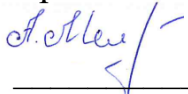


ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ИНЖЕНЕРНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ

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**

Дисциплина «Углеродные волокна и композиционные материалы на их основе»

Вариативная часть Б1.В.ДВ.08.02

**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 ТХиМ  
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 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)	6
4. Фонд оценочных средств по дисциплине	6
4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания	6
4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	8
4.3. Рейтинг-план дисциплины	16
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	16
5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	16
5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины	16
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	17
Приложение 1	19
Приложение 2	22
Приложение 3	25

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

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

Дисциплина «Углеродные волокна и композиционные материалы на их основе» 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.08.02. Дисциплина изучается на IV курсе во II семестре (очное отделение) и на V курсе (заочное отделение).

Целями освоения дисциплины «Углеродные волокна и композиционные материалы на их основе» являются овладение теоретическими знаниями и получение практических навыков в области технологии получения углеродных волокон и материалов на их основе для того, чтобы грамотно использовать полученные знания при создании разнообразных современных материалов.

Дисциплина «Углеродные волокна и композиционные материалы на их основе» 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 (устного и письменного). Дисциплина «Углеродные волокна и композиционные материалы на их основе» 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 и технологии получения углеродных волокон на основе полиакрилонитрила (ПАН), пеков и газовой фазы;
- свойства углеродных волокон, методы и методики определения свойств углеродных волокон и сырья для их получения;
- композиционные материалы на основе углеродных волокон и их применение в различных отраслях промышленности;
- рынок углеродных волокон, экономические аспекты производства углеродных волокон.

**должен уметь:**

- самостоятельно повышать свой уровень знаний в области химии и технологии получения углеродных волокон и материалов на их основе;
- 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 волокон и материалов на их основе;
- использовать общие представления о структуре химико-технологических систем и типовых химико-технологических процессах и производствах в области химии и технологии получения углеродных волокон и материалов на их основе 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.

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

Содержание рабочей программы представлено в Приложениях № 1, 2

#### 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



	творческий подход к использованию нормативных документов по качеству, стандартизации и сертификации продуктов и изделий, элементы экономического анализа и практической деятельности.	ский подход к использованию нормативных документов по качеству, стандартизации и сертификации продуктов и изделий, элементы экономического анализа и практической деятельности., но допускает значительные ошибки	ский подход к использованию нормативных документов по качеству, стандартизации и сертификации продуктов и изделий, элементы экономического анализа и практической деятельности., но допускает незначительные ошибки	
<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> <b>Пороговый уровень</b>	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	В целом знает необходимые технические требования при создании ресурсосберегающих 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	Знает необходимые технические требования при создании ресурсосберегающих 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	устный опрос контрольные 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>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; биоовреждений 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
2-й этап  Умения	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

#### 4.2.1. Темы семинарских занятий:

1. Углеродные волокна на основе ПАН.
2. Углеродные волокна на основе нефтяных пеков.
3. Методы анализа свойств волокон.
4. Применение углеродных волокон и композитов на их основе.
5. Композиционные материалы и способы их получения.
6. Экономические и экологические аспекты производства углеродных волокон.

#### **4.2.2 Темы лабораторных работ:**

##### **1. Формование волокон из раствора**

Приготовление раствора (реактивы: полимер, растворитель (заливает преподаватель), оборудование: весы, круглодонная колба на 50 мл, жидкостной термостат, штатив, лапка.

Изучение процесса осаждения полимера (осадитель, стакан на 200 мл, шприц стеклянный на 5 мл).

Определение концентрации полимера в растворе (стекла предметные широкие, весы, стакан 1 литр, стаканы 100 мл).

Определение характеристической вязкости и молекулярной массы (вискозиметр Уобеллоде).

##### **2. Получение и определение физико-химических свойств углеродных волокон**

Определение линейной и объемной плотности окисленного и углеродного волокна, содержания замасливателя (линейка, весы, пикнометр, мерный цилиндр).

Приготовление и определение механических свойств углеродных волокон и/или углепластика на основе жгута углеродного волокна.

**3. Получение нефтяных изотропных пеков термополиконденсацией остаточных продуктов переработки нефти.**

Получение нефтяных пеков термополиконденсацией тяжелой смолы пиролиза проводят на лабораторной установке термолиза углеводородов при температуре 360°C и давлении 0,1 МПа.

**4. Получение нефтяных мезофазных пеков термополиконденсацией остаточных продуктов переработки нефти. Изучение оптической структуры мезофазных пеков.**

Получение нефтяных пеков термополиконденсацией тяжелой смолы пиролиза проводят на лабораторной установке термолиза углеводородов при температуре 380°C и давлении 0,1 МПа.

