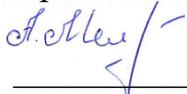


ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ИНЖЕНЕРНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ

Утверждено:  
на заседании кафедры  
протокол № 13 от « 21 » апреля 2020 г.  
Зав. кафедрой технической химии  
и материаловедения

Согласовано:  
Председатель УМК ИФ  
 /Мельникова А.Я.

 // Мухамедзянова А.А.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Дисциплина «Технология получения углеродных наноматериалов»

Вариативная часть Б1.В.ДВ.08.01

**Направление подготовки**

18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы  
в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

**Направленность (профиль) подготовки**

Рациональное использование материальных ресурсов  
в химической технологии природного сырья

**Квалификация**

бакалавр

**Формы обучения**

Очная, заочная

Разработчик  
зав. кафедрой ТХиМ, д.т.н., доцент

 / Мухамедзянова А.А.

Для приема: 2020  
Уфа - 2020 г.

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



Рабочая программа дисциплины утверждена 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

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

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на засе-  
дании кафедры технической химии и материаловедения протокол № от

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

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на засе-  
дании кафедры технической химии и материаловедения  
протокол № \_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_ г.

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

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на засе-  
дании 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	9
4.3. Рейтинг-план дисциплины	14
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	14
5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	14
5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины	15
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	15
Приложение 1	18
Приложение 2	21
Приложение 3	24

## 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	основы технологии получения углеродных наноматериалов, их важность для определения стратегии выполнения практически значимых задач	- способность осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции (ПК-1); - способность участвовать в совершенствовании технологических процессов с позиций энерго- и ресурсосбережения, минимизации воздействия на окружающую среду (ПК-2); - способность использовать нормативные документы по качеству, стандартизации и сертификации продуктов и изделий (ПК-4); - способность использовать элементы эколого-экономического анализа в создании энерго- и ресурсосберегающих технологий (ПК-8).	
	2. структуру и свойства углеродных наноматериалов, полученных из различного вида сырья и композиционных материалов на их основе		
	3. взаимосвязь структура – свойства углеродных наноматериалов		
	4. современное состояние научно-исследовательских работ в области химической технологии, эволюцию их развития и использования в практических целях 5. основные проблемы и задачи современной науки об углеродных наноматериалах и пути их решения 6. методы и технологии, применяемые при решении современных задач в технологии получения углеродных наноматериалов		
Умения	1. использовать полученные теоретические знания для решения конкретных задач		
	2. грамотно анализировать полученные результаты и вносить рекомендации по направлениям продолжения исследований		
	3. самостоятельно повышать свой уровень знаний. 4. использовать арсенал методов современной химии 5. разрабатывать и реализовать стратегию синтеза прекурсоров углеродных наноматериалов		
Владения (навыки /опыт деятельности)	1. арсеналом методов, применяемых в современной химической технологии 2. современными методами анализа 3. навыками составления планов, программ и проектов 4. теорией и навыками практической работы в области химической технологии 5. методами исследований в смежных областях химии		

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

Дисциплина «Технология получения углеродных наноматериалов» входит в вариативную часть профессионального цикла Основной образовательной программы подготовки бакалавра по направлению 18.03.02 - "Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии" профиль подготовки "Рациональное использование материальных ресурсов в химической технологии природного сырья" и является дисциплиной по выбору – Б1.В.ДВ.08.01. Дисциплина изучается на IV курсе во II семестре (очное отделение) и на V курсе (заочное отделение).

Целями освоения дисциплины «Технология получения углеродных наноматериалов» являются

- овладение теоретическими знаниями и получение практических навыков в области технологии получения углеродных наноматериалов для того, чтобы грамотно использовать полученные знания при создании разнообразных современных материалов.

- формирование комплекса базовых знаний и умений, позволяющих ориентироваться в терминологии и направлениях технологии получения углеродных наноматериалов как совокупности технологических методов, применяемых для изучения, проектирования и производства материалов, устройств и систем, включая целенаправленный контроль и управление строением, химическим составом и взаимодействием составляющих их отдельных элементов нанодиапазона.

Дисциплина «Технология получения углеродных наноматериалов» является теоретико-практической дисциплиной, базу для которой составляют математика, общая химическая технология и технология переработки возобновляемого сырья, физическая химия.

