

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«РОССИЙСКИЙ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА»
(РХТУ им. Д.И. Менделеева)**

УТВЕРЖДЕНА
Ученым советом РХТУ им. Д.И. Менделеева
(протокол от 26 октября 2022 г. № 3)
И.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева

_____ И.В. Воротынцев
подпись, печать

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА –
ПРОГРАММА ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ
«Технология и оборудование производства углеродных волокон и прекурсоров»**

Москва, 2022 г.

1. Основные характеристики программы

1.1. Тип программы

Программа повышения квалификации.

1.2. Цель программы

Совершенствование и получение новой компетенции, необходимой для профессиональной деятельности, и повышение профессионального уровня в рамках имеющейся квалификации в соответствии с разделом 2.

1.3. Объем программы

60 академических часов.

1.4. Форма обучения

Очная.

1.5. Сроки освоения программы

6 недель.

Срок освоения программы может быть изменен в соответствии с договором об образовании и при этом должен обеспечивать возможность достижения планируемых результатов и получение новой компетенции (квалификации), заявленных в программе.

1.6. Применение электронного обучения, дистанционных образовательных технологий

Программа реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

1.7. Форма и язык реализации программы

Программа реализуется РХТУ им. Д.И. Менделеева самостоятельно.

Программа реализуется на государственном языке Российской Федерации – русском языке.

1.8. Требования к лицам, поступающим на программу

- **категория лиц, поступающих на программу:** граждане, занимающие должности специалистов промышленности в области моделирования технологических процессов (инженеров-технологов) или претендующие на занятие указанных должностей, а также лица, желающие получить профессиональную подготовку в области, в рамках которой реализуется программа, в целях интеллектуального и профессионального развития, удовлетворения образовательных потребностей и интересов;
- **уровень образования лиц, поступающих на программу¹:** не ниже среднего профессионального образования без предъявления требований к области подготовки. Также на программе возможно обучение лиц, получающих высшее образование независимо от его уровня.

1.9. Документ, выдаваемый по итогам обучения

Лицам, успешно освоившим программу и прошедшим итоговую аттестацию, выдается удостоверение о повышении квалификации на бланке, образец которого самостоятельно установлен РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Лицам, не прошедшим итоговую аттестацию или получившим на итоговой аттестации неудовлетворительные результаты, а также лицам, освоившим часть программы и (или) отчисленным из РХТУ им. Д.И. Менделеева, выдается справка об обучении или о периоде обучения по образцу, самостоятельно устанавливаемому РХТУ им. Д.И. Менделеева.

¹ В соответствии с выбранными согласно выбранными трудовым функциями уровнями квалификации, применяемыми в целях разработки проектов профессиональных стандартов и утвержденными приказом Минтруда России от 12.04.2013 № 148н.

2. Планируемые результаты обучения

2.1. Связь программы с профессиональными стандартами (квалификационными требованиями, указанные в квалификационных справочниках по соответствующим должностям, профессиям и специальностям)

Программа разработана на основании установленных квалификационных требований, профессиональных стандартов, приведенных в таблице.

Наименование выбранного профессионального(-ых) стандарта(-ов) (квалификационные требования, указанные в квалификационных справочниках по соответствующим должностям, профессиям и специальностям)	Наименование выбранного(-ых) ФГОС (при наличии)	Уровень квалификации ²
26.036 Специалист по производству химических волокон, утвержденный приказом Минтруда России от 04.08.2022 № 461н (обобщенная трудовая функция А)	18.03.01 Химическая технология, утвержденный приказом Минобрнауки России от 07.08.2020 № 922	6

2.2. Перечень профессиональных компетенций в рамках имеющейся квалификации, качественное изменение которых осуществляется в результате обучения, и новых компетенций, необходимых для профессиональной деятельности

2.2.1. Область, сфера(-ы) и вид(-ы) профессиональной деятельности в рамках которых осуществляется повышение квалификации

Область и сфера(-ы) ³	Вид(-ы) ⁴	Имеющаяся квалификация
26 Химическое, химико-технологическое производство (в сфере обеспечения технологии производства химических волокон и прекурсоров)	производственно-технологический	не ниже бакалавра

