

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»

Химический факультет

УТВЕРЖДЕНО

решением Ученого совета ННГУ

протокол от

31 августа 2021 г. № 11

Рабочая программа дисциплины
Технология переработки полимерных материалов

Направление подготовки
04.06.01 «Химические науки»

Направленность подготовки
02.00.06 «Высокомолекулярные соединения»

Квалификация выпускника
Исследователь. Преподаватель-исследователь

Форма обучения
очная

Нижний Новгород
2021

1. Место дисциплины (модуля) в структуре основной образовательной программы (ООП)

Дисциплина «Технология переработки полимерных материалов» относится к числу профессиональных дисциплин, является обязательной дисциплиной и изучается на 2 году обучения, в 3 и 4 семестрах.

Освоение курса опирается на знания, умения, навыки и компетенции, сформированные на двух предшествующих уровнях образования по курсам:

- "Высокомолекулярные соединения" (особенности полимерного состояния вещества, молекулярно-массовые характеристики полимеров, синтез полимеров методами радикальной и ионной полимеризации);
- "Физическая химия" (основы термодинамики, кинетики, владение основными законами физической химии);
- "Физические методы исследования" (ИК, ЯМР, ЭПР);
- "Коллоидная химия" (поверхностные явления);
- "Органическая химия" (теоретические представления органической химии, знания о составе, строении и свойствах основных классов органических соединений, владение основами органического синтеза).
- "Химическая технология" (технология получения полимеров).
- "Техногенные системы и экологический риск".

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ООП (компетенциями выпускников)

Таблица 1

Планируемые результаты обучения по дисциплине

Код формируемой компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций
ПК-5 базовый	<i>Знать:</i> химические, физические и технические аспекты химических промышленных процессов; основные требования правил безопасности при работе с оборудованием различных классов сложности и опасности; цели и задачи научных исследований по направлению деятельности, базовые принципы и методы их организации; требования к представлению отчетных материалов; основные методы обработки экспериментальных данных. <i>Уметь:</i> Использовать новое сложное технологическое (в том числе – нанотехнологическое) оборудование для получения перспективных материалов (в том числе – наноматериалов) различного функционального назначения; использовать современное современные физические модели, а также результаты

	<p>фундаментальных и прикладных исследований для разработки новых методик аттестации структуры и свойств перспективных материалов различного функционального назначения.</p> <p><i>B1 Владеть:</i> Навыками работы со сложным исследовательским, контрольно-измерительным и технологическим оборудованием (в том числе – нанотехнологическим оборудованием мирового уровня).</p> <p><i>B2 Владеть:</i> навыками разработки и верификации новых методик аттестации структуры и свойств конструкционных и многофункциональных материалов (в том числе – наноматериалов)</p>
<i>ПК-6 базовый</i>	<p><i>З1 Знать:</i> технические характеристики учебно-научной аппаратуры для проведения химических экспериментов.</p> <p><i>У1 Уметь:</i> осуществлять документирование результатов экспериментальных и теоретических исследований в соответствующей профессиональной области.</p> <p><i>B1 Владеть:</i> навыками разработки, согласования и утверждения технической документации различного уровня сложности (отчеты, методики, программы испытаний, лабораторные регламенты, технические условия и др.).</p>

3. Структура и содержание дисциплины

Объем дисциплины составляет 2 зачетные единицы, всего 72 часа, из которых 38 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (36 часов лекций), 36 часов составляет самостоятельная работа обучающегося.

Таблица 2

Структура дисциплины

Наименование раздела дисциплины	Всего, часов	В том числе					Самостоятельная работа обучающегося, часов
		Контактная работа, часов					
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Консультации	Всего	
Технология подготовительного производства	8	4	-	-	-	4	4
Технология переработки пластмасс методами прессования	8	4	-	-	-	4	4
Технология переработки полимерных материалов методом экструзии	8	4	-	-	-	4	4
Технология получения основных изделий методом экструзии	8	4	-	-	-	4	4

Технология переработки полимерных материалов методом литья под давлением	8	4	-	-	-	4	4
Технология формования крупногабаритных изделий	8	4	-	-	-	4	4
Технология сварки и склеивания полимерных материалов	8	4	-	-	-	4	4
Технология вторичной переработки полимерных материалов	8	4	-	-	-	4	4
Технология вторичной переработки полимерных материалов	8	4	-	-	-	4	4
Аттестация по дисциплине: зачет							
Итого	72	36	-	-	-	36	36

