


ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ИНЖЕНЕРНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ

Утверждено:
на заседании кафедры
протокол № 9 от 21 февраля 2022 г.
Зав. кафедрой технической химии
и материаловедения

 / Мухамедзянова А.А.

Согласовано:
Председатель УМК ИФ
 Баннова А.В.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Технологии получения углеродных материалов»

Часть, формируемая участниками образовательных отношений
Б1.В.ДВ.04.01

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: 2022
Уфа - 2022 г.

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



Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры ТХМ
протокол № 9 от 21 февраля 2022 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 заседании кафедры технической химии и материаловедения протокол № от

Заведующий кафедрой ТХиМ _____ / Мухамедзянова А.А.

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании 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 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	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
1	2	3
Знания	<ol style="list-style-type: none"> 1. основы технологии получения углеродных наноматериалов, их важность для определения стратегии выполнения практически значимых задач 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 	<p>- способность осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции, участвовать в совершенствовании технологических процессов с позиций энерго- и ресурсосбережения, минимизации воздействия на окружающую среду (ПК-4);</p> <p>- готовность обосновывать конкретные технические решения при разработке технологических процессов; выбирать технические средства и технологии, направленные на минимизацию антропогенного воздействия на окружающую среду (ПК-5).</p>
Умения	<ol style="list-style-type: none"> 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)	<ol style="list-style-type: none"> 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 «Технологии получения углеродных материалов» входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений, 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.04.01. Дисциплина изучается на IV курсе во II семестре (очное отделение) и на V курсе (заочное отделение).

Целями освоения дисциплины «Технологии получения углеродных материалов» являются:

- овладение теоретическими знаниями и получение практических навыков в области технологии получения углеродных материалов 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 материалов 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 «Технологии получения углеродных материалов» 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 материалов, в т.ч. – в научно-исследовательской деятельности:

– знакомство с историей становления технологии получения углеродных материалов;

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

– обобщение теоретической базы технологии получения углеродных материалов;

– 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 материалов.

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 «Технологии получения углеродных материалов» 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 «Технологии получения углеродных материалов» 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, участвовать в совершенствовании технологических процессов с позиций энерго- и ресурсосбережения, минимизации воздействия на окружающую среду (ПК-4);

- готовность обосновывать конкретные технические решения при разработке технологических процессов; выбирать технические средства и технологии, направленные на минимизацию антропогенного воздействия на окружающую среду (ПК-5).

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-4 - способность осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции, 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	Знать: особенности и принципы осуществления технологического процесса в соответствии с регламентом, 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	В целом знает особенности и принципы осуществления технологического процесса в соответствии с регламентом, 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	Знает особенности и принципы осуществления технологического процесса в соответствии с регламентом, методы совершенствования технологических процессов в позиции энерго- и ресурсосбережения, методы минимизации воздействия на окружающую среду, процессы биологической очистки сточных вод; биологической очистки и дезодорации газо-	самостоятельные работы, контрольная работа, коллоквиумы

	радионуклидов; биоповреждений и биокоррозии; мониторинга окружающей среды, биотестирования; использования растений и водорослей для очистки загрязненных вод и почв.	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.	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.	
Второй этап	Уметь: использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции; участвовать в совершенствовании технологических процессов в позиции энерго- и ресурсосбережения, минимизации воздействия на окружающую среду, перерабатывать органические отходы с помощью микроорганизмов.	Умеет использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции; участвовать в совершенствовании технологических процессов в позиции энерго- и ресурсосбережения, минимизации воздействия на окружающую среду, перерабатывать органические отходы с помощью микроорганизмов, но допускает значительные ошибки.	Умеет использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции; участвовать в совершенствовании технологических процессов в позиции энерго- и ресурсосбережения, минимизации воздействия на окружающую среду, перерабатывать органические отходы с помощью микроорганизмов, но допускает незначительные ошибки.	самостоятельные работы, контрольная работа, коллоквиумы, лабораторные работы
Третий этап	Владеть навыками использования технических средств для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции; навыками участвовать	Владеет навыками использования технических средств для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции, участвовать в	Уверенно использует навыки использования технических средств для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья	самостоятельные работы, контрольная работа, коллоквиумы, лабораторные