2.2.2. Перечень компетенций

Компетенция	Результаты обучения по программе в рамках компетенции	Основа для формулировки
Способен осуществлять анализ работы технологического оборудования, вносить изменения в технологические схемы установок, использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для расчета типового оборудования химико-технологических процессов	знать: <ul style="list-style-type: none">– технологические схемы переработки нефти и газа, основные технологические процессы и режимы производства, виды применяемого оборудования и принципы его работы;– инструкции и правила промышленной безопасности, по охране труда и пожаробезопасности;– производственные мощности, номенклатура выпускаемой продукции;– физические, физико-химические и химических основы	26.036 Специалист по производству химических волокон (обобщенная трудовая функция А)

² В соответствии с выбранными обобщенными трудовыми функциями, трудовыми функциями и применяемыми в целях разработки проектов профессиональных стандартов, утвержденными приказом Минтруда России от 12.04.2013 № 148н.

³ В соответствии с перечнем областей профессиональной деятельности, применяемым для классификации видом профессиональной деятельности согласно приказу Минтруда России от 29 сентября 2014 года № 667н, и выбранным профессиональным стандартом.

⁴ В соответствии с выбранным профессиональным стандартом и (или) ФГОС.

	<p>технологических процессов нефтегазопереработки;</p> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – вести техническую документацию по подготовке и организации производства УВ – разрабатывать методические материалы, техническую документацию, а также представлять предложения по осуществлению разработанных проектов и производственных программ; – осуществлять контроль мероприятий по подготовке производства и устранению нарушений технологического режима, перерасхода реагентов, энергоресурсов, улучшению качества выпускаемой продукции, сокращению потерь, снижению операционных затрат; <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> – технологией процессов получения УВ; – навыками применения технологических схем переработки нефти и газа; – навыками применения технических требований, предъявляемых к сырью, материалам, готовой продукции; – навыками применения стандартов и технических условий, нормативов расходования сырья, материалов, реагентов, топлива, энергии 	
--	---	--

3. Учебный план

№ п/п	Перечень учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), иных видов учебной деятельности обучающихся	Трудоёмкость контактной и самостоятельной работы по видам учебных занятий и учебных работ (в ак. часах)				Формы аттестации
		всего	Л	ПЗ	СР	
1.	Введение в углеродные волокна (УВ) и композиты на их основе.	2	2	0	0	устный опрос
2.	Обзор технологий и прекурсоров для получения углеродных волокон.	3	3	0	0	устный опрос
3.	Теоретические основы процесса получения и свойства полиакрилотнитрильных волокон (ПАН-прекурсора).	4	4	0	0	устный опрос
4.	Технология и оборудование процесса формования ПАН-прекурсора.	4	3	0	1	устный опрос
5.	Теоретические основы процессов получения углеродных волокон. Термостабилизация, карбонизация, графитация.	4	3	0	1	устный опрос
6.	Технология и оборудование процессов подготовки и термостабилизации ПАН-прекурсора.	6	2	3	1	устный опрос

7.	Технология и оборудования процессов низко- и высокотемпературной карбонизации.	7	2	4	1	устный опрос
8.	Технология и оборудование процесса графитации.	3	2	0	1	устный опрос
9.	Физическая химия, технология и оборудование электрохимической обработки поверхности и аппретирования.	3	2	0	1	устный опрос
10.	Обзор альтернативные прекурсоров для получения УВ. Вискозная и лиоцелльная технологии получения гидратцеллюлозных прекурсоров УВ.	3	2	0	1	устный опрос
11.	Технология и оборудование производства УВ на основе гидратцеллюлозы.	7	3	3	1	устный опрос
12.	Нефтяные пеки как сырье для производства УВ: химия и технология.	3	2	0	1	устный опрос
13.	Особенности технологии и оборудование производства УВ на основе пеков.	3	3	0	0	устный опрос
14.	Применение, рынки и тенденции индустрии УВ.	3	3	0	0	устный опрос
15.	Рециклинг материалов на основе УВ.	3	3	0	0	устный опрос
16.	Итоговая аттестация (2 часа)					итоговый зачет

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия, СР – самостоятельная работа.

Последовательность проведения учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), иных видов учебной деятельности обучающихся определяется расписанием программы.

Освоение программы завершается итоговой аттестацией обучающихся.