Таблица 3

Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Форма проведения занятия	Форма текущего контроля*
1	Технология подготовительного производства	Смешение. Цели и задачи смешения. Типы и способы смешения. Механизмы смешения. Гранулирование. Преимущества гранулированных материалов. Вальцевание. Механизм вальцевания. Физические и химические процессы, протекающие при вальцевании. Каландрование. Физическая сущность процесса. Применение каландрования в резиновой промышленности и в промышленности переработки пластмасс.	Лекции	Задания

2	Технология переработки пластмасс методами прессования	Сущность метода холодного и горячего прессования. Подготовка прессматериалов. Схемы таблетирования, коэффициент трения и боковое давление, влияние их на плотность и прочность таблеток. Преимущества таблетирования. Технология переработки пластических масс методом компрессионного и литьевого прессования. Выбор основных технологических параметров процесса. Особенности прессования резиновых смесей, реактопластов и термопластов.	Лекции	Задания
3	Технология переработки полимерных материалов методом экструзии	Сущность процесса экструзии. Особенности червячной, дисковой и поршневой экструзии. Технологические параметры экструзии. Режимы экструзии. Характеристики изотермического, адиабатического и политропного режимов экструзии. Влияние основных технологических и конструкционных параметров на производительность экструдера.	Лекции	Задания
4	Технология получения основных изделий методом экструзии	Технология получения труб из полимерных материалов. Основные методы калибровки труб. Технология получения пленок из полимерных материалов. Особенности получения пленок методом раздува и плоскощелевым методом. Получение ориентированных пленок. Технология получения листов из полимерных материалов. Специфические явления при экструзии листов. Технология получения	Лекции	Задания

		объемных изделий методом экструзии с раздувом. Влияние параметров экструзии на качество и физико-механические свойства изделий. Виды брака и области применения объемных изделий.		
5	Технология переработки полимерных материалов методом литья под давлением	Сущность метода литья под давлением. Особенности поршневой и червячной пластикации полимерного материала. Понятие о цикле литья под давлением. Определение времени цикла. Циклограмма работы литьевой машины. Основные технологические параметры литья под давлением. Производительность литьевой машины. Особенности литья под давлением термореактивных полимерных материалов. Процессы, протекающие в литьевой форме. Режимы заполнения формы. Разновидности процесса литья под давлением. Основные преимущества и недостатки.	Лекции	Задания
6	Технология формования крупногабаритных изделий	Технология переработки листовых полимерных материалов методом термоформования. Классификация методов термоформования. Негативное и позитивное формование, вакуумное, пневматическое и пневмовакuumное формование листовых материалов. Основные технологические параметры термоформования и их влияние на физико-механические свойства и разнотолщинность полученных изделий. Центробежное формование изделий из полимерных паст (пластизолой). Формование	Лекции	Задания

		изделий из стеклопластиков. Классификация методов формования. Анизотропия свойств. Расчет технологических параметров формования крупногабаритных изделий.		
7	Технология сварки и склеивания полимерных материалов	Сущность сварки полимерных материалов. Классификация методов сварки. Типы сварных швов и их прочность. Особенности сварки различных полимерных материалов. Сущность процесса склеивания полимерных материалов. Основные технологические параметры процесса. Особенности склеивания термопластичных и термореактивных полимерных материалов.	Лекции	Задания
8	Технология вторичной переработки полимерных материалов	Современное состояние вторичной переработки полимерных материалов. Основные виды вторичного полимерного сырья (отходов). Классификация способов утилизации полимерных отходов. Общая технологическая схема вторичной переработки полимерных материалов. Переработка индивидуальных промышленных отходов полиамидов, фторопластов, стеклопластиков и их использование в полимерных композициях. Переработка резиновых отходов.	Лекции	Задания
9	Утилизация полимерных материалов	Области использования вторичных полимерных материалов. Свойства полимерных материалов, полученных при вторичной переработке. Источники полимерных отходов. Способы утилизации полимерных отходов.	Лекции	Задания

