает значительные ошибки	сти химии комплексных соединений, но допускает незначительные ошибки	
--	--------------------------------------	--	--	--

**ОПК-2 способность использовать практические навыки экспериментальной работы в областях неорганической, аналитической, органической и физической химии; химии и физики высокомолекулярных соединений; структурной химии и кристаллохимии; общей физики; физики конденсированного состояния и механики материалов, позволяющие эффективно работать в различных экспериментальных областях наук о материалах и в современной технологии материалов**

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения		Процедуры оценивания
		Не зачтено	Зачтено	
<b>Первый этап</b>	Знать: современные методы экспериментальной работы в области химии углеродных наноматериалов на уровне, необходимом для приобретения новых знаний с их использованием и решения задач, возникающих при выполнении профессиональных функций и имеющих естественнонаучное содержание	В целом знает современные методы экспериментальной работы в области химии углеродных наноматериалов на уровне, необходимом для приобретения новых знаний с их использованием и решения задач, возникающих при выполнении профессиональных функций и имеющих естественнонаучное содержание, но допускает значительные ошибки	Знает современные методы экспериментальной работы в области химии углеродных наноматериалов на уровне, необходимом для приобретения новых знаний с их использованием и решения задач, возникающих при выполнении профессиональных функций и имеющих естественнонаучное содержание, но допускает незначительные ошибки	устный опрос контрольные работы
<b>Второй этап</b>	Уметь: использовать практические навыки экспериментальной работы в области химии углеродных наноматериалов, позволяющие эффективно работать в различных экспериментальных областях наук о материалах и в современной технологии материалов	Умеет использовать практические навыки экспериментальной работы в области химии углеродных наноматериалов, позволяющие эффективно работать в различных экспериментальных областях наук о материалах и в современной технологии материалов, но допускает значительные ошибки	Умеет использовать практические навыки экспериментальной работы в области химии углеродных наноматериалов, позволяющие эффективно работать в различных экспериментальных областях наук о материалах и в современной технологии материалов, но допускает незначительные ошибки	устный опрос контрольные работы
<b>Третий этап</b>	Владеть профессионально профилированными знаниями и практическими навыками в области химии комплексных соединений	Владеет профессионально профилированными знаниями и практическими навыками в области химии комплексных соединений, но допускает значительные ошибки	Владеет профессионально профилированными знаниями и практическими навыками в области химии комплексных соединений, но допускает незначительные ошибки	устный опрос контрольные работы

**ПК-2 готовность к использованию синтетических и приборно-аналитических навыков, позволяющих работать в различных областях современной технологии, связанных с решением материаловедческих задач**

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения		Процедуры оценивания
		Не зачтено	Зачтено	
<b>Первый этап</b>	Знать: современные методы синтеза, позволяющие работать в различных областях современной технологии, связанных с решением материаловедческих задач	В целом знает современные методы синтеза углеродных наноматериалов, позволяющие работать в различных областях современной технологии, связанных с решением материаловедческих задач, но допускает значительные ошибки	Знает современные методы синтеза углеродных наноматериалов, позволяющие работать в различных областях современной технологии, связанных с решением материаловедческих задач, но допускает незначительные ошибки	устный опрос контрольные работы
<b>Второй этап</b>	Уметь использовать приборно-аналитические навыки, позволяющие работать в различных областях современной технологии, связанных с решением материаловедческих задач	Умеет использовать приборно-аналитические навыки, позволяющие работать в различных областях современной технологии, связанных с решением материаловедческих задач, но допускает значительные ошибки	Умеет использовать приборно-аналитические навыки, позволяющие работать в различных областях современной технологии, связанных с решением материаловедческих задач, но допускает незначительные ошибки	устный опрос контрольные работы
<b>Третий этап</b>	Владеть приборно-	Владеет приборно-аналитическими	Владеет приборно-	устный опрос



	аналитическими навыками, позволяющими работать в различных областях современной технологии, связанных с решением материаловедческих задач	навыками, позволяющими работать в различных областях современной технологии, связанных с решением материаловедческих задач, но допускает значительные ошибки	аналитическими навыками, позволяющими работать в различных областях современной технологии, связанных с решением материаловедческих задач, но допускает незначительные ошибки	контрольные работы
--	---	--	---	--------------------