##### **5. Определение температуры размягчения пека.**

Определение температуры размягчения пека по методу «Кольцо и Шар» в соответствии с ГОСТ 9950-83 п. 5 на анализаторе «КИШ-20-02». Сущность метода заключается в определении температуры, при которой в заданных условиях происходит определенная деформация пека под действием нагрузки в виде металлического шара, определенной массы.

#### **4.2.3 Пример теста**

1. Процесс получения углеродных волокон из органических волокон состоит из каких стадий:

- Графитизация и окисление
- Карбонизация и окисление
- Окисление, графитизация и карбонизация
- Только окисление
- Термическая деструкция

2. Среди жаростойких волокон по масштабам производства первое место занимает:

- Стальные волокна
- Углеродные волокна

- Стекланные волокна
  - Жаростойкие и углеродные волокна
  - Стекланные и углеродные волокна
3. Первые углеродистые волокна использовались в производстве:
- Вольфрамовых нитей
  - Электрических лампах накаливания
  - В производстве стекланных волокон
  - Все варианты верны
  - Нет правильного варианта
4. В результате какой реакции продуктом остатка является коксовым остатком:
- Термическая деструкция
  - Карбонизация
  - Графитизация
  - Химический пиролиз
  - Окисление
5. Конечной температурой обработки реакции карбонизации заканчивается:
- 2600- 2800°C.
  - 900-1500°C
  - 1300-3650°C
  - 250-400°C
  - 250-1350°C
6. Содержание углерода в волокне карбонизации составляет:
- 80-99%
  - 100-110%
  - 50-80%
  - 50-110%
  - 20-100%
7. Какая реакция существенно влияет на механические свойства углеродного волокна:
- Термическая деструкция
  - Карбонизация
  - Графитизация
  - Окисление
  - Пиролиз
8. Волокна, предназначенные для переработки в углеродные материалы, должны удовлетворять следующим основным требованиям:
- Не плавиться в процессе карбонизации
  - Давать высокий выход коксового остатка или углеродного волокна
  - Перерабатываться в углеродное волокно с высокими физико- механическими показателями
  - Нет правильного варианта
  - Все варианты верны
9. Основным видам сырья, применяемого для производства углеродных волокнистых материалов относится:

- Вискозный корд (ВК)
  - Фенольные смолы
  - Полиакрилонитрильное (ПАН) волокна
  - Углеродные волокна
  - ВК и ПАН
10. Технология получения ПАН волокна относится:
- Окисление, карбонизация и поверхностная обработка
  - Окисление графитизация и поверхностная обработка
  - Графитизация карбонизация и поверхностная обработка
  - Окисление, карбонизация, графитизация, поверхностная обработка
  - Порядок не имеет значения
11. В процессе термодеструкции целлюлозы выделяются летучие продукты:
- H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub>, CO
  - CO<sub>2</sub>, CO
  - HCN, NH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>O
  - HCN в больших количествах
  - H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub>, CO и HCN, NH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>O
12. Для протекания процесса графитации, по мнению Франклин, достаточны два условия:
- Слабые поперечные связи в углеродном материале
  - Преимущественная ориентация пакетов турбостратной структуры
  - Отсутствие межплоскостной упорядоченности
  - Первый и второй вариант
  - Второй и третий вариант
  - Только третий вариант ответа
13. В неграфитирующемся углероде ароматические монослои сшиты термически прочными полииновыми цепочками:
- $(-C\equiv C-C\equiv C-)_n$
  - Связи C—O—C, части связей C—C по радикальному механизму
  - $(=C=C=C=)_n$
  - Оба варианта
  - Нет правильного варианта
14. Следует выделить стадии термического преобразования органических веществ в углерод:
- Обугливание, Карбонизация, стадия получения поликристаллического графита и Кристаллизация
  - Обугливание и кристаллизация
  - Карбонизация и графитизация и кристаллизация
  - Пиролиз, карбонизация кристаллизация
  - Нет правильного ответа
15. Гомогенная кристаллизация (графитации) включает химические реакции термической ... боковых цепей, в результате которых происходит ... полимерного каркаса и углеродные слои освобождаются от боковых связей. Заполнить пробелы.
- Деструкция и разрушение
  - Реакции и соединение
  - Карбонизации и разрыв