		Достоинства и недостатки. Сжигание, захоронение. Различные спектры проблем утилизации полимерных отходов. Биodeградация. Отличие биodeградации от других видов деструкционного разложения полимеров. Факторы, влияющие на биodeградацию полимеров. Биоразлагаемые полимеры. Принципы создания биоразлагаемых полимеров. Методы химического и физико- химического анализа результатов биоразложения полимеров.		
--	--	--	--	--

4. Образовательные технологии

Для достижения планируемых результатов обучения, в дисциплине используются различные образовательные технологии:

информационно-развивающие технологии (самостоятельное изучение литературы, применение новых информационных технологий для самостоятельного пополнения знаний, включая использование технических и электронных средств информации);

деятельностные практико-ориентированные технологии (анализ, сравнение методов проведения химических и физико-химических исследований, выбор метода, в зависимости от объекта исследования в конкретной ситуации и его практическая реализация);

развивающие проблемно-ориентированные технологии (учебные дискуссии, коллективная мыслительная деятельность, решение задач повышенной сложности).

Лекции читаются с использованием современных мультимедийных возможностей и проекционного оборудования.

5. Формы организации и контроля самостоятельной работы обучающихся

Целью самостоятельной работы является овладение навыками работы с литературой (в читальном зале библиотеки, с доступом к ресурсам Интернет), более углубленное изучение отдельных разделов дисциплины при подготовке к лабораторным занятиям, лекциям, при выполнении индивидуальных заданий (подбор полимера для изготовления защитной оболочки оборудования, используемого в высоких широтах, в частности температурный интервал эксплуатации, УФ излучение и т.д.).

Самостоятельная работа подкрепляется учебно-методическим и информационным обеспечением, включающим учебники, учебно-методические пособия, конспекты лекций.

Текущий контроль успеваемости осуществляется в форме опроса, контрольной работы и контроля самостоятельной работы (защита рефератов).

Итоговый контроль проводится в виде зачета.

Темы рефератов:

1. Значение полимерных материалов в народном хозяйстве.
2. История и перспективы развития промышленности пластмасс.
3. Классификация методов переработки полимеров, их характеристика.
4. Термомеханическая кривая и выбор параметров переработки.
5. Влияние технологических свойств на параметры переработки, выбор процессов и конструкций рабочих органов перерабатывающего оборудования.
6. Инновационная политика в промышленности переработки полимерных материалов

Контрольные вопросы к зачету:

1. Дайте характеристику основным методам переработки полимерных материалов в изделия.
2. Назовите основные технологические свойства полимерных материалов. С какой целью необходимо изучать эти свойства?
3. Дайте формулировки основных технологических свойств полимерных материалов, опишите методы их определения.
4. В чем принципиальное различие термопластичных и термореактивных полимерных материалов?
5. Что такое термомеханическая кривая? Какую роль она играет при отработке технологических режимов производства изделий из полимерных материалов?
6. Дайте определение процесса экструзии.
7. Как изменится производительность зоны загрузки экструдера при уменьшении шероховатости поверхности червяка.
8. Что собой представляет компрессия в зоне пластикации экструдера.
9. Назовите причину вызывающую эффект Вайссенберга.
10. Назовите основные технологические стадии (операции) получения пленок рукавным методом.
11. Перечислите основные технологические стадии (операции) получения листов из полимерных материалов.

12. Каким образом осуществляется калибрование толщины листа.
13. Перечислите основные технологические стадии (операции) получения листов из полимерных материалов.
14. Перечислите основные технологические стадии (операции) получения труб из полимерных материалов.
15. Дайте определение процесса переработки полимерных материалов литьем под давлением.
16. Перечислите основные стадии (операции) работы литьевой машины с червячной пластикацией полимерного материала.
17. Назовите причины, вызывающие появление внутренних напряжений в изделиях, полученных методом литья под давлением.
18. Для получения каких изделий используется интрузия. Перечислите способы и приемы получения крупногабаритных изделий из пластмасс?
19. Основные отличия методов формования изделий из термопластов от изделий из стеклопластиков?
20. Физическое состояние термопласта, в котором возможно пневмо-вакуумформование?
21. Какие полимерные материалы можно сваривать термоконтakтным способом?
22. Назовите основные технологические параметры сварки пластмасс:
ИК-излучением;
ТВЧ;
газовым теплоносителем;
экструдированной присадкой;
ультразвуком;
трением (вибротрением).
23. Как классифицируются способы утилизации отходов полимерных производств?
24. Технология переработки резиновых отходов и применяемое оборудование.
25. Вторичная переработка стеклопластиков.
26. Общая технологическая схема вторичной переработки полимерных материалов.