Задачи дисциплины состоят в ориентировании учащихся на использование конкретных практических приемов реализации технологии получения углеродных наноматериалов, в т.ч. – в научно-исследовательской деятельности:

– знакомство с историей становления технологии получения углеродных наноматериалов;

– аргументация интерпретации технологии получения углеродных наноматериалов как новой научно-практической парадигмы воздействия человека на природу (на основе анализа отечественных и зарубежных периодических изданий);

– обобщение теоретической базы технологии получения углеродных наноматериалов;

– овладение специфической терминологией, в т.ч. – закрепленной отечественными и зарубежными нормативными документами;

– знакомство с мировой практикой реализации технологии получения углеродных наноматериалов (от первичной нанотехнологической продукции до практических приложений), ознакомление с экологическими и токсикологическими аспектами реализации нанотехнологии;

– формирование представлений о возможных положительных результатах конкретной реализации технологии получения углеродных наноматериалов.

Она находится в логической взаимосвязи с другими частями ООП, прежде всего с дисциплинами базовой части профессионального цикла. При ее изучении используется приобретенная в результате освоения базовой части способность к обобщению научных результатов, работе с отечественными и зарубежными научными источниками, коммуникабельность при работе в коллективе. При освоении данной дисциплины активно используются знания о возможностях использования современных информационных технологий в образовании и науке, приобретенная способность квалифицированного владения всеми видами научного общения (уст-

ного и письменного). Дисциплина «Технология получения углеродных наноматериалов» находится в тесной взаимосвязи с модулями профессионального цикла ООП: «Общая химическая технология и технология переработки возобновляемого сырья», «Химическая технология переработки углеводородного сырья», «Ресурсосберегающие технологии в производстве и переработке синтетических полимеров».

В результате освоения дисциплины «Технология получения углеродных наноматериалов» формируются профессиональные компетенции:

- способность осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции (ПК-1);
- способность участвовать в совершенствовании технологических процессов с позиций энерго- и ресурсосбережения, минимизации воздействия на окружающую среду (ПК-2);
- способность использовать нормативные документы по качеству, стандартизации и сертификации продуктов и изделий (ПК-4);
- способность использовать элементы эколого-экономического анализа в создании энерго- и ресурсосберегающих технологий (ПК-8).

**В результате освоения данной дисциплины обучающийся должен знать**

- химические основы технологии получения углеродных наноматериалов;
- свойства углеродных наноматериалов, методы и методики анализа структуры 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 наноматериалов;
- использовать современные достижения материаловедения и физические принципы работы современных технических устройств, используемых при выполнении профессиональных функций;
- использовать синтетические и приборно-аналитические навыки, позволяющие работать в области технологии получения углеродных наноматериалов;
- использовать общие представления о структуре химико-технологических систем и типовых химико-технологических процессах и производствах в области химии и технологии получения углеродных наноматериалов для анализа взаимодействия технологий и окружающей среды

**должен владеть**

- профессионально профилированными знаниями и практическими навыками в области общей, неорганической, органической химии, химии ВМС; современными методами анализа.
- способами хранения и обработки научных результатов.
- практическими навыками 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

### 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

**ПК-1 - способность осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции**

Этап, уровень освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения		Процедуры оценивания
		Не зачтено	Зачтено	
Первый этап Пороговый уровень	Знать: особенности и принципы осуществления технологического процесса в соответствии с регламентом	В целом знает особенности и принципы осуществления технологического процесса в соответствии с регламентом, но допускает значительные ошибки	Знает особенности и принципы осуществления технологического процесса в соответствии с регламентом	самостоятельные работы, контрольная работа, коллоквиумы
Второй этап Базовый уровень	Уметь: использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции	Умеет использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции, но допускает значительные ошибки	Умеет использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции с незначительными замечаниями	самостоятельные работы, контрольная работа, коллоквиумы, лабораторные работы
Третий этап Повышенный уровень	Владеть навыками использования технических средств для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции	Владет навыками использования технических средств для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции, но допускает значительные ошибки	Уверенно использует навыки использования технических средств для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции, но испытывает небольшие трудности	самостоятельные работы, контрольная работа, коллоквиумы, лабораторные работы

**ПК-2 - способность участвовать в совершенствовании технологических процессов с позиций энерго- и ресурсосбережения, минимизации воздействия на окружающую среду**