**ПК-3 - готовность использовать общие представления о структуре химико-технологических систем и типовых химико-технологических процессов и производств для анализа взаимодействия технологий и окружающей среды;**

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения		Процедуры оценивания
		Не зачтено	Зачтено	
<b>Первый этап</b>	Знать структуру химико-технологических систем и типовых химико-технологических процессов и производств для анализа взаимодействия технологий и окружающей среды	В целом знает структуру химико-технологических систем и типовых химико-технологических процессов и производств для анализа взаимодействия технологий и окружающей среды, но допускает значительные ошибки	Знает структуру химико-технологических систем и типовых химико-технологических процессов и производств для анализа взаимодействия технологий и окружающей среды, но допускает незначительные ошибки	устный опрос контрольные работы
<b>Второй этап</b>	<i>Уметь использовать</i> современные методы изучения структуры химико-технологических систем и типовых химико-технологических процессов и производств для анализа взаимодействия технологий и окружающей среды	Умеет использовать современные методы изучения структуры химико-технологических систем и типовых химико-технологических процессов и производств для анализа взаимодействия технологий и окружающей среды, но допускает значительные ошибки	Умеет использовать современные методы изучения структуры химико-технологических систем и типовых химико-технологических процессов и производств для анализа взаимодействия технологий и окружающей среды, но допускает незначительные ошибки	устный опрос контрольные работы
<b>Третий этап</b>	Владеть современными методами изучения структуры химико-технологических систем и типовых химико-технологических процессов и производств для анализа взаимодействия технологий и окружающей среды	Владеет современными методами изучения структуры химико-технологических систем и типовых химико-технологических процессов и производств для анализа взаимодействия технологий и окружающей среды, но допускает значительные ошибки	Владеет современными методами изучения структуры химико-технологических систем и типовых химико-технологических процессов и производств для анализа взаимодействия технологий и окружающей среды, но допускает незначительные ошибки	устный опрос контрольные работы

**ПК-4 - способность к оптимизации и реализации основных технологий получения современных материалов**

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения		Процедуры оценивания
		Не зачтено	Зачтено	
<b>Первый этап</b>	Знать способы и методы оптимизации и реализации основных технологий получения современных углеродных наноматериалов	В целом знает способы и методы оптимизации и реализации основных технологий получения современных углеродных наноматериалов, но допускает значительные ошибки	Знает способы и методы оптимизации и реализации основных технологий получения современных углеродных наноматериалов, но допускает незначительные ошибки	устный опрос контрольные работы
<b>Второй этап</b>	Уметь использовать способы и методы оптимизации и реализации основных технологий получения современных углеродных наноматериалов	Умеет использовать способы и методы оптимизации и реализации основных технологий получения современных углеродных наноматериалов, но допускает значительные ошибки	Умеет использовать способы и методы оптимизации и реализации основных технологий получения современных углеродных наноматериалов, но допускает незначительные ошибки	устный опрос контрольные работы
<b>Третий этап</b>	Владеть методиками оптимизации и реализации основных технологий получения современных углеродных наноматериалов	Владеет методиками оптимизации и реализации основных технологий получения современных углеродных наноматериалов, но допускает значительные ошибки	Владеет методиками оптимизации и реализации основных технологий получения современных углеродных наноматериалов, но допускает незначительные ошибки	устный опрос

	мизации и реализации основных технологий получения современных углеродных наноматериалов	реализации основных технологий получения современных углеродных наноматериалов, но допускает значительные ошибки	ции и реализации основных технологий получения современных углеродных наноматериалов, но допускает незначительные ошибки	контрольные работы
--	--	--	--	--------------------