6. Фонд оценочных средств для аттестации по дисциплине

6.1. Перечень компетенций выпускников образовательной программы с указанием результатов обучения (знаний, умений, владений), характеризующих этапы их формирования

Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования приведен в приложении 1.

6.2. Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине. Описание шкал оценивания

Уровень освоения учебной дисциплины обучающимися определяется следующими оценками: «зачтено», «не зачтено».

Оценка «зачтено» предполагает:

- хорошее знание основных терминов и понятий курса;
- последовательное изложение материала;
- умение формулировать некоторые обобщения по теме вопросов;
- достаточно полные ответы на вопросы при сдаче зачета;
- умение использовать фундаментальные понятия из базовых естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин при ответе на зачете.

Оценка «не зачтено» предполагает:

- неудовлетворительное знание основных терминов и понятий курса;
- отсутствие логики и последовательности в изложении материала;
- неумение формулировать отдельные выводы и обобщения по теме вопросов;
- неумение использовать фундаментальные понятия из базовых естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин при ответах на зачете.

6.3. Примеры типовых контрольных заданий или иных материалов, необходимых для оценки результатов обучения, характеризующих сформированность компетенций.

Уровни освоения дисциплины оцениваются согласно требованиям, изложенным в паспорте каждой из указанных компетенций, где указаны критерии оценивания результатов обучения и Планируемые результаты обучения.

Контрольные вопросы к зачету:

1. Дайте характеристику основным методам переработки полимерных материалов в изделия (ПК-5).
2. Назовите основные технологические свойства полимерных материалов. С какой целью необходимо изучать эти свойства? (ПК-5).
3. Дайте формулировки основных технологических свойств полимерных материалов, опишите методы их определения (ПК-5).
4. В чем принципиальное различие термопластичных и термореактивных полимерных материалов? (ПК-5).
5. Что такое термомеханическая кривая? Какую роль она играет при отработке технологических режимов производства изделий из полимерных материалов? (ПК-5).
6. Дайте определение процесса экструзии (ПК-5).
7. Как изменится производительность зоны загрузки экструдера при уменьшении шероховатости поверхности червяка (ПК-5).
8. Что собой представляет компрессия в зоне пластикации экструдера (ПК-5).
9. Назовите причину вызывающую эффект Вайссенберга (ПК-5).

10. Назовите основные технологические стадии (операции) получения пленок рукавным методом (ПК-5).
11. Перечислите основные технологические стадии (операции) получения листов из полимерных материалов (ПК-5).
12. Каким образом осуществляется калибрование толщины листа (ПК-6).
13. Перечислите основные технологические стадии (операции) получения листов из полимерных материалов (ПК-6).
14. Перечислите основные технологические стадии (операции) получения труб из полимерных материалов (ПК-6).
15. Дайте определение процесса переработки полимерных материалов литьем под давлением (ПК-6).
16. Перечислите основные стадии (операции) работы литьевой машины с червячной пластикацией полимерного материала (ПК-6).
17. Назовите причины, вызывающие появление внутренних напряжений в изделиях, полученных методом литья под давлением (ПК-6).
18. Для получения каких изделий используется интрузия. Перечислите способы и приемы получения крупногабаритных изделий из пластмасс? (ПК-6).
19. Основные отличия методов формования изделий из термопластов от изделий из стеклопластиков? (ПК-1).
20. Физическое состояние термопласта, в котором возможно пневмо-вакуумформование? (ПК-2).
21. Какие полимерные материалы можно сваривать термоконтактным способом? (ПК-6).
22. Назовите основные технологические параметры сварки пластмасс:
ИК-излучением;
ТВЧ;
газовым теплоносителем;
экструдированной присадкой;
ультразвуком;
трением (вибротрением). (ПК-6).
23. Как классифицируются способы утилизации отходов полимерных производств? (ПК-6).
24. Технология переработки резиновых отходов и применяемое оборудование (ПК-6).
25. Вторичная переработка стеклопластиков (ПК-6).
26. Общая технологическая схема вторичной переработки полимерных материалов (ПК-6).