4. Календарный учебный график

Учебный процесс планируется в рамках срока освоения программы (п. 1.5) с учетом шести учебных дней в неделю и исключением воскресений и нерабочих праздничных дней. Объем учебной нагрузки не должен превышать предельного объема, установленного локальными нормативными актами РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Учебные предметы, курсы, дисциплины (модули), иные виды учебной деятельности обучающихся реализуются в течение всего срока освоения программы до итоговой аттестации, которая проводится на последней неделе обучения.

Во время реализации учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), иных видов учебной деятельности обучающихся включается проведение всех видов учебных занятий и учебных работ, форм аттестации, предусмотренных по ним учебным планом.

Конкретный календарный учебный график по проведению учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), иных видов учебной деятельности обучающихся определяется расписанием программы.

Договором об образовании для слушателя может быть предусмотрен индивидуальный график прохождения программы при обучении по индивидуальному учебному плану, в том числе ускоренному.

5. Рабочие программы учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), иных компонентов

Содержание программы, структурированное по темам (разделам)

№ п/п	Наименование тем (разделов)	Содержание темы (раздела)
1.	Введение в углеродные волокна (УВ) и композиты на их основе.	Углеродное волокно и другие наполнители, свойства.
2.	Обзор технологий и прекурсоров для получения углеродных волокон.	УВ на основе полиакрилонитрильных (ПАН) волокон УВ на основе пековых волокон УВ на основе вискозных волокон
3.	Теоретические основы процесса получения и свойства	ПАН (полиакрилонитрил) волокно: из акрилонитрила (синтез в суспензии, в растворе), текстильный ПАН.

	полиакрилонитрильных волокон (ПАН-прекурсора).	Свойства ПАН-прекурсора. Непрерывная и дискретная полимеризации.
4.	Технология и оборудование процесса формования ПАН-прекурсора.	Процессы термообработки при получении УВ, виды формований, типы растворителей, степень фильтрации.
5.	Теоретические основы процессов получения углеродных волокон.	Термостабилизация, карбонизация, графитация. Химия процессов получения УВ. Взаимосвязь структуры прекурсора-свойства УВ.
6.	Технология и оборудование процессов подготовки и термостабилизации ПАН-прекурсора.	Процесс термостабилизации ПАН, три стадии процесса. Основные конструкции транспортировочных блоков. Практическое задание: химия процесса, скорость линии, температура термостабилизации, продолжительность окисления.
7.	Технология и оборудования процессов низко- и высокотемпературной карбонизации.	Печи низкотемпературной карбонизации, печи высокотемпературной карбонизации, химия процессов. Особенности конструкции печей. Практическое задание. Расчет материального баланса и основных параметров оборудования линий получения УВ.
8.	Технология и оборудование процесса графитации.	Особенности конструкции печей и материалы графитации.
9.	Физическая химия, технология и оборудование электрохимической обработки поверхности и аппретирования.	Процесс электрохимической обработки в ванне погружения. Состав раствора ЭХО. Состав аппретов и механизм нанесения.
10.	Обзор альтернативных прекурсоров для получения УВ.	Вязкозная и лиоцельная технологии получения гидратцеллюлозных прекурсоров УВ.
11.	Технология и оборудование производства УВ на основе гидратцеллюлозы.	Особенности в сравнении с другими прекурсорами. Практическое задание: изучение химизма процесса, ткацкая переботка, вытяжка при графитации.
12.	Нефтяные пеки как сырье для производства УВ.	Химия и технология производства УВ на основе нефтяных пеков.
13.	Особенности технологии и оборудование производства УВ на основе пеков.	Влияние структуры исходного пека, мезофазные пеки.
14.	Применение, рынки и тенденции индустрии УВ.	Применение в авиационной промышленности, автомобилестроении, строительстве, спортивной индустрии.
15.	Рециклинг материалов на основе УВ.	Трудности в переработке УВ, невозможность разделить стекловолокно, смолы, дерево, ПВХ-материалы. Рециклинг углепластиков на основе терморезистивных смол. Безотходные ветроустановки.

6. Организационно-педагогические условия

6.1. Учебно-методическое обеспечение программы и организация учебного процесса

6.1.1. Печатные и (или) электронные учебные издания

1. Материаловедение и технология материалов в 2 ч. Часть 1 : учебник для вузов / Г. П. Фетисов [и др.] ; под редакцией Г. П. Фетисова. — 8-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 406 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-14075-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/490780>.
2. Металлургические машины и оборудование : сборник научных трудов / под ред. С. М. Горбатюка. - Москва : Изд. Дом МИСиС, 2010. - 67 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1248603>. – Режим доступа: по подписке.