	<p>в совершенствовании технологических процессов в позиции энергосбережения, минимизации воздействия на окружающую среду, навыками очистки сточных вод, переработки органических отходов с получением биомассы микроорганизмов, пищевых продуктов и химических веществ</p>	<p>совершенствовании технологических процессов в позиции энергосбережения, 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</p>	<p>и продукции, участия в совершенствовании технологических процессов в позиции энергосбережения, 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</p>	<p>работы</p>
--	--	--	---	---------------

ПК-5 - готовность обосновывать конкретные технические решения при разработке технологических процессов; выбирать технические средства и технологии, направленные на минимизацию антропогенного 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	<p>Знать: -основные мероприятия по улучшению экологической ситуации в предприятии, в регионе; - основные принципы рационального использования природных ресурсов и защиты окружающей среды</p>	<p>Не знает основных принципов рационального использования природных ресурсов и защиты окружающей среды.</p>	<p>Знает основные принципы рационального использования природных ресурсов и защиты окружающей среды и мероприятий по улучшению экологической ситуации в предприятии, в регионе.</p>	<p>самостоятельные работы, контрольная работа, коллоквиумы</p>

Второй этап	Уметь: разбирать технические решения при разработке технологических процессов; выбирать технические средства и технологии, направленные на минимизацию антропогенного воздействия на окружающую среду	Не умеет выбирать технические средства и технологии, направленные на минимизацию антропогенного воздействия на окружающую среду	Умеет выбирать технические средства и технологии, направленные на минимизацию антропогенного воздействия на окружающую среду	самостоятельные работы, контрольная работа, коллоквиумы, лабораторные работы
Третий этап	Владеть навыками выбирать технические решения, технические средства и технологии исходя из принципов рационального использования природных ресурсов и защиты окружающей среды	Не владеет навыками выбирать технические решения, технические средства и технологии исходя из принципов рационального использования природных ресурсов и защиты окружающей среды	Владеет навыками выбирать технические решения, технические средства и технологии исходя из принципов рационального использования природных ресурсов и защиты окружающей среды	самостоятельные работы, контрольная работа, коллоквиумы, лабораторные 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: особенности и принципы осуществления технологического процесса в соответствии с регламентом; методы совершенствования технологических процессов в позиции энерго- и ресурсосбережения, методы минимизации воздействия на окружающую среду, процессы биологической очистки сточных вод; биологической очистки и дезодорации газоз-воздушных 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-4	КР, КЛ, тесты, реферат
	Знать: -основные мероприятия по улучшению экологической ситуации в предприятии, в регионе; основные принципы рационального использования природных ресурсов и защиты окружающей среды	ПК-5	КР, КЛ, тесты, реферат
2-й этап Умения	Уметь: использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции; участвовать в совершенствовании технологических процессов в позиции энерго- и ресурсосбережения, минимизации воздействия на	ПК-4	КР, КЛ, тесты, реферат

	о́кружающую среду, перерабатывать органические отходы с помощью микроорганизмов		
	Уметь: разбирать технические решения при разработке технологических процессов; выбирать технические средства и технологии, направленные на минимизацию антропогенного воздействия на окружающую среду	ПК-5	КР, КЛ, тесты, реферат
3-й этап Владеть навыками	Владеть навыками использования технических средств для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции; участия 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-4	КР, КЛ, тесты, реферат
	Владеть навыками выбирать технические решения, технические средства и технологии исходя из принципов рационального использования природных ресурсов и защиты окружающей среды	ПК-5	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 практи-

ческих 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 «Технологии получения углеродных материалов»

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.

Вопросы для коллоквиума № 1 по дисциплине «Технологии получения углеродных материалов»

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 «Технологии получения углеродных материалов»

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.