**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**

Этапы освоения	Результаты обучения	Компетенция	Оценочные средства
1-й этап  Знания	Знать: 1. основы химии углеродных наноматериалов, иметь представление о материалах и их влиянии на экономику, научно-технический прогресс, экологические проблемы, связанные с производством, эксплуатацией и регенерацией материалов	ОК-7	Тесты, КЛ
	Знать: современные методы экспериментальной работы в области химии углеродных наноматериалов на уровне, необходимом для приобретения новых знаний с их использованием и решения задач, возникающих при выполнении профессиональных функций и имеющих естественнонаучное содержание	ОПК-6	Тесты, КЛ
	Знать: современные методы синтеза, позволяющие работать в различных областях современной технологии, связанных с решением материаловедческих задач	ПК-2	Тесты, КЛ
	4. Знать структуру химико-технологических систем и типовых химико-технологических процессов и производств для анализа взаимодействия технологий и окружающей среды	ПК-3	Тесты, КЛ
	5. Знать способы и методы оптимизации и реализации основных технологий получения современных углеродных наноматериалов	ПК-4	Тесты, КЛ

2-й этап  Умения	Уметь: использовать знания, умения и навыки в области теории и практики химии углеродных наноматериалов для освоения теоретических основ и методов исследований в области неорганических материалов	ОК-7	Тесты, КЛ
	2. Уметь: использовать практические навыки экспериментальной работы в области химии углеродных наноматериалов, позволяющие эффективно работать в различных экспериментальных областях наук о материалах и в современной технологии материалов	ОПК-6	Тесты, КЛ
	3. Уметь использовать приборно-аналитические навыки, позволяющие работать в различных областях современной технологии, связанных с решением материаловедческих задач	ПК-2	Тесты, КЛ
	4. Уметь использовать современные методы изучения структуры химико-технологических систем и типовых химико-технологических процессов и производств для анализа взаимодействия технологий и окружающей среды	ПК-3	Тесты, КЛ
	5. Уметь использовать способы и методы оптимизации и реализации основных технологий получения современных углеродных наноматериалов	ПК-4	Тесты, КЛ
3-й этап  Владеть навыками	1. Владеть: навыками самостоятельно прорабатывать литературные источники, осуществлять интернет-поиск, и пр.	ОК-7	Тесты, КЛ
	2. Владеть профессионально профилированными знаниями и практическими навыками в области химии комплексных соединений	ОПК-6	Тесты, КЛ
	3. Уметь использовать приборно-аналитические навыки, позволяющие работать в различных областях современной технологии, связанных с решением материаловедческих задач	ПК-2	Тесты, КЛ
	4. Владеть приборно-аналитическими навыками, позволяющими работать в различ-	ПК-3	Тесты, КЛ

	ных областях современной технологии, связанных с решением материаловедческих задач		
	5. Владеть методиками оптимизации и реализации основных технологий получения современных углеродных наноматериалов	ПК-4	Тесты, КЛ

### Вопросы для семинаров

Занятие № 1. Аллотропные модификации чистого углерода и химических соединений углерода. Смешанные и промежуточные аллотропные модификации углерода.

1. Гибридизация атомных орбиталей в соединениях углерода
2. Аллотропные модификации и химические соединения углерода.
3. Алмаз и алканы.
4. Графит, графен, арены, алкены, чаоит, карбин, алкины.
5. Смешанные и промежуточные аллотропные модификации углерода.

Занятие 2. Структурные, электронные, механические свойства углеродных нанотрубок.

1. Структура нанотрубок.
2. Одностенные нанотрубки.
3. Многостенные нанотрубки.
4. Хиральность нанотрубок.
5. Электронные свойства нанотрубок.
6. Электронные свойства графитовой плоскости.
7. Механические свойства углеродных нанотрубок.
8. Нанотехнологические применения углеродных нанотрубок.
9. Токсичность нанотрубок.

Занятие 3. Понятие о фуллеренах. Теорема Эйлера и структура молекул фуллеренов и углеродных нанокластеров, Синтез, модифицирование, практическое использование фуллеренов.

1. История открытия фуллеренов.
2. Понятие о фуллеренах.
3. Теорема Эйлера и структура молекул фуллеренов и углеродных нанокластеров.
4. Синтез, модифицирование, практическое использование фуллеренов.

Занятие 4. Структурные, упругие свойства графена, его применение в электронике. Наноалмаз, углеродные волокна.

1. Структура, упругие свойства графена.
2. «Графеновая» электроника.
3. Многослойный эпитаксиальный графен (MEG) .
4. Наноалмаз, углеродные волокна. Структура, свойства, возможности применения в электронике.