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) основная литература:

1. Физико-химия полимерных материалов и методы их исследования [Электронный ресурс] : Учебное издание / Под общ. ред. А.А. Аскадского. - М. : Издательство АСВ, 2015. <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785432300720.html>
2. Технология получения полимерных пленок из расплавов и методы исследования их свойств [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Н. Садова - Казань : Издательство КНИТУ, 2013. <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788213484.html>
3. Принципы управления качеством полимерной продукции [Электронный ресурс] / Садова А.Н. - М. : КолосС, 2013. - (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений). <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785953206266.html>

б) дополнительная литература:

1. Практикум по технологии переработки и испытаниям полимеров и композиционных материалов [Электронный ресурс] / А. Н. Садова, В. Г. Бортников, А. Е. Заикин и др. - М. : КолосС, 2013. - (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений). <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785953207454.html>
2. ВТОРИЧНЫЕ ПОЛИМЕРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ (механические и барьерные свойства, пластификация, смеси и наноккомпозиты) [Электронный ресурс] / А.А. Аскадский, Т.А. Мацевич, М.Н. Попова - М. : Издательство АСВ, 2017. <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785432302328.html>
3. Теория и практика экструзии полимеров [Электронный ресурс] / Ким В. С. - М. : КолосС, 2013. - (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений). <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5953202318.html>

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

<http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/3524.html>
<http://www.waste.ru/modules/section/print.php?itemid=134>
<http://www.e-plastic.ru/>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

(указывается материально-техническое обеспечение для реализации данной дисциплины).

- помещения для проведения занятий: лекционного типа, семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования и помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ННГУ;
- материально-техническое обеспечение, необходимое для реализации дисциплины, включая лабораторное оборудование;
- лицензионное программное обеспечение: *Windows, Microsoft Office*

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 04.06.01 «Химические науки» (уровень подготовки кадров высшей квалификации).

Автор

к.х.н., доцент

_____ Рябов С.А.

Рецензент

Профессор кафедры физической химии, д.х.н.

_____ Зеленцов С.В.

Заведующий кафедрой высокомолекулярных
соединений и коллоидной химии
химического факультета

_____ Зайцев С.Д.

Программа рекомендована на заседании кафедры высокомолекулярных соединений и коллоидной химии от «___» _____ 2021 г. протокол № ____.

Программа одобрена на заседании Методической комиссии химического факультета от 27 августа 2021, протокол № 1.

Карты компетенций, в формировании которой участвует дисциплина

Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций), шифр	Критерии оценивания результатов обучения				
	1	2	3	4	5
ПК-1					
ЗНАТЬ: перспективы и проблемы развития химии; фундаментальные основы химии, а также наук о материалах	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания о перспективах и проблемах развития химии; фундаментальных основах химии, а также наук о материалах	Неполные знания о перспективах и проблемах развития химии; фундаментальных основах химии, а также наук о материалах	Сформулированные, но содержащие отдельные пробелы знания о перспективах и проблемах развития химии; фундаментальных основах химии, а также наук о материалах	Полные и систематические знания о перспективах и проблемах развития химии; фундаментальных основах химии, а также наук о материалах
ЗНАТЬ: приоритетные направления научных исследований в организации, а также приоритетные направления развития науки, технологий и техники в Российской Федерации	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания о приоритетных направлениях научных исследований в организации, а также приоритетные направления развития науки, технологий и техники в Российской Федерации	Неполные знания о знаниях о приоритетных направлениях научных исследований в организации, а также приоритетные направления развития науки, технологий и техники в Российской Федерации	Сформулированные, но содержащие отдельные проблемы знания о приоритетных направлениях научных исследований в организации, а также приоритетные направления развития науки, технологий и техники в Российской Федерации	Полные и систематические знания о приоритетных направлениях научных исследований в организации, а также приоритетные направления развития науки, технологий и техники в Российской Федерации
УМЕТЬ: прогнозировать социальные последствия действия химических производств,	Отсутствие умений	Частично освоенное умение прогнозировать социальные последствия действия химических	В целом успешное, но не систематическое умение прогнозировать социальные последствия действия химических	В целом успешное, но содержащее определенные пробелы умение прогнозировать социальные последствия	Успешное и систематическое умение прогнозировать социальные последствия действия химических