- Графитизация и соединение
  - Разрыв и соединение
16. В качестве защитной среды при карбонизации целлюлозы используют:
- Вакуум
  - Смола
  - Азот
  - Аргон
  - Все выше перечисленное
17. При использовании в качестве катализаторов кислот пиролиз при температуре до 100-350 °С рекомендуется проводить:
- В кислотной среде
  - В кислородосодержащей среде
  - В щелочной среде
  - В органической среде
  - Нейтральная среда
18. Нагревание при получении углеродного волокна включает стадии карбонизации, вторая стадия проходит в пределах:
- 100-300°C
  - 300-400°C
  - 400-900°C
  - 100-900°C
  - 20-900°C
19. Графитация – стадия технологического процесса:
- На которой углеродное волокно (ткани) подвергают высокотемпературной обработке
  - На этой стадии протекают основные химические реакции, наблюдаются наибольшие потери массы материала, образуются предструктуры, участвующие при более высоких температурах в образовании углеродного скелета
  - В результате которой образуются смолообразные продукты с большим выходом левоглюкозана
  - В результате инертной среды образуются газообразные соединения, жидкие продукты и твердый остаток — кокс
  - В результате инертной среды образуются газообразные соединения, жидкие продукты и твердый остаток – фенольная смола
20. Какой процесс называется «гомогенной кристаллизацией»:
- Обугливание
  - Кристаллизация
  - Карбонизация
  - Пиролиз
  - Графитизация
21. Углеродные волокна подразделяются на:
- Анизотропные и жаростойкие
  - Изотропные и гибридное
  - Жаростойкие и изотропные

- Гибридные и анизотропные
- Анизотропные и изотропные

22 Сырьем для получения изотропных волокон являются:

- Стекловата
- Кокс
- Гудрон
- Фенолформальдегидные смолы
- Руланд

23 С повышением температуры обработки волокон (выше 1900°C) происходит распад межкристаллических химических связей, вследствие чего:

- Увеличивается выход волокна
- Уменьшается выход H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub>, CO
- Уменьшается прочность волокна
- Увеличивается доля циклических структур

24 Микрофибриллы представляют собой:

- Первичные надатомные структуры
- Циклические структуры
- Структурную систему более высокого порядка
- Фибриллоподобные структуры с четко ограниченными контурами
- Нет правильного варианта

25 На термодеструкцию целлюлозы и состав продуктов распада большое влияние оказывают:

- Качество углеродного волокна
- Качество сырья
- Минеральные примеси
- Глиоксалева, леволиновая, виноградная кислоты
- Нет верного ответа

#### 4.2.4 Итоговый контроль - зачет

##### БИЛЕТ № 1

1. Общие представления о композиционных материалах и материалах, армированных углеродными волокнами
2. Получение и переработка материалов, армированных углеродными волокнами

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

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

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

- **15-20 баллов** выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы билета, 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;

- **10-14 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;

- **5-9 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;

- **1-4 балла** 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.

#### **4.2.5 Темы рефератов:**

1. Углеродные волокна на основе полиакрилонитрила.
2. Полимерные волокна.
3. Получение ПАН. Физико-химические свойства ПАН и волокон на его основе.
4. Формование ПАН.
5. Получение углеродных волокон.
6. Технологические особенности и аппаратное обеспечение процесса получения углеродных волокон на основе ПАН.
7. Углеродные волокна на основе нефтяных пеков.
8. Нефтяные пеки. Получение, строение и свойства.
9. Получение углеродных волокон на основе нефтяных пеков.
10. Методы анализа свойств углеродных волокон.
11. Применение углеродных волокон и композиты на их основе.
12. Композиционные материалы и способы их получения.
13. Применение композитов на основе углеродных волокон.
14. Экономические и экологические аспекты производства углеродных волокон.
15. Современные технологии получения углеродных композиционных материалов.

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. В. Я. Варшавский Углеродные волокна. М.: Изд. Варшавский В.Я., 2005. 496 с.
2. Карролл-Порчинский, Ц. К. Материалы будущего : термостойкие и жаропрочные волокна и волокнистые материалы / Ц. К. Карролл-Порчинский ; пер. с англ. под ред. Н. В. Михайлова .- М. : Химия, 1966 .— 238 с.
3. Технология пластических масс. / Под ред. В. В. Коршака. М.: Химия, 1985. 560 с.
4. Технология производства химических волокон : учебник / А. Н. Рязузов [и др.] .— М. : Химия, 1965 .— 516 с.
5. Зябицкий А. Теоретические основы формирования волокон. М.: Химия, 1979. 504 с.
6. Симамура С. Углеродные волокна. М: Мир, 1987. 278 с.
7. Брагинский О. Б. Мировая нефтехимическая промышленность. М. Наука. 2003. 556 с.