6.1.2. Электронные образовательные ресурсы, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Электронно-библиотечная система ИБЦ РХТУ им. Д.И. Менделеева (на базе АИБС «Ирбис») [Электронный ресурс]. – URL: <http://lib.muctr.ru/>. – Режим доступа: для пользователей РХТУ с любого компьютера.
2. Электронно-библиотечная система (ЭБС) «ЛАНЬ» [Электронный ресурс]. – URL: <http://e.lanbook.com>. – Режим доступа: для зарегистрированных пользователей РХТУ.
3. Электронно-библиотечная система издательства «ЮРАЙТ» [Электронный ресурс]. – URL: <https://biblio-online.ru/>. – Режим доступа: для зарегистрированных пользователей РХТУ.
4. Информационно-справочная система «ТЕХЭКСПЕРТ» «Нормы, правила, стандарты России». [Электронный ресурс]. – URL: <http://reforma.kodeks.ru/reforma/>. – Режим доступа: локальный доступ с компьютеров ИБЦ РХТУ им. Д.И. Менделеева.
5. e-Library.ru: Научная электронная библиотека [Электронный ресурс]. – URL: <http://elibrary.ru/>.
6. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка» [Электронный ресурс]. – URL: <http://cyberleninka.ru/>.
7. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» [Электронный ресурс]. – URL: <http://window.edu.ru/>.
8. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов [Электронный ресурс]. – URL: <http://fcior.edu.ru/>.

6.1.3. Организация занятий по программе

При организации обучения по программе преподаватель должен обратить особое внимание на организацию семинарских и практических занятий и самостоятельной работы, поскольку курс предполагает широкое использование интерактивных методов обучения.

При реализации программе используются следующие *интерактивные* формы проведения занятий:

- проблемная лекция;
- презентации с возможностью использования различных вспомогательных средств.

Проблемная лекция – учебная проблема ставится преподавателем до лекции и должна разворачиваться на лекции в живой речи преподавателя, так как проблемная лекция предполагает диалогическое изложение материала. С помощью соответствующих методических приемов (постановка проблемных и информационных вопросов, выдвижение многообразных гипотез и нахождение тех или иных путей их подтверждения или опровержения), преподаватель побуждает студентов к совместному размышлению и дискуссии, хотя индивидуальное восприятие проблемы вызывает различия и в ее формулировании. (Чем выше степень диалогичности лекции, тем больше она приближается к проблемной и тем выше ее ориентирующий, обучающий и воспитывающий эффекты, а также формирование мотивов нравственных и познавательных потребностей).

Презентации – документ или комплект документов, предназначенный для представления чего-либо (организации, проекта, продукта и т. п.). Цель презентации – донести до целевой аудитории полноценную информацию об объекте презентации в удобной форме.

Презентация может представлять собой сочетание текста, компьютерной анимации, графики, видео, музыки и звукового ряда (но не обязательно все вместе), которые организованы в единую среду. Кроме того, презентация имеет сюжет, сценарий и структуру, организованную для удобного восприятия информации. Отличительной особенностью презентации является ее интерактивность, то есть создаваемая для пользователя возможность взаимодействия через элементы управления.

В зависимости от места использования презентации различаются определенными особенностями:

Презентация, созданная для самостоятельного изучения, может содержать все присущие ей элементы, иметь разветвленную структуру и рассматривать объект презентации со всех сторон.

Презентация, созданная для поддержки какого-либо мероприятия или события, отличается большей минималистичностью и простотой в плане наличия мультимедиа и элементов дистанционного управления, обычно не содержит текста, так как текст проговаривается ведущим, и служит для наглядной визуализации его слов.

Презентация, созданная для видеодемонстрации, не содержит интерактивных элементов, включает в себя видеоролик об объекте презентации, может содержать также текст и аудиодорожку.

Основная цель презентации помочь донести требуемую информацию об объекте презентации.

6.1.4. Используемые образовательные технологии

При реализации аудиторных занятий программы проводятся в форме лекций.

Лекции проводятся в интерактивной: в форме проблемного и эвристического изложения и тематических дискуссий.

Активные методы обучения, используемые на семинарах и практических занятиях:

- проблемное обучение;
- тематическая дискуссия;
- анализ конкретных ситуаций.