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения		Процедуры оценивания
		Не зачтено	Зачтено	
Первый этап Пороговый уровень	Знать: методы совершенствования технологических процессов в позиции энерго- и ресурсосбережения, методы минимизации воздействия на окружающую среду, процессы биологической очистки сточных вод; биологической очистки и дезодорации газозвудушных выбросов; переработки органических отходов; биологического удаления тяжелых металлов и радионуклидов; биоповреждений и биокоррозии; мониторинга окружающей среды, биотестирования; использования растений и водорослей для очистки загрязненных вод и почв	В целом знает методы совершенствования технологических процессов в позиции энерго- и ресурсосбережения, методы минимизации воздействия на окружающую среду, процессы биологической очистки сточных вод; биологической очистки и дезодорации газозвудушных выбросов; переработки органических отходов; биологического удаления тяжелых металлов и радионуклидов; биоповреждений и биокоррозии; мониторинга окружающей среды, биотестирования; использования растений и водорослей для очистки загрязненных вод и почв, но допускает значительные ошибки	Знает методы совершенствования технологических процессов в позиции энерго- и ресурсосбережения, методы минимизации воздействия на окружающую среду, процессы биологической очистки сточных вод; биологической очистки и дезодорации газозвудушных выбросов; переработки органических отходов; биологического удаления тяжелых металлов и радионуклидов; биоповреждений и биокоррозии; мониторинга окружающей среды, биотестирования; использования растений и водорослей для очистки загрязненных вод и почв, но допускает незначительные ошибки	устный опрос контрольные работы
Второй этап Базовый уро-	Уметь: участвовать в совершенствовании технологических процессов в позиции энерго- и	Умеет участвовать в совершенствовании технологических процессов в позиции энерго- и ре-	Умеет участвовать в совершенствовании технологических процессов в позиции энерго- и ре-	устный опрос контрольные работы

<b>вень</b>	ресурсосбережения, минимизации воздействия на окружающую среду, перерабатывать органические отходы с помощью микроорганизмов	сурсосбережения, минимизации воздействия на окружающую среду, перерабатывать органические отходы с помощью микроорганизмов, но допускает значительные ошибки	сурсосбережения, минимизации воздействия на окружающую среду, перерабатывать органические отходы с помощью микроорганизмов, но допускает незначительные ошибки	
<b>Третий этап</b> <b>Повышенный уровень</b>	Владеть навыками участвовать в совершенствовании технологических процессов в позиции энерго- и ресурсосбережения, минимизации воздействия на окружающую среду, навыками очистки сточных вод, переработки органических отходов с получением биомассы микроорганизмов, пищевых продуктов и химических веществ	Владеет навыками участвовать в совершенствовании технологических процессов в позиции энерго- и ресурсосбережения, минимизации воздействия на окружающую среду, навыками очистки сточных вод, переработки органических отходов с получением биомассы микроорганизмов, пищевых продуктов и химических веществ, но допускает значительные ошибки	Владеет навыками участвовать в совершенствовании технологических процессов в позиции энерго- и ресурсосбережения, минимизации воздействия на окружающую среду, навыками очистки сточных вод, переработки органических отходов с получением биомассы микроорганизмов, пищевых продуктов и химических веществ, но допускает незначительные ошибки	устный опрос контрольные работы