составлять план работы по заданной теме		производств, составлять план работы по заданной теме	производств, составлять план работы по заданной теме	действия химических производств, составлять план работы по заданной теме	производств, составлять план работы по заданной теме
УМЕТЬ: проводить исследования по согласованному с руководителем плану, решать типовые задачи по выбранной направленности подготовки	Отсутствие умений	Частично освоенное умение проводить исследования по согласованному с руководителем плану, решать типовые задачи по выбранной направленности подготовки	В целом успешное, но не систематическое умение проводить исследования по согласованному с руководителем плану, решать типовые задачи по выбранной направленности подготовки	В целом успешное, но содержащее определенные пробелы умение проводить исследования по согласованному с руководителем плану, решать типовые задачи по выбранной направленности подготовки	Успешное и систематическое умение проводить исследования по согласованному с руководителем плану, решать типовые задачи по выбранной направленности подготовки
ВЛАДЕТЬ: навыками организации самостоятельной научно-исследовательской работы в научно-исследовательской организации	Отсутствие навыков	Фрагментарное применение навыков организации самостоятельной научно-исследовательской работы в научно-исследовательской организации	В целом успешное, но не систематическое применение навыков организации самостоятельной научно-исследовательской работы в научно-исследовательской организации	В целом успешное, но содержащее определенные пробелы применение навыков организации самостоятельной научно-исследовательской работы в научно-исследовательской организации	В целом успешное и систематическое применение навыков организации самостоятельной научно-исследовательской работы в научно-исследовательской организации
ВЛАДЕТЬ: навыками взаимодействия с учеными и научными группами, проводящими исследования в аналогичных направлениях	Отсутствие навыков	Фрагментарное применение навыков взаимодействия с учеными и научными группами, проводящими исследования в аналогичных	В целом успешное, но не систематическое применение навыков взаимодействия с учеными и научными группами, проводящими исследования в аналогичных направлениях	В целом успешное, но содержащее определенные пробелы применение навыков взаимодействия с учеными и научными группами, проводящими исследования в аналогичных направлениях	В целом успешное и систематическое применение навыков взаимодействия с учеными и научными группами, проводящими исследования в аналогичных

		направлениях			направлениях
ПК-2					
ЗНАТЬ: современное состояние науки в области химии и физики высокомолекулярных соединений и в смежных областях	Отсутствие знаний	Фрагментарные представления о современном состоянии науки в области химии и физики высокомолекулярных соединений	Неполные представления о современном состоянии науки в области химии и физики высокомолекулярных соединений	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы, представления о современном состоянии науки в области химии и физики высокомолекулярных соединений	Сформированные систематические представления о современном состоянии науки в области химии и физики высокомолекулярных соединений
ЗНАТЬ: требования к содержанию и правила оформления рукописей к публикации в рецензируемых научных изданиях	Отсутствие знаний	Фрагментарные представления о требованиях к содержанию и правилам оформления рукописей к публикации в рецензируемых научных изданиях	Общие представления о требованиях к содержанию и правилам оформления рукописей к публикации в рецензируемых научных изданиях	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления о требованиях к содержанию и правилам оформления рукописей, наличие однократного опыта публикаций в рецензируемых научных изданиях	Сформированные представления о требованиях к содержанию и правилам оформления рукописей, наличие неоднократного опыта публикаций в рецензируемых научных изданиях
УМЕТЬ: представлять научные результаты по теме диссертационной работы в виде публикаций в рецензируемых научных изданиях	Отсутствие умений	Фрагментарное использование методов подготовки научных результатов к публикации в рецензируемых научных изданиях	В целом успешное, но не систематическое использование методов подготовки научных результатов к публикации в рецензируемых научных изданиях	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы использование методов подготовки научных результатов к публикации в рецензируемых научных изданиях	Сформированное умение использовать методов подготовки научных результатов к публикации в рецензируемых научных изданиях