Занятие 5. Полимеры и композитные материалы на основе углеродных наноструктур.

1. Технология получения композиционных материалов

2. Композитные материалы на основе углеродных нанотрубок
3. Композитные материалы на основе графена
4. Композитные материалы на основе углеродных нановолокон
5. Применение композитных углеродных матреиалов

#### **Критерии оценки (в баллах) за работу на семинарах:**

- **3 балла** выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий. Студент без затруднений ответил на все дополнительные вопросы. Практическая часть работы выполнена полностью без неточностей и ошибок;

- **2 балла** выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности. При выполнении практической части работы допущены несущественные ошибки;

- **1 балл** выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос. Студент не решил задачу или при решении допущены грубые ошибки;

- **0 баллов** выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний при выполнении практических заданий. Студент не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

Министерство образования и науки Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Башкирский государственный университет»

---

#### **Тесты по дисциплине «Углеродные наноматериалы»**

#### **Критерии оценки (в баллах) за работу за тестирование:**

- **6-8 баллов** выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий. Студент без затруднений ответил на все дополнительные вопросы. Практическая часть работы выполнена полностью без неточностей и ошибок;

- **4-5 баллов** выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности. При выполнении практической части работы допущены несущественные ошибки;

- **3-2 балла** выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос. Студент не решил задачу или при решении допущены грубые ошибки;

- **0-1 балл** выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний при выполнении практических заданий. Студент не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

Министерство образования и науки Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Башкирский государственный университет»

---

**Вопросы для коллоквиума № 1  
по дисциплине «Углеродные наноматериалы»**

1. Структура, упругие свойства графена.
2. «Графеновая» электроника.
3. Многослойный эпитаксиальный графен (MEG) .
4. Наноалмаз, углеродные волокна. Структура, свойства, возможности применения в электронике.
5. История открытия фуллеренов.
6. Понятие о фуллеренах.
7. Теорема Эйлера и структура молекул фуллеренов и углеродных нанокластеров.
8. Синтез, модифицирование, практическое использование фуллеренов.

Министерство образования и науки Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Башкирский государственный университет»

---

**Вопросы для коллоквиума № 2  
по дисциплине «Углеродные наноматериалы»**

1. Гибридизация атомных орбиталей в соединениях углерода
2. Аллотропные модификации и химические соединения углерода.
3. Алмаз и алканы.
4. Графит, графен, арены, алкены, чаоит, карбин, алкины.
5. Смешанные и промежуточные аллотропные модификации углерода.
6. Структура нанотрубок.
7. Одностенные нанотрубки.
8. Многостенные нанотрубки.
9. Хиральность нанотрубок.
10. Электронные свойства нанотрубок.
11. Электронные свойства графитовой плоскости.
12. Механические свойства углеродных нанотрубок.
13. Нанотехнологические применения углеродных нанотрубок.

#### 14. Токсичность нанотрубок.

Министерство образования и науки Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Башкирский государственный университет»

---

### Вопросы для коллоквиума № 3 по дисциплине «Углеродные наноматериалы»

1. Методы получения углеродных нановолокон
2. Свойства углеродных нановолокон
3. Технология получения композиционных материалов на основе углеродных наноструктур
4. Полимеры и композитные материалы на основе углеродных наноструктур.
5. Применение композиционных материалов на основе углеродных наноструктур

#### Критерии оценки (в баллах) по сдаче коллоквиума:

- **14-17 баллов** выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий. Студент без затруднений ответил на все дополнительные вопросы. Практическая часть работы выполнена полностью без неточностей и ошибок;

- **10-13 баллов** выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности. При выполнении практической части работы допущены несущественные ошибки;

- **5-10 баллов** выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос. Студент не решил задачу или при решении допущены грубые ошибки;

- **0-5 баллов** выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний при выполнении практических заданий. Студент не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

Министерство образования и науки Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Башкирский государственный университет»

---

### Темы рефератов по дисциплине «Углеродные наноматериалы»

1. Аллотропные модификации углерода.
2. Графен. Структура, упругие свойства, применение в электронике.
3. Многослойный эпитаксиальный графен (MEG). Структура, электрические свойства, механические свойства, возможности применения в электронике.
4. Наноалмаз. Структура, свойства, применение в электронике.