**ПК-4 - способность использовать нормативные документы по качеству, стандартизации и сертификации продуктов и изделий**

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> <b>Пороговый уровень</b>	Знать: типовые основы использования нормативных документов по качеству, стандартизации и сертификации продуктов и изделий, элементы экономического анализа и практической деятельности, принципы творческого подхода использования нормативных документов по качеству, стандартизации и сертификации продуктов и изделий, элементы экономического анализа и практической деятельности	В целом знает типовые основы использования нормативных документов по качеству, стандартизации и сертификации продуктов и изделий, элементы экономического анализа и практической деятельности, принципы творческого подхода использования нормативных документов по качеству, стандартизации и сертификации продуктов и изделий, элементы экономического анализа и практической деятельности, но допускает значительные ошибки	Знает типовые основы использования нормативных документов по качеству, стандартизации и сертификации продуктов и изделий, элементы экономического анализа и практической деятельности, принципы творческого подхода использования нормативных документов по качеству, стандартизации и сертификации продуктов и изделий, элементы экономического анализа и практической деятельности, но допускает незначительные ошибки	устный опрос контрольные работы
<b>Второй этап</b> <b>Базовый уровень</b>	Уметь: применять типовые основы к использованию нормативных документов по качеству, стандартизации и сертификации продуктов и изделий, элементы экономического анализа и практической деятельности, творческий подход к использованию нормативных документов по качеству, стандартизации и сертификации продуктов и изделий, элементы экономического анализа и практической деятельности.	Умеет применять типовые основы к использованию нормативных документов по качеству, стандартизации и сертификации продуктов и изделий, элементы экономического анализа и практической деятельности, творческий подход к использованию нормативных документов по качеству, стандартизации и сертификации продуктов и изделий, элементы экономического анализа и практической деятельности., но допускает значительные ошибки	Умеет применять типовые основы к использованию нормативных документов по качеству, стандартизации и сертификации продуктов и изделий, элементы экономического анализа и практической деятельности, творческий подход к использованию нормативных документов по качеству, стандартизации и сертификации продуктов и изделий, элементы экономического анализа и практической деятельности., но допускает незначительные ошибки	устный опрос контрольные работы
<b>Третий этап</b> <b>Повышенный уровень</b>	Владеть базовыми основами использования нормативных документов по качеству, стандартизации и сертификации продуктов и изделий, элементами экономического анализа и практической деятельности	Владеет базовыми основами использования нормативных документов по качеству, стандартизации и сертификации продуктов и изделий, элементами экономического анализа и практической деятельности, но допускает значительные ошибки	Владеет базовыми основами использования нормативных документов по качеству, стандартизации и сертификации продуктов и изделий, элементами экономического анализа и практической деятельности, но допускает незначительные ошибки	устный опрос контрольные работы

**ПК-8 - способность использовать элементы эколого-экономического анализа в создании энерго- и ресурсосберегающих технологий**

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: необходимые технические требования при	В целом знает необходимые технические требования при создании ресур-	Знает необходимые технические требования при создании ресур-	устный опрос контрольные

<b>Пороговый уровень</b>	создании ресурсосберегающих технологий переработки вторичного сырья Иметь представление о методах и технологиях, применяемых при решении современных задач при создании ресурсосберегающих технологий переработки вторичного сырья	собирающих технологий переработки вторичного сырья, имеет представление о методах и технологиях, применяемых при решении современных задач при создании ресурсосберегающих технологий переработки вторичного сырья, но допускает значительные ошибки	собирающих технологий переработки вторичного сырья, имеет представление о методах и технологиях, применяемых при решении современных задач при создании ресурсосберегающих технологий переработки вторичного сырья, но допускает незначительные ошибки	работы
<b>Второй этап</b> <b>Базовый уровень</b>	Уметь использовать арсенал методов для определения эффективности создания безотходных технологий переработки вторичного сырья	Умеет использовать арсенал методов для определения эффективности создания безотходных технологий переработки вторичного сырья, но допускает значительные ошибки	Умеет использовать арсенал методов для определения эффективности создания безотходных технологий переработки вторичного сырья, но допускает незначительные ошибки	устный опрос контрольные работы
<b>Третий этап</b> <b>Повышенный уровень</b>	Владеть теорией и навыками практической работы в области создания новых технологий	Владеет теорией и навыками практической работы в области создания новых технологий, но допускает значительные ошибки	Владеет теорией и навыками практической работы в области создания новых технологий, но допускает незначительные ошибки	устный опрос 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
<b>1-й этап</b>  <b>Знания</b>	Знать: особенности и принципы осуществления технологического процесса в соответствии с регламентом	ПК-1	КР, КЛ, тесты, реферат
	Знать: методы совершенствования технологических процессов в позиции энерго- и ресурсосбережения, методы минимизации воздействия на окружающую среду, процессы биологической очистки сточных вод; биологической очистки и дезодорации газовоздушных выбросов; переработки органических отходов; биологического удаления тяжелых металлов и радионуклидов; биоповреждений и биокоррозии; мониторинга окружающей среды, биотестирования; использования растений и водорослей для очистки загрязненных вод и почв	ПК-2	КР, КЛ, тесты, реферат
	Знать: типовые основы использования нормативных документов по качеству, стандартизации и сертификации продуктов и изделий, элементы экономического анализа и практической деятельности, принципы творческого подхода использования нормативных документов по качеству, стандартизации и сертификации продуктов и изделий, элементы экономического анализа и практической деятельности	ПК-4	КР, КЛ, тесты, реферат
	Знать: необходимые технические требования при создании ресурсосберегающих технологий переработки вторичного сырья Иметь представление о методах и технологиях, применяемых при решении современных задач при создании ресурсосберегающих технологий переработки вторичного сырья	ПК-8	КР, КЛ, тесты, реферат
<b>2-й этап</b>  <b>Умения</b>	Уметь: использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции	ПК-1	КР, КЛ, тесты, реферат
	Уметь: участвовать в совершенствовании технологических процессов в позиции энерго- и ресурсосбережения, минимизации воздействия на окружающую среду, перерабатывать органические отходы с помощью микроорганизмов	ПК-2	КР, КЛ, тесты, реферат