УМЕТЬ: представлять результаты НИР (в т.ч., диссертационной работы) академическому и бизнес-сообществу	Отсутствие умений	Умение представлять результаты НИР узкому кругу специалистов	В целом успешное, умение представлять результаты НИР (в т.ч., диссертационной работы) академическому сообществу	Успешное умение представлять результаты НИР (в т.ч., диссертационной работы) академическому и бизнес-сообществу	Сформированное умение представлять результаты НИР (в т.ч., диссертационной работы) академическому и бизнес-сообществу; определять целевые группы и форматы продвижения результатов собственной научной деятельности
ВЛАДЕТЬ: методами планирования, подготовки, проведения НИР, анализа полученных данных, формулировки выводов и рекомендаций по направленности (научной специальности)	Отсутствие навыков	Фрагментарное применение методов планирования, подготовки и проведения НИР, анализа и обсуждения полученных данных	В целом успешное, но не систематическое применение методов планирования, подготовки, проведения НИР, анализа полученных данных	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение методов планирования, подготовки, проведения НИР, анализа полученных данных, формулировка выводов по результатам НИР	Успешное и систематическое применение методов планирования, подготовки и проведения НИР и анализа и обсуждения экспериментальных данных; формулировка выводов и рекомендаций по результатам НИР
ПК-5					
ЗНАТЬ: химические, физические и технические аспекты химических промышленных процессов; основные требования правил безопасности при работе с оборудованием различных классов сложности и опасности; цели и задачи	Отсутствие знаний	Фрагментарные представления о химических, физических и технических аспектах химических промышленных процессов; основные требования правил безопасности при	Неполные представления о химических, физических и технических аспектах химических промышленных процессов; основные требования правил безопасности при работе с оборудованием различных классов сложности и опасности;	Сформированные, но содержащие определенные пробелы представления о химических, физических и технических аспектах химических промышленных процессов; основные требования правил безопасности при работе с оборудованием	Сформированные системные представления о химических, физических и технических аспектах химических промышленных процессов; основные требования правил безопасности при работе с

научных исследований по направлению деятельности, базовые принципы и методы их организации; требования к представлению отчетных материалов; основные методы обработки экспериментальных данных		работе с оборудованием различных классов сложности и опасности; цели и задачи научных исследований по направлению деятельности, базовые принципы и методы их организации; требования к представлению отчетных материалов; основные методы обработки экспериментальных данных)	цели и задачи научных исследований по направлению деятельности, базовые принципы и методы их организации; требования к представлению отчетных материалов; основные методы обработки экспериментальных данных)	различных классов сложности и опасности; цели и задачи научных исследований по направлению деятельности, базовые принципы и методы их организации; требования к представлению отчетных материалов; основные методы обработки экспериментальных данных)	оборудованием различных классов сложности и опасности; цели и задачи научных исследований по направлению деятельности, базовые принципы и методы их организации; требования к представлению отчетных материалов; основные методы обработки экспериментальных данных)
УМЕТЬ: Использовать новое сложное технологическое (в том числе – нанотехнологическое) оборудование для получения перспективных материалов (в том числе – наноматериалов) различного функционального назначения; использовать современное современные физические модели, а также результаты фундаментальных и прикладных исследований для разработки новых методик аттестации структуры и свойств перспективных	Отсутствие умений	Частично освоенное умение использовать новое сложное технологическое (в том числе – нанотехнологическое) оборудование для получения перспективных материалов (в том числе – наноматериалов) различного функционального назначения; использовать	В целом успешное, но не систематическое умение использовать новое сложное технологическое (в том числе – нанотехнологическое) оборудование для получения перспективных материалов (в том числе – наноматериалов) различного функционального назначения; использовать современные современные физические модели, а также результаты	В целом успешное, но содержащее определенные пробелы умение использовать новое сложное технологическое (в том числе – нанотехнологическое) оборудование для получения перспективных материалов (в том числе – наноматериалов) различного функционального назначения; использовать современное современные физические модели, а	Успешное (полное) и системное умение использовать новое сложное технологическое (в том числе – нанотехнологическое) оборудование для получения перспективных материалов (в том числе – наноматериалов) различного функционального назначения; использовать современные современные физические модели, а также