##### **Дополнительная литература:**

8. Роговин З.А. Основы химии и технологии химических волокон. М.: Химия, 1974. Т. 1, 2.
9. Пакшвер А.Б. Технологические расчеты в производстве химических волокон : учеб.пособие для студентов втузов / А. Б. Пакшвер, А. И. Меос .— 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Химия, 1966 .— 324 с.
10. Зазулина З.А., Дружинина Т.В., Конкин А.А. Основы технологии химических волокон. М.: Химия, 1985. 343 с.
11. Композиционные материалы. Справочник. / Под.ред. Васильева В.В., Тарнопольского Ю.М., М.: Машиностроение. 1990. 510 с.

#### **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>
<p><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)</p>	лекции	<p><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</p>
<p><b>Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций:</b> Учебная аудитория № 208(Учебный корпус, по адресу: 450078, Республика Башкортостан, г. Уфа, Кировский р-н, ул. Мингажева, д. 100)</p>	групповые и индивидуальные консультации	<p>1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17.06.2013 г. Лицензии бессрочные 2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Лицензии бессрочные</p>
<p><b>Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа</b> Учебные аудитории №№504, 505 (Учебный корпус, по адресу: 450078, Республика Башкортостан, г. Уфа, Кировский р-н, ул. Мингажева, д. 100)</p>	семинарские занятия, лабораторные работы	<p><b>Аудитория № 504.</b> Лабораторная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, Шкаф вытяжной химический, весы ВК-600, колба нагретель ПЭ-4120М, озонатор ТЛ-5К, сушильный шкаф, лабораторная посуда, лабораторные штативы</p> <p><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 колба нагретели 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>
<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 барбон ECS G11-21ENS6B 21.5 G870/2GDDR31333/320G</p>

		<p>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"> <li>1. Система дистанционного обучения БашГУ (СДО БашГУ) на базе Moodle.</li> <li>2. Пакет офисных приложений профессионального уровня OfficeProfessionalPlus 2013 RussianOLPNLAcademicEdition № 0301100003613000104-1 от 17.06.2013 г.</li> <li>3. Серверная операционная система Windows Server Standard 2012 Russian OLP NL AcademicEdition 2Proc № 0301100003613000104-1 от 17.06.2013 г.</li> <li>4. Операционная система для персонального компьютера Win SL &amp; Russian OLP NL AcademicEdition Legalization Genuine № 0301100003613000104-1 от 17.06.2013 г.</li> <li>5. Обновление операционной системы для персонального компьютера WindowsProfessional 8 RussianUpgradeOLPNLAcademicEdition№ 0301100003613000104-1 от 17.06.2013 г.</li> <li>6. Desktop Education ALNG LicSAPk OLVS E 1Y Academic Enterprise № 0301100003613000104-1 от 17.06.2013 г.</li> </ol>
<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>	<p>самостоятельная подготовка к практическим занятиям, коллоквиумам, контрольным работам</p>	<p><b>Аудитория № 201  (учебный корпус Мигажева, 100)</b>  PentiumG2130/4Гб/500Гб/21,5"/Кл/мышь  ПК в компл. Фермо Intel  Intel  PentiumG2130/4Гб/500Гб/21,5"/Кл/мышь  ПО</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17.06.2013 г. Лицензии бессрочные</li> <li>2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Лицензии бессрочные</li> </ol> <p><b>Аудитория № 201  (физмат-корпус – учебное)</b>  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 «Углеродные волокна и композиционные материалы на их основе»

VIII семестр очная форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины
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, лабораторные работы, само- стоятельная работа и трудоемкость (в часах)				Основная и допол- нительная литерату- ра, реко- мендуе- мая сту- дентам (номера из списка)	Задания по само- стоятель- ной работе студентов	Форма текущего контроля успевае- мости (коллок- виумы, контроль- ные рабо- ты, ком- пьютер- ные тесты и т.п.)
		ЛК	ЛР	ПР/Сем	СР			
1	Введение. Углеродные волокна и композиционные материалы на их основе	1			10	5.1-5.1.7	5.1-5.7	
2	Углеродные волокна на основе ПАН. Полимерные волокна. Получение ПАН. Физико-химические свойства ПАН и волокон на его основе. Формование ПАН. Получение углеродных волокон. Технологические особенности и аппаратное обеспечение процесса получения углеродных волокон на основе ПАН	3		4	20	5.4, 5.6-5.9	5.4, 5.6-5.9	КР КЛ
3	Углеродные волокна на основе нефтяных пеков. Нефтяные пеки. Получение, строение и свойства. Получение углеродных волокон на основе нефтяных пеков	2		6	10	5.1, 5.2, 5.10	5.1, 5.2, 5.10	КР КЛ
4	Методы анализа свойств углеродных волокон	2		8	10	5.2, 5.7	5.2, 5.7	СР КЛ