5. Углеродные волокна. Структура, свойства, возможности применения в электронике.
6. Фуллереноподобные структуры в живой природе.
7. Токсичность углеродных нанотрубок.
8. Механизм пиролиза углеводородов.
9. Способы получения углеродных волокон.
10. Высокомодульные и высокопрочные углеродные волокна из анизотропных нефтяных пеков.

Доклады и презентации могут быть выполнены по любому разделу любой темы дисциплины и представлены студентом на аудиторном занятии.

#### **Критерии оценки (в баллах) за работу за рефераты:**

- **8-10 баллов** выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий. Студент без затруднений ответил на все дополнительные вопросы. Практическая часть работы выполнена полностью без неточностей и ошибок;

- **5-7 баллов** выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности. При выполнении практической части работы допущены несущественные ошибки;

- **2-4 балла** выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос. Студент не решил задачу или при решении допущены грубые ошибки;

- **0-1 балл** выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний при выполнении практических заданий. Студент не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

#### **4.3. Рейтинг-план дисциплины**

Рейтинг-план дисциплины представлен в приложении 2.

### **5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

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

##### **Основная литература**

1. Бунаков А.А., Материалы и методы нанотехнологий, Уфа, БГПУ им. М. Акмуллы, 2012. – 126 с./ e.lanbook.com/book/70165
2. Минько Н.И., Строкова В.В., Жерновский И.В. Методы получения и свойства нанобъектов. М: Флинта, 2011.- 165 с./ e.lanbook.com/book/71963
3. Кац Е.А. Фуллерены, углеродные нанотрубки и нанокластеры: Родословная форм и идей. Изд.2, стереот. - 2009. - 296 с. e.lanbook.com/book/66215
4. Елисеев А.А., Лукашин А.В. Функциональные наноматериалы: учебное пособие. – М: Физматлит, 2010. – 454 с.



- Симамура. С. Углеродные волокна. - М.: Мир, 1987. –304 с.

#### Дополнительная литература

- Золотухин, И. В. Замечательные качества углеродных нанотрубок / И. В. Золотухин, Ю. Е. Калинин // Природа. - 2004 .- № 5 .- С. 20-27
- Сидоров Л.Н., Макеев Ю.А. Химия фуллеренов. Там же, 2000, № 5, с. 21–25;
- Тамм, Н. Б. Исследования в области высших фуллеренов / Н. Б. Тамм, Л. Н. Сидоров, С. И. Троянов // Вестник Московского университета. Сер. 2. Химия. - 2009 .- Т. 50, N 6 .- С. 411-427
- Золотухин И.В. Углеродные нанотрубки. Сорос. образоват. журн., 1999, №3, с. 111–115.

#### Дополнительная литература

- Золотухин, И. В. Замечательные качества углеродных нанотрубок / И. В. Золотухин, Ю. Е. Калинин // Природа. — 2004 .— N 5 .— с. 20-27
- Сидоров Л.Н., Макеев Ю.А. Химия фуллеренов. Там же, 2000, № 5, с. 21–25;
- Тамм, Н. Б. Исследования в области высших фуллеренов / Н. Б. Тамм, Л. Н. Сидоров, С. И. Троянов // Вестник Московского университета. Сер. 2. Химия. — 2009 .— Т. 50, N 6 .— С. 411-427
- Золотухин И.В. Углеродные нанотрубки. Сорос. образоват. журн., 1999, №3, с. 111–115.

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

- [chemistry-chemists.com](http://chemistry-chemists.com)
- [window.edu.ru](http://window.edu.ru)
- [nsportal.ru](http://nsportal.ru)
- [himgos.ru](http://himgos.ru)
- [BankReferatov.ru](http://BankReferatov.ru)

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

<i>Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий</i>	<i>Вид занятий</i>	<i>Наименование оборудования, программного обеспечения</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
<b>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа</b> Учебные аудитории №№ 208, 405 (Учебный корпус, по адресу: 450078, Республика Башкортостан, г. Уфа, Кировский р-н, ул. Мингажева, д. 100)	лекции	<b>Аудитория № 208</b> Учебная мебель, доска, Проектор Nec M361X(M361XG) LCD 3600Lm XGA (1024x768) 3000:1, экран ScreenMedia Economy-P 1:1 180x180см Matte White, аудиосистема, ноутбук Samsung