материалов различного функционального назначения.		современные физические модели, а также результаты фундаментальных и прикладных исследований для разработки новых методик аттестации структуры и свойств перспективных материалов различного функционального назначения.	фундаментальных и прикладных исследований для разработки новых методик аттестации структуры и свойств перспективных материалов различного функционального назначения.	также результаты фундаментальных и прикладных исследований для разработки новых методик аттестации структуры и свойств перспективных материалов различного функционального назначения.	результаты фундаментальных и прикладных исследований для разработки новых методик аттестации структуры и свойств перспективных материалов различного функционального назначения.
ВЛАДЕТЬ: Навыками работы со сложным исследовательским, контрольно-измерительным и технологическим оборудованием (в том числе – нанотехнологическим оборудованием мирового уровня).	Отсутствие навыков	Фрагментарное применение навыков работы со сложным исследовательским, контрольно-измерительным и технологическим оборудованием (в том числе – нанотехнологическим оборудованием мирового уровня).	В целом успешное, но не систематическое применение навыков работы со сложным исследовательским, контрольно-измерительным и технологическим оборудованием (в том числе – нанотехнологическим оборудованием мирового уровня).	В целом успешное, но содержащее определенные пробелы использование навыков работы со сложным исследовательским, контрольно-измерительным и технологическим оборудованием (в том числе – нанотехнологическим оборудованием мирового уровня).	Полное и систематическое применение навыков работы со сложным исследовательским, контрольно-измерительным и технологическим оборудованием (в том числе – нанотехнологическим оборудованием мирового уровня).
ВЛАДЕТЬ: навыками разработки и верификации новых методик аттестации структуры и свойств конструкционных и многофункциональных	Отсутствие навыков	Фрагментарное применение навыков разработки и верификации новых методик аттестации структуры и свойств	В целом успешное, но не систематическое применение навыков разработки и верификации новых методик аттестации структуры и свойств	В целом успешное, но содержащее определенные пробелы использование навыков разработки и верификации новых методик аттестации	Полное и систематическое применение навыков разработки и верификации новых методик аттестации

материалов (в том числе – наноматериалов)		конструкционных и многофункциональных материалов (в том числе – наноматериалов)	конструкционных и многофункциональных материалов (в том числе – наноматериалов)	структуры и свойств конструкционных и многофункциональных материалов (в том числе – наноматериалов)	структуры и свойств конструкционных и многофункциональных материалов (в том числе – наноматериалов)
ПК-6					
ЗНАТЬ: технические характеристики учебно-научной аппаратуры для проведения химических экспериментов	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания о технических характеристиках учебно-научной аппаратуры для проведения химических экспериментов	Неполные знания о технических характеристиках учебно-научной аппаратуры для проведения химических экспериментов	Сформированные, но содержащие определенные пробелы знания о технических характеристиках учебно-научной аппаратуры для проведения химических экспериментов	Сформированные систематические знания о технических характеристиках учебно-научной аппаратуры для проведения химических экспериментов)
УМЕТЬ: осуществлять документирование результатов экспериментальных и теоретических исследований в соответствующей профессиональной области	Отсутствие умений	Частично освоенное умение осуществлять документирование результатов экспериментальных и теоретических исследований в соответствующей профессиональной области	В целом успешное, но не систематическое умение осуществлять документирование результатов экспериментальных и теоретических исследований в соответствующей профессиональной области	В целом успешное, но содержащее определенные пробелы умение осуществлять документирование результатов экспериментальных и теоретических исследований в соответствующей профессиональной области	Полностью сформированное и системное умение осуществлять документирование результатов экспериментальных и теоретических исследований в соответствующей профессиональной области
ВЛАДЕТЬ: навыками разработки, согласования и утверждения технической документации различного уровня сложности	Отсутствие навыков	Фрагментарное применение навыков разработки, согласования и утверждения технической	В целом успешное, но не систематическое применение навыков разработки, согласования и утверждения технической документации различного	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков разработки, согласования и утверждения технической	Успешное и систематическое применение навыков разработки, согласования и утверждения технической

(отчеты, методики, программы испытаний, лабораторные регламенты, технические условия и др.)		документации различного уровня сложности (отчеты, методики, программы испытаний, лабораторные регламенты, технические условия и др.)	уровня сложности (отчеты, методики, программы испытаний, лабораторные регламенты, технические условия и др.)	документации различного уровня сложности (отчеты, методики, программы испытаний, лабораторные регламенты, технические условия и др.)	документации различного уровня сложности (отчеты, методики, программы испытаний, лабораторные регламенты, технические условия и др.)
---	--	--	--	--	--