При реализации программы используются такие интерактивные формы проведения занятий как дискуссия, дебаты, проблемное обсуждение. В рамках развития интерактивных форм обучения могут быть разработаны презентации с возможностью использования различных вспомогательных средств: видео, слайдов, флипчартов, постеров, компьютеров и т. п. Кроме того, в процессе обучения задействована такая форма диалогового обучения, как опрос слушателей.

6.2. Кадровые условия реализации программы. Требования к квалификации педагогических кадров, обеспечивающих реализацию учебного процесса

Реализация программы должно обеспечиваться педагогическими кадрами, имеющими базовое высшее образование, соответствующее профилю программы или преподаваемой дисциплины, и (или) опыт работы в профессиональной деятельности, соответствующей профилю программы.

Кадровое обеспечение программы должно соответствовать требованиям Федерального закона от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации», приказа Минобрнауки России от 01.07.2013 № 499 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам», Единого квалификационного справочника должностей руководителей, специалистов и служащих, раздел «Квалификационные характеристики должностей руководителей и специалистов высшего профессионального и дополнительного профессионального образования».

6.3. Материально-техническое обеспечение программы. Требования к материально-техническим условиям

6.3.1. Учебные аудитории для проведения учебных занятий и помещения для самостоятельной работы. Оборудование и технические средства обучения

Для реализации программы используются аудитории для проведения учебных занятий, которые оснащены оборудованием и техническими средствами обучения, и помещения для самостоятельной работы обучающихся, которые оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду РХТУ им. Д.И. Менделеева. Допускается замена оборудования его виртуальными аналогами.

Наименование аудиторий для проведения учебных занятий и помещений для самостоятельной работы*	Оснащенность аудиторий для проведения учебных занятий и помещений для самостоятельной работы оборудованием и техническими средствами обучения
Учебные аудитории для проведения учебных занятий	Аудитории укомплектованы специализированной мебелью, отвечающей всем установленным нормам и требованиям, оборудованием и техническими средствами обучения (мобильное мультимедийное оборудование).
Помещение для самостоятельной работы	Помещение оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду РХТУ им. Д.И. Менделеева.

* Номер конкретной аудитории указан в расписании программы.

6.3.2. Информационные технологии, используемые при осуществлении учебного процесса по программе

При осуществлении учебного процесса применяются информационные технологии, необходимые для подготовки презентационных материалов и материалов к занятиям (компьютеры с программным обеспечением для создания и показа презентаций, с доступом в информационно-коммуникационную сеть «Интернет», поисковые системы, справочные и профессиональные ресурсы в информационно-коммуникационной сети «Интернет»).

6.3.3. Перечень программного обеспечения (при необходимости)

Для подготовки презентаций и их демонстрации необходима программа Impress из свободного пакета офисных приложений OpenOffice (или иной аналог с коммерческой или свободной лицензией).

7. Формы аттестации и оценочные материалы

Программа предусматривает текущий контроль успеваемости и итоговую аттестацию обучающихся.

Текущий контроль успеваемости обучающихся осуществляется в форме устного опроса.

Итоговая аттестация осуществляется в форме итогового зачета.

7.1. Текущий контроль успеваемости

7.1.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля успеваемости

Устный опрос

1. Каков вклад качества ПАН-прекурсора в качество получаемого на его основе углеродного волокна (в процентах)?
2. Какие номиналы (по числу элементарных филаментов в них) углеродных комплексных нитей производятся и применяются в промышленности?
3. Чем отличается ПАН-прекурсор углеродного волокна и текстильным ПАН-волокном (искусственная шерсть)?
4. Назовите потенциальные альтернативные полимерные и неполимерные прекурсоры углеродного волокна.
5. Каково текущее состояние расплавной технологии получения ПАН-прекурсора?
6. Каков диаметр элементарного филамента в углеродном волокне?
7. Перечислите единицы измерения линейной плотности нитей.
8. Назовите основные области применения высокомодульных (325-450 ГПа) сверхвысокомодульных (>450 ГПа) углеродных волокон.
9. Углеродные волокна какого номинала, модуля упругости и прочности чаще всего применяются в строительстве, нефтегазовой отрасли, ветроэнергетике, автомобилестроении, для изготовления баллонов высокого давления?
10. Назовите примерную стоимость волокна 12К стандартного модуля упругости (прочностью 4.2 – 4.5 ГПа) и среднего модуля упругости (прочностью до 5.5-5.8