<p><b>Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций:</b> Учебная аудитория № 208 (Учебный корпус, по адресу: 450078, Республика Башкортостан, г. Уфа, Кировский р-н, ул. Мингажева, д. 100)</p>	<p>Групповые и индивидуальные консультации</p>	<p><b>Аудитория № 405</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, мультимедиа проектор Mitsubishi EX 320U, экран Dinon Electric L150*200 MW ПО 1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17.06.2013 г. Лицензии бессрочные 2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Лицензии бессрочные</p>
<p><b>Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа</b> Учебные аудитории №№ 208, 405 (Учебный корпус, по адресу: 450078, Республика Башкортостан, г. Уфа, Кировский р-н, ул. Мингажева, д. 100)</p>	<p>занятия семинарского типа</p>	<p><b>Аудитория № 208</b> Учебная мебель, доска, Проектор Nec M361X(M361XG) LCD 3600Lm XGA (1024x768) 3000:1, экран ScreenMedia Economy-P 1:1 180x180см Matte White, аудиосистема, ноутбук Samsung <b>Аудитория № 405</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, мультимедиа проектор Mitsubishi EX 320U, экран Dinon Electric L150*200 MW ПО 1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17.06.2013 г. Лицензии бессрочные 2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Лицензии бессрочные</p>
<p><b>Учебная аудитория для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации</b> Учебные аудитории 208, 405, Компьютерный класс №403 (Учебный корпус, по адресу: 450078, Республика Башкортостан, г. Уфа, Кировский р-н, ул. Мингажева, д. 100)</p>	<p>текущий контроль и промежуточная аттестация</p>	<p><b>Аудитория № 208</b> Учебная мебель, доска, Проектор Nec M361X(M361XG) LCD 3600Lm XGA (1024x768) 3000:1, экран ScreenMedia Economy-P 1:1 180x180см Matte White, аудиосистема, ноутбук Samsung <b>Аудитория № 405</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, мультимедиа проектор Mitsubishi EX 320U, экран Dinon Electric L150*200 MW ПО 1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17.06.2013 г. Лицензии бессрочные 2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Лицензии бессрочные <b>Аудитория № 403</b> Учебная мебель, доска, коммутатор HP V1410-24G, персональный компьютер в комплекте Lenovo ThinkCentre All-In-One - 12 шт. персональный компьютер Моноблок барелон ECS G11-21ENS6B 21.5 G870/2GDDR31333/320G SATA/DVD+RW -12 шт., сервер №2 Depo Storm1350Q1,</p>

		<p>коммутатор Hewlett Packard HP V1410-8 G</p> <p>Программное обеспечение:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Система дистанционного обучения БашГУ (СДО БашГУ) на базе Moodle.</li> <li>2. Пакет офисных приложений профессионального уровня Office Professional Plus 2013 Russian OLP NL Academic Edition № 0301100003613000104-1 от 17.06.2013 г.</li> <li>3. Серверная операционная система Windows Server Standard 2012 Russian OLP NL Academic Edition 2Proc № 0301100003613000104-1 от 17.06.2013 г.</li> <li>4. Операционная система для персонального компьютера Win SL &amp; Russian OLP NL Academic Edition Legalization Get Genuine № 0301100003613000104-1 от 17.06.2013 г.</li> <li>5. Обновление операционной системы для персонального компьютера Windows Professional 8 Russian Upgrade OLP NL Academic Edition № 0301100003613000104-1 от 17.06.2013 г.</li> <li>6. Desktop Education ALNG Lic SAPk OLVS E 1Y Academic Enterprise № 0301100003613000104-1 от 17.06.2013 г.</li> </ol>
<p><b>Помещения для самостоятельной работы:</b></p> <p>библиотека, аудитория № 201 (Учебный корпус, по адресу: 450078, Республика Башкортостан, г. Уфа, Кировский р-н, ул. Мингажева, д. 100)</p> <p>библиотека, аудитория № 201 Физмат корпус - учебное, по адресу: 450076, Республика Башкортостан, г. Уфа, Кировский р-н, ул. Заки Валиди, д. 32</p>	<p>Самостоятельная подготовка к практическим занятиям, коллоквиумам, контрольным работам</p>	<p><b>Аудитория № 201 (учебный корпус Мигажева, 100)</b> Pentium G2130/4Гб/500Гб/21,5"/Кл/мышь ПК в компл. Фермо Intel Intel Pentium G2130/4Гб/500Гб/21,5"/Кл/мышь ПО</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17.06.2013 г. Лицензии бессрочные</li> <li>2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Лицензии бессрочные</li> </ol> <p><b>Аудитория № 201 (физмат-корпус – учебное)</b> Pentium G2130/4Гб/500Гб/21,5"/Кл/мышь - 50 шт. ПК в компл. Фермо Intel. Фермо Intel Моноблок №1 Фермо AMD A8-5500 – 50 шт.</p>