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 «Технологии получения углеродных материалов»

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 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
2. window.edu.ru
3. nsportal.ru
4. himgos.ru
5. 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>
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа Учебная аудитория № 208(Учебный корпус, по адресу: 450078, Республика Башкортостан, г. Уфа, Кировский р-н, ул. Мингажева, д. 100)	лекции	Аудитория № 208 Учебная мебель, доска, Проектор NecM361X(M361XG) LCD 3600LmXGA(1024x768) 3000:1, экран ScreenMedia Economy-P 1:1 180x180см Matte White, аудиосистема, ноутбук Samsung ПО
Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций: 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
Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа Учебные аудитории №№504, 505 (Учебный корпус, по адресу: 450078, Республика Башкортостан, г. Уфа, Кировский р-н, ул. Мингажева, д. 100)	семинарские занятия, лабораторные работы	Аудитория № 504. Лабораторная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, Шкаф вытяжной химический, весы ВК-600, колбонагреватель ПЭ-4120М, озонатор ТЛ-5К, сушильный шкаф, лабораторная посуда, лабораторные штативы Аудитория № 505. Лабораторная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, шкаф вытяжной химический, аквадистиллятор, установки для перегонки и кристаллизации, прибор для электролиза,

		<p>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</p> <p>устройство для сушки посуды ПЭ-2000, лабораторная посуда, лабораторные штативы</p>
<p>Учебная аудитория для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации 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>Аудитория № 403 Учебная мебель, доска, коммутатор HP V1410-24G, персональный компьютер в комплекте Lenovo ThinkCentre All-In-One - 12 шт. персональный компьютер Моноблок баребон ECS G11-21ENS6B 21.5 G870/2GDDR31333/320G SATA/DVD+RW -12 шт., сервер №2 Depo Storm1350Q1, коммутатор Hewlett Packard HP V1410-8 G</p> <p>Программное обеспечение:</p> <ol style="list-style-type: none"> 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 & 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 OLV5 E 1Y Academic Enterprise № 0301100003613000104-1 от 17.06.2013 г.

<p>Помещения для самостоятельной работы: 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>	<p>самостоятельная подготовка к практическим занятиям, коллоквиумам, контрольным работам</p>	<p>Аудитория № 201 (учебный корпус Мигажева, 100) 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 Аудитория № 201 (физмат-корпус – учебное) PentiumG2130/4Гб/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 «Технологии получения углеродных материалов»
VIII семестр **очная** форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	4/144
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	
лекций	24
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)	95,8
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.	4		4	12	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 фуллероидныхструктур. Свойства фуллеренов. Эндометаллофул- лерены. Фуллерит.	4		4	14	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.	4		4	14	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	14	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.	2		2	14	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.	2		2	14	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	13,8	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
	Всего часов:	24		24	95,8			

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ИНЖЕНЕРНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ
дисциплины «Технологии получения углеродных материалов»
V курс заочная форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	4/144
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	
лекций	12
практических/ семинарских	-
лабораторных	12
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	0,2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	115,8
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- образии форм углерода и соединений на его основе. Фуллерены, углеродные на- норубки, графен и другие формы нано- углерода.	2			12	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 фуллероидныхструктур. Свойства фуллеренов. Эндометаллофул- лерены. Фуллерит.	2		3	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		3	18	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		3	19	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			19	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.	2		3	19	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.	1			16,8	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
	Всего часов:	12		12	115,8			

Рейтинг-план дисциплины «Технологии получения углеродных материалов»

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
Модуль 1 «Технология получения фуллеренов и графена»				
Текущий контроль	10		0	16
1. Тестовый контроль	7	1	0	7
2. Аудиторная работа	3	3	0	9
Рубежный контроль	16	16	0	16
Коллоквиум	16	16	0	16
Модуль 2 «Технология получения углеродных нанотрубок»				
Текущий контроль	10		0	17
1. Тестовый контроль	8	1	0	8
2. Аудиторная работа	3	3	0	9
Рубежный контроль	17	17	0	17
Коллоквиум	17	17	0	17
Модуль 3 «Технология получения углеродных нановолокон»				
Текущий контроль	10		0	17
1. Тестовый контроль	8	1	0	8
2. Аудиторная работа	3	3	0	9
Рубежный контроль	17	17	0	17
Коллоквиум	17	17	0	17
Поощрительные баллы				
1. Составление реферата	10		0	10
Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)				
1. Посещение лекционных занятий			0	-6
2. Посещение лабораторных занятий			0	-10