5	Применение углеродных волокон и композиты на их основе. Композиционные материалы и способы их получения. Применение композитов на основе углеродных волокон	2		4	11,8	5.1, 5.5	5.1, 5.5	КЛ КР
6	6. Экономические и экологические аспекты производства углеродных волокон	2		2	10	5.10	5.10	КЛ СР

Принятые сокращения: в столбце 3: лекция – ЛК, семинар – СМ, лабораторные занятия – ЛБ, контрольная работа – КР, коллоквиум – КЛ, самостоятельные работы – СРС; в столбце 8: коллоквиум – КЛ, контрольная работа – КР, компьютерное тестирование – КТ.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ИНЖЕНЕРНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины «Углеродные волокна и композиционные материалы на их основе»

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, лабораторные работы, само- стоятельная работа и трудоемкость (в часах)				Основная и допол- нительная литерату- ра, реко- мендуе- мая сту- дентам (номера из списка)	Задания по само- стоятель- ной работе студентов	Форма текущего контроля успевае- мости (коллок- виумы, контроль- ные рабо- ты, ком- пьютер- ные тесты и т.п.)
		ЛК	ЛР	ПР/Сем	СР			
1	Введение. Углеродные волокна и композиционные материалы на их основе				10	5.1-5.1.7	5.1-5.7	
2	Углеродные волокна на основе ПАН. Полимерные волокна. Получение ПАН. Физико-химические свойства ПАН и волокон на его основе. Формование ПАН. Получение углеродных волокон. Технологические особенности и аппаратное обеспечение процесса получения углеродных волокон на основе ПАН	1	2		15	5.4, 5.6-5.9	5.4, 5.6-5.9	КР КЛ
3	Углеродные волокна на основе нефтяных пеков. Нефтяные пеки. Получение, строение и свойства. Получение углеродных волокон на основе нефтяных пеков	1	2		15	5.1, 5.2, 5.10	5.1, 5.2, 5.10	КР КЛ
4	Методы анализа свойств углеродных волокон	1	2		15	5.2, 5.7	5.2, 5.7	СР КЛ
5	Применение углеродных волокон и композиты на их	1	2		10	5.1, 5.5	5.1, 5.5	КЛ

	основе. Композиционные материалы и способы их получения. Применение композитов на основе углеродных волокон							КР
6	6. Экономические и экологические аспекты производства углеродных волокон				6,8	5.10	5.10	КЛ СР

Принятые сокращения: в столбце 3: лекция – ЛК, семинар – СМ, лабораторные занятия – ЛБ, контрольная работа – КР, коллоквиум – КЛ, самостоятельные работы – СРС; в столбце 8: коллоквиум – КЛ, контрольная работа – КР, компьютерное тестирование – КТ.



## Рейтинг-план дисциплины

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
<b>Модуль 1 «Углеродные волокна на основе ПАН»</b>				
<b>Текущий контроль</b>	<b>15</b>		<b>0</b>	<b>15</b>
1. Аудиторная работа	5	2	0	10
2. Тестовый контроль	5	1	0	5
<b>Рубежный контроль</b>	<b>15</b>			<b>15</b>
Коллоквиум	15	1	5	15
<b>Модуль 2 «Углеродные волокна из нефтяных пеков»</b>				
<b>Текущий контроль</b>	<b>15</b>		<b>0</b>	<b>15</b>
1. Аудиторная работа	5	2	0	10
2. Тестовый контроль	5	1	0	5
<b>Рубежный контроль</b>	<b>15</b>			<b>15</b>
Коллоквиум	15	1	5	15
<b>Модуль 3 «Материалы для медицины из углеродных волокон»</b>				
<b>Текущий контроль</b>	<b>5</b>		<b>0</b>	<b>5</b>
1. Тестовый контроль	5	1	0	5
<b>Рубежный контроль</b>	<b>5</b>		<b>0</b>	<b>5</b>
Коллоквиум	5		0	5
<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>
<b>Итоговый контроль</b>				
1. Экзамен	<b>30</b>		0	<b>30</b>