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ИНЖЕНЕРНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**  
дисциплины «Углеродные наноматериалы» на VI семестр  
очная форма обучения

<b>Вид работы</b>	<b>Объем дисциплины</b>
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	3/108
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	
лекций	32
практических/ семинарских	-
лабораторных	28
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	0,7
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	47,3
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	

Форма контроля: зачет 6 семестр

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабора- торные работы, самостоятель- ная работа и трудоемкость (в часах)				Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоя- тельной работе студентов	Форма текущего контроля успевае- мости (коллоквиу- мы, контрольные работы, компьютер- ные тесты и т.п.)
		ЛК	Пр/ Сем	ЛР	СР			
1	2	4	5	6	7	8	9	10
1.	Введение в дисциплину. Методы изуче- ния атомной структуры, химической связи и морфологии структурных со- ставляющих наноматериалов. Особенно- сти химической связи углерода и много- образие форм углерода и соединений на его основе. Фуллерены, углеродные нанорубки, графен и другие формы на- ноуглерода.	2			5	1, ч. 1, с. 260-270 2, гл. 6, с. 171-188 3, гл. 5, с. 143-209 6, гл. 10, с. 215-252 9, гл. 8, с. 294-348	6, гл. 10, с.238, 253 7, с. 47, 49 9, гл. 8, с. 343- 354	Тест, КЛ
2.	Строение фуллереноподобных структур. Дифрактограмма фуллерена. Химиче- ская формула Фуллерена. Строения мо- лекулы фуллерена. Органическая и не- органическая химия фуллерена. образо- вание сложных фуллероидных сруктур. Свойства фуллеренов. Эндометаллофул- лерены. Фуллерит.	4		4	5	1, ч. 1, с. 286-299 2, гл. 10, с. 283-303 3, гл. 8, с. 242-261 6, гл. 12, с. 278-290 9, гл. 13, с. 495-530	6, гл. 12, с. 292- 293  Методические указания кафед- ры ТХ	Тест, КЛ
3.	Способы получения фуллеренов. Лазер- ное испарение углеродной подложки в потоке гелия. Термическое разложение графитового электрода омическим нагревом. Дуговой контактный разряд.	4		2	4,3	1, ч. 1, с. 277-286 6, гл. 11, с. 259-271 9, гл. 9, с. 355-381 8, гл. 11, с. 227	6, гл. 11, с. 271- 274 9, гл. 9, с. 376- 383 7, гл. 3, № 4.2,	Тест, КЛ