- ГПа).
11. Какие два основных способа полимеризации ПАН применяются в промышленности.
 12. Принципиальная схема растворной полимеризации акрилонитрила.
 13. Принципиальная схема и оборудование водно-дисперсионной полимеризации акрилонитрила.
 14. Назовите преимущества и недостатки растворной полимеризации акрилонитрила.
 15. Назовите преимущества и недостатки водно-дисперсионной полимеризации акрилонитрила.
 16. Какие растворители применяются для получения прядильного раствора?
 17. Как стадия удаления непрореагировавшего мономера влияет на общую производственную цепочку производства ПАН?
 18. Назовите 3 основных сомономера, применяемых для получения ПАН-прекурсора.
 19. Назовите примерный качественный состав сополимера ПАН.
 20. Какова цель введения сомономеров в ПАН-прекурсор?
 21. Назовите примерную концентрацию прядильного раствора ПАН в ДМАА.
 22. Диаметр отверстий фильтра для формования ПАН?
 23. Этапы получения ПАН-волокна в процессе компании АО «ЮМАТЕКС».
 24. Чем отличается иницирующая система в растворном и водно-дисперсионном процессе?
 25. Приведите корректное уравнение для определения доли звеньев сомономера в сополимере ПАН в зависимости от молярных долей сомономеров и констант сополимеризации.
 26. Какой основной фактор необходимо минимизировать для получения полимера с высокой молекулярной массой?
 27. Является ли сополимер ПАН статистическим?
 28. Что такое композиционная неоднородность?
 29. Какова роль железа в процессе водно-дисперсионной полимеризации акрилонитрила?
 30. Каково влияние pH среды на ход процесса водно-дисперсионной полимеризации акрилонитрила?
 31. Из каких материалов изготавливают реактор водно-дисперсионной полимеризации акрилонитрила и почему?
 32. Как влияют возможные оксиды металлов на стенке реактора на процесс полимеризации?
 33. Какая молекулярная масса ПАН-прекурсора считается западными и отечественными специалистами достаточной для получения качественного углеродного волокна?
 34. В каких условиях проявляются дилатантные свойства прядильного раствора и к каким последствиям они могут приводить?
 35. Принципиальная схема и оборудование для получения прядильного раствора ПАН в ДМАА.
 36. Роль стадии деаэрации в процессе получения прядильного раствора ПАН в ДМАА.
 37. Какое оборудование используется для фильтрации прядильного раствора?
 38. Какой минимальный размер частиц удаляется при фильтрации прядильного раствора?
 39. Какое оборудование используется для дозирования прядильного раствора?
 40. Каково приблизительное соотношение l/D для капилляра фильтра?
 41. Последствия неоднородностей структуры, вызванных градиентами температуры в трубопроводах для прядильного раствора?
 42. Каковы последствия чрезмерной жесткости осадительной ванны и почему они возникают?
 43. Каково оптимальное содержание ДМАА в осадительном растворе?
 44. В каких условиях возможна фильерная вытяжка?

45. Каким образом можно уменьшить Баррус-эффект?
46. На какой стадии процесса формования достигается круглое сечение волокна?
47. Назовите возможные дефекты ПАН-волокна.
48. Каковы преимущества сухо-мокрого процесса формования ПАН-волокна?
49. На каких стадиях формования и в какой степени осуществляют вытяжку волокна и почему?
50. Как релаксация влияет на физико-механические свойства ПАН-волокна? Каковы оптимальные механические свойства ПАН-волокна?

7.1.2. Оценивание знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности в ходе текущего контроля успеваемости

Устный ответ

Оценка знаний предполагает дифференцированный подход к обучающемуся, учет его индивидуальных способностей, степень усвоения и систематизации основных понятий и категорий по дисциплине. Кроме того, оценивается не только глубина знаний поставленных вопросов, но и умение использовать в ответе практический материал. Оценивается культура речи, владение навыками ораторского искусства.

Критерии оценивания: последовательность, полнота, логичность изложения, анализ различных точек зрения, самостоятельное обобщение материала, использование профессиональных терминов, культура речи, навыки ораторского искусства. Изложение материала без фактических ошибок.