	Уметь: применять типовые основы к использованию нормативных документов по качеству, стандартизации и сертификации продуктов и изделий, элементы экономического анализа и практической деятельности, творческий подход к использованию нормативных документов по качеству, стандартизации и сертификации продуктов и изделий, элементы экономического анализа и практической деятельности.	ПК-4	КР, КЛ, тесты, реферат
	Уметь использовать арсенал методов для определения эффективности создания безотходных технологий переработки вторичного сырья	ПК-8	КР, КЛ, тесты, реферат
3-й этап  Владеть навыками	Владеть навыками использования технических средств для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции	ПК-1	КР, КЛ, тесты, реферат
	Владеть навыками участвовать в совершенствовании технологических процессов в позиции энерго- и ресурсосбережения, минимизации воздействия на окружающую среду, навыками очистки сточных вод, переработки органических отходов с получением биомассы микроорганизмов, пищевых продуктов и химических веществ	ПК-2	КР, КЛ, тесты, реферат
	Владеть базовыми основами использования нормативных документов по качеству, стандартизации и сертификации продуктов и изделий, элементами экономического анализа и практической деятельности	ПК-4	КР, КЛ, тесты, реферат
	Владеть теорией и навыками практической работы в области создания новых технологий	ПК-8	КР, КЛ, тесты, реферат

### 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.

#### **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 допол-

нительные 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.

### **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.

### **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.

### **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.

#### **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 практи-

ческих 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 3.

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

#### **Дополнительная литература**

6. Золотухин, И. В. Замечательные качества углеродных нанотрубок / И. В. Золотухин, Ю. Е. Калинин // Природа. - 2004 .- № 5 .- С. 20-27
7. Сидоров Л.Н., Макеев Ю.А. Химия фуллеренов. Там же, 2000, № 5, с. 21–25;
8. 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
9. 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

1. [chemistry-chemists.com](http://chemistry-chemists.com)
2. [window.edu.ru](http://window.edu.ru)
3. [nsportal.ru](http://nsportal.ru)
4. [himgos.ru](http://himgos.ru)
5. [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> Учебная аудитория № 208(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 NecM361X(M361XG) LCD 3600LmXGA(1024x768) 3000:1, экран ScreenMedia Economy-P 1:1 180x180см Matte White, аудиосистема, ноутбук Samsung ПО
<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)	групповые и индивидуальные консультации	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>Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа</b> Учебные аудитории №№504, 505 (Учебный корпус, по адресу: 450078, Республика Башкортостан, г. Уфа, Кировский р-н, ул. Мингажева, д. 100)	семинарские занятия, лабораторные работы	<b>Аудитория № 504.</b> Лабораторная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, Шкаф вытяжной химический, весы ВК-600, колбонагреватель ПЭ-4120М, озонатор ГЛ-5К, сушильный шкаф, лабораторная посуда, лабораторные штативы <b>Аудитория № 505.</b> Лабораторная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, шкаф вытяжной химический, аквадистиллятор, установки для перегонки и кристаллизации, прибор для электролиза, лабораторные регуляторы напряжения колбонагреватели ПЭ-4120, магнитная мешалка ES-6120, 14, поляриметр портативный П-161 М, рефрактометр ИРФ-470 (1,3-1,52), ультратермостат MLW, инв. № 000001101042459 устройство для сушки посуды ПЭ-