	Сжигание и пиролиз углерод содержащих соединений.						4.5, 4.13, 4.17	
4.	Углеродные нанотрубки. Строение углеродных нанотрубок. Индексы нанотрубок. Хиральность нанотрубок. Особенности их свойств в зависимости от угла сворачивания. Однослойность и многослойность нанотрубок. Интеркалированные нанотрубки.	4		4	6	1, ч. 2, с. 9-48, 202-264 3, гл. 10,11, с. 301-391; гл. 35, с. 983-1010 6, гл. 15, с. 318-358	6, гл. 15, с. 359-365 7, гл. 6, с. 112-120	Тест, КЛ
5.	Свойства углеродных наноматериалов. Прочностные свойства нанотрубок. Модуль Юнга. Предельное растяжение. Восстановительные способности нанотрубок. Капиллярные свойства нанотрубок. Электрические свойства нанотрубок. Магнитные свойства нанотрубок.	4		4	5	1, ч. 1, с. 11-56 3, гл.1, с. 9-38 9, гл. 1, с. 11-78 6, гл. 2, с. 66-82, гл. 3, с. 84-87, гл. 5, с. 139-141 8, гл. 2,3, с. 50-66	6, гл. 5, с. 114-125, гл. 7, с. 160-162 11, с. 31-40 8, гл. 1,2,3, с. 16-50, с. 80-85	Тест, КЛ
6.	Способы получения углеродных нанотрубок. Лазерной испарение графита. Термическое испарение графита. Синтез из углесодержащих газов. Пиролиз углеводородов. Механизм роста углеродных наноструктур. Самопроизвольное закрытие трубки. Катализаторы. Золь-гель метод.	4		6	7	1, ч. 1, с. 59-74 3, гл.2, с. 39-71, 99-100 6, гл. 9, с. 176-195, 205-208 9, гл. 3, с. 79-115		Тест, КЛ
7.	Углеродные нановолокна и нанокомпозиты. Способы получения, свойства и применение.	4		4	5	2, ч. 1, с. 117-145 3, гл. 9, с.264-300	3, с. 84 6, гл. 9, с. 197-205 7, с. 86-88	Тест, КЛ
8.	Наночастицы. Термодинамика, размерный фактор физических свойств, химическая активность, методы пассивации наночастиц.	4			5	1, ч. 1, с. 560-626 2, гл. 4, с. 140-145 9, гл. 7, с. 280-293	1, с. 543 3, гл. 9, с. 297-300	Тест, КЛ


9.	Применение углеродных наноматериалов в различных отраслях. Полимерные композиционные материалы. Конструкционные композиты на основе эпоксидных смол. Радиопоглощающие покрытия. Наномодифицированные материалы строительного назначения. Антидетонационные присадки. Адсорбенты водорода. Наномодифицированные мембраны.	2		4	5	1, ч. 1, с. 260-270 2, гл. 6, с. 171-188 3, гл. 5, с. 143-209 6, гл. 10, с. 215-252 9, гл. 8, с. 294-348	6, гл. 10, с.238, 253 7, с. 47, 49 9, гл. 8, с. 343-354 12, гл. 1, с. 7-21	Тест, КЛ
<b>Всего часов:</b>		32		28	47,3			


### Рейтинг-план дисциплины «Углеродные наноматериалы»

Направление Химия, физика, механика материалов  
курс III, семестр II

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
<b>Модуль 1 «Фуллерены и графен»</b>				
<b>Текущий контроль</b>	<b>10</b>		<b>0</b>	<b>16</b>
1. Тестовый контроль	7	1	0	7
2. Аудиторная работа	3	3	0	9
<b>Рубежный контроль</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>0</b>	<b>16</b>
Коллоквиум	16	16	0	16
<b>Модуль 2 «Углеродные нанотрубки»</b>				
<b>Текущий контроль</b>	<b>10</b>		<b>0</b>	<b>17</b>
1. Тестовый контроль	8	1	0	8
2. Аудиторная работа	3	3	0	9
<b>Рубежный контроль</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>0</b>	<b>17</b>
Коллоквиум	17	17	0	17
<b>Модуль 3 «Углеродные волокна и композиционные материалы»</b>				
<b>Текущий контроль</b>	<b>10</b>		<b>0</b>	<b>17</b>
1. Тестовый контроль	8	1	0	8
2. Аудиторная работа	3	3	0	9
<b>Рубежный контроль</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>0</b>	<b>17</b>
Коллоквиум	17	17	0	17
<b>Поощрительные баллы</b>				
1. Составление реферата	10		0	<b>10</b>
<b>Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)</b>				
1. Посещение лекционных занятий			<b>0</b>	<b>-6</b>
2. Посещение лабораторных занятий			<b>0</b>	<b>-10</b>

Утверждено на заседании кафедры технической химии и материаловедения  
Протокол № 27 от «11» июня 2018 г.

Зав. кафедрой  / Мухамедзянова А.А.

Преподаватели  / Мухамедзянова А.А.