Оценка «отлично» ставится в случае, когда материал излагается исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно, при этом раскрываются не только основные понятия, но и анализируются точки зрения различных авторов. Обучающийся не затрудняется с ответом, соблюдает культуру речи.

Оценка «хорошо» ставится, если обучающийся твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, знает практическую базу, но при ответе на вопрос допускает несущественные погрешности.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если обучающийся освоил только основной материал, но не знает отдельных деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушает последовательность в изложении материала, затрудняется с ответами, показывает отсутствие должной связи между анализом, аргументацией и выводами.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если обучающийся не отвечает на поставленные вопросы.

7.2. Итоговая аттестация

7.2.1. Формы итоговой аттестации

Итоговая аттестация по программе включает в себя итоговый зачет.

7.2.2. Контрольные задания и/или материалы для проведения итогового зачета

1. Принципиальная схема получения углеродного волокна на основе ПАН.
2. Какой диаметр элементарного филамента имеет углеродной волокно различных типов.?
3. По каким причинам углеродное волокно на основе ПАН текстильного качества не нашло широкого применения в промышленности?
4. Условия (среда и температуры) стадии термостабилизации, низкотемпературной карбонизации, высокотемпературной карбонизации?
5. Верно ли утверждение о том, что ПАН-прекурсор должен быть вытянут в несколько раз во время получения углеродного волокна с целью обеспечения структурообразования?
6. Наиболее распространённый вес катушки с углеродным волокном и длина нити в ней?
7. Посредством какого процесса получают высокомолекулярное углеродное волокно?

8. Наиболее актуальная область прикладных научных исследований в области технологии углеродного волокна?
9. Назовите основные требования к ПАН-прекурсор и условия получения высококачественного углеродного волокна по В.Я. Варшавскому.
10. Назовите основные требования к ПАН-прекурсор и условия для получения высококачественного углеродного волокна по П. Моргану.
11. Перечислите газообразные продукты стадии термостабилизации.
12. Состав газообразных продуктов термостабилизации?
13. Точность поддержания температуры в печи термостабилизации.
14. Возможные способы подачи и движения воздуха в печах окисления
15. Необходимый гидродинамический режим движения воздуха в печах окисления.
16. Наиболее современный и высокотехнологичный способ движения воздуха в печах окисления.
17. Три основных процесса, протекающих на стадии термостабилизации.
18. Перечислите основные конструкции транспортировочных блоков.
19. Какая конструкция транспортного механизма чаще всего применяется в технологии углеродного волокна?
20. Покрытие поверхности транспортирующих роликов?
21. Плотность волокна после стадии термостабилизации.
22. Время пребывания на стадии термостабилизации.
23. В промышленности возможное число печей на стадии термостабилизации составляет?
24. Преимущества многоступенчатого процесса термостабилизации.
25. Основные возможные последствия неполного протекания процесса термостабилизации, которые проявляются на стадиях карбонизации.
26. Основания для выбора температуры на каждой ступени термостабилизации.
27. Инструменты поддержания заданной температуры на стадии термостабилизации.
28. Три инструмента контроля процесса на каждой стадии термостабилизации.
29. Основной лимитирующий фактор процесса термостабилизации.
30. Три основных химических реакции, протекающие на стадии термостабилизации.
31. На какой ступени термостабилизации задается основная вытяжка.
32. На какой ступени термостабилизации задается основная релаксация.
33. Материал муфеля печи низкотемпературной карбонизации.
34. Материал муфеля печи высокотемпературной карбонизации.
35. На каких стадия получения УВ на основе ПАН образуется полисопряженная структура?
36. На 90% на стадии термостабилизации образуется и на 10% на стадии низкотемпературной карбонизации?
37. Какие нежелательные процессы вызывает неправильная газодинамика в печи низкотемпературной карбонизации?
38. Каково напряжение и усадка на стадии низкотемпературной карбонизации
39. Какие явления происходят с перерабатываемым прекурсором при температурах от 220 до 1000 град С и какими наблюдениями они сопровождаются?
40. Каково общее изменение длины волокна в результате процесса получения УВ в целом?
41. Нагревателями какого типа производится обогрев печи на стадии высокотемпературной карбонизации?
42. За счет чего осуществляется охлаждение внешних стенок печей карбонизации?