		2000, лабораторная посуда, лабораторные штативы
<p><b>Учебная аудитория для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации</b> Компьютерный класс №403 (Учебный корпус, по адресу: 450078, Республика Башкортостан, г. Уфа, Кировский р-н, ул. Мингажева, д. 100)</p>	текущий контроль и промежуточная аттестация	<p><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 барэбон ECS G11-21ENS6B 21.5 G870/2GDDR31333/320G SATA/DVD+RW -12 шт., сервер №2 Depo Storm1350Q1, коммутатор Hewlett Packard HP V1410-8 G Программное обеспечение: 1. Система дистанционного обучения БашГУ (СДО БашГУ) на базе Moodle. 2. Пакет офисных приложений профессионального уровня OfficeProfessionalPlus 2013 RussianOLPNLAcademicEdition № 030110003613000104-1 от 17.06.2013 г. 3. Серверная операционная система Windows Server Standard 2012 Russian OLP NL AcademicEdition 2Proc № 0301100003613000104-1 от 17.06.2013 г. 4. Операционная система для персонального компьютера Win SL &amp; Russian OLP NL AcademicEdition Legalization GetGenuine № 0301100003613000104-1 от 17.06.2013 г. 5. Обновление операционной системы для персонального компьютера WindowsProfessional 8 RussianUpgradeOLPNLAcademicEdition № 0301100003613000104-1 от 17.06.2013 г. 6. Desktop Education ALNG LicSAPk OLVS E 1Y Academic Enterprise № 0301100003613000104-1 от 17.06.2013 г.</p>
<p><b>Помещения для самостоятельной работы:</b> библиотека, аудитория № 201 (Учебный корпус, по адресу: 450078, Республика Башкортостан, г. Уфа, Кировский р-н, ул. Мингажева, д. 100) библиотека, аудитория № 201 Физмат корпус - учебное, по адресу: 450076, Республика Башкортостан, г. Уфа, Кировский р-н, ул. Заки Валиди, д. 32</p>	самостоятельная подготовка к практическим занятиям, коллоквиумам, контрольным работам	<p><b>Аудитория № 201</b> <b>(учебный корпус Мингажева, 100)</b> PentiumG2130/4Гб/500Гб/21,5"/Кл/мышь ПК в компл. Фермо Intel Intel PentiumG2130/4Гб/500Гб/21,5"/Кл/мышь 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 № 201</b> <b>(физмат-корпус – учебное)</b> PentiumG2130/4Гб/500Гб/21,5"/Кл/мышь</p>

		шь -50 шт. ПК в компл. Фермо Intel. Фермо Intel Моноблок №1 Фермо AMD A8-5500 – 50 шт.
--	--	---

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ИНЖЕНЕРНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**  
дисциплины «Технология получения углеродных наноматериалов»  
VIII 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	12
практических/ семинарских	-
лабораторных	24
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	0,2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	71,8
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	

Форма контроля: зачет 8 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- образии форм углерода и соединений на его основе. Фуллерены, углеродные на- норубки, графен и другие формы нано- углерода.	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	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 структур. Свойства фуллеренов. Эндометаллофул- лерены. Фуллерит.	2		4	12	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 на- гревом. Дуговой контактный разряд.	2		4	12	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.	2		4	12	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.	1		2	12	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 углеродсодержащих газов. Пиролиз углеводородов. Механизм роста углеродных наноструктур. Самопроизвольное закрытие трубки. Катализаторы. Золь-гель метод.	1		2	5	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.	2		4	6,8	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
	<b>Всего часов:</b>	12		24	71,8			

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ИНЖЕНЕРНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**  
дисциплины «Технология получения углеродных наноматериалов»  
V курс заочная 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	4
практических/ семинарских	-
лабораторных	8
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	0,2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	91,8
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	4

Форма контроля: зачет 5 курс

№ 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 на- норубки, графен и другие формы нано- углерода.				10	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 структур. Свойства фуллеренов. Эндометаллофул- лерены. Фуллерит.	1		2	10	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 на- гревом. Дуговой контактный разряд.	1		2	15	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.	1		2	15	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.				15	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 углеродсодержащих газов. Пиролиз углеводородов. Механизм роста углеродных наноструктур. Самопроизвольное закрытие трубки. Катализаторы. Золь-гель метод.	1		2	15	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.				11,8	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
	<b>Всего часов:</b>	4		8	91,8			

**Рейтинг-план дисциплины «Технология получения углеродных наноматериалов»**

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
<b>Модуль 1 «Технология получения фуллеренов и графена»</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 «Технология получения углеродных нанотрубок»</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 «Технология получения углеродных нановолокон»</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>