43. Какие два процесса включает поверхностная обработка углеродного волокна?
44. Для чего нужна электрохимическая углеродного обработка?
45. Какой электролит может использоваться на стадии электрохимической обработки?
46. Для чего нужно аппретирование углеродного волокна?
47. Может ли углеродное волокно применяться в композитах после электрохимической обработки, но без аппретирования?
48. Возможные варианты распределения аппрета на поверхности волокна?
49. Состав аппретирующей композиции.
50. Основные требования к аппрету?
51. Типичное и наилучшее время работы линии получения углеродного волокна в год (в часах)
52. Что такое коэффициент переработки ПАН-прекурсора?
53. Типичное и наилучшее значения коэффициента переработки ПАН-прекурсора?
54. Типичное и наилучшее значения скорости движения волокна в линии получения углеродного волокна.
55. Основные средние параметры печей карбонизации (габариты, время пребывания, максимальная температура, число зон).

7.2.3. Критерии выставления оценок на итоговом экзамене

Результаты сдачи итогового экзамена определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» означают успешное прохождение аттестационного испытания.

При выставлении оценок на итоговом экзамене используют следующие критерии, представленные в таблице.

Критерии выставления оценок на итоговом зачете

Оценка	Критерий
«ЗАЧТЕНО»	Слушатель продемонстрировал фактологическое усвоение материала и умение аргументировано обосновать теоретические постулаты и методические решения, но и умеет решать задачи в рамках формируемых программой компетенций. При ответе (решении заданий) демонстрирует содержание программы, владеет основными ее понятиями, знает особенности ее предмета, имеет представление об его особенностях и специфике. Информирован и способен делать анализ проблем и намечать пути их решения.
«НЕ ЗАЧТЕНО»	Слушатель на фоне базовых (элементарных) знаний продемонстрировал лишь базовое умение решать стандартные (элементарные) задачи или НЕ имеет базовых (элементарных) знаний и не умеет решать стандартные (элементарные) задачи. При ответе демонстрирует плохое знание значительной части основного материала программы. Не информирован или слабо разбирается в проблемах и / или не в состоянии наметить пути их решения.

8. Методические материалы

Методические рекомендации слушателям по прохождению обучения по программе

Обучение по программе предполагает изучение курса на аудиторных занятиях (лекции, самостоятельные занятия). Семинарские занятия предполагают их проведение в различных формах с целью выявления полученных знаний, умений, навыков и компетенций с проведением контрольных мероприятий, описанных в учебном плане программы.

С целью обеспечения успешного обучения студент должен готовиться к лекции, поскольку она является важнейшей формой организации учебного процесса, поскольку:

- знакомит с новым учебным материалом,
- разъясняет учебные элементы, трудные для понимания,
- систематизирует учебный материал,
- ориентирует в учебном процессе.

Подготовка к лекции:

- внимательно прочитайте материал предыдущей лекции,
- узнайте тему предстоящей лекции (по программе, по информации лектора),
- ознакомьтесь с учебным материалом по учебнику и учебным пособиям,
- постарайтесь уяснить место изучаемой темы в своей профессиональной подготовке,
- запишите возможные вопросы, которые вы зададите лектору на лекции.

Самостоятельная работа

Для более углубленного изучения темы задания для самостоятельной работы рекомендуется выполнять параллельно с изучением данной темы. При выполнении заданий по возможности необходимо использовать наглядное представление материала. Система накопления результатов выполнения заданий позволит создать профессиональную копилку, которую можно использовать как при прохождении практики / стажировки, так и в профессиональной деятельности.

Подготовка к промежуточной и итоговой аттестации

К промежуточной и итоговой аттестации необходимо готовиться целенаправленно, регулярно, систематически и с первых дней обучения по данной дисциплине. Попытки освоить материал программы в период непосредственно перед сдачей зачета (экзамена), как правило, показывают не слишком удовлетворительные результаты.

В самом начале освоения программы обучающийся должен познакомиться со следующей учебно-методической документацией:

- данной программой;
- перечнем знаний и умений, которыми должен владеть слушатель;
- планами занятий лекционного и семинарского типа;
- рекомендуемыми учебными изданиями и электронными ресурсами.

После этого у обучающегося должно сформироваться четкое представление об объеме и характере знаний и умений, которыми надо будет овладеть по программе. Систематическое выполнение учебной работы на занятиях лекционного и семинарского типа позволит успешно освоить материал программы и создать хорошую базу для получения удовлетворительного результата на аттестации.