

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
Современные полимерные материалы

Направление подготовки
04.06.01 «Химические науки»

Направленность подготовки
02.00.01 «Неорганическая химия»; 02.00.02 «Аналитическая химия»;
02.00.03 «Органическая химия»;
02.00.04 «Физическая химия»; 02.00.06 «Высокомолекулярные соединения»;
02.00.08 «Химия элементоорганических соединений»

Квалификация выпускника
Исследователь. Преподаватель-исследователь

Форма обучения
очная

Нижний Новгород
2021

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

Дисциплина «Использование соединений непереходных и переходных металлов в органическом синтезе» относится к числу общепрофессиональных дисциплин, является дисциплиной по выбору и изучается на 3 году обучения, в 5 семестре.

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

- "Высокомолекулярные соединения" (классификация полимеров, молекулярно-массовые характеристики, методы и теория синтеза);
- "Физическая химия" (основы термодинамики, кинетики, кинетика окисления);
- "Физические методы исследования" (ИК, ЯМР, ЭПР);
- "Коллоидная химия" (свойства лиофильных коллоидов – растворов полимеров);
- "Органическая химия" (знать реакции образования производимых полимеров, реакции их разрушения в результате термоокислительной деструкции).

В качестве вводных знаний, необходимых для освоения данной дисциплины необходимо знать принципы классификации полимеров и существующую терминологию.

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 |
|-----------------------------|---|
| ОПК-1 завершающий | <i>З1 Знать:</i> цели и задачи научных исследований по направлению деятельности, базовые принципы и методы их организации; основные источники научной информации и требования к представлению информационных материалов. <i>У1 Уметь:</i> составлять общий план работы по заданной теме, предлагать методы исследования и способы обработки результатов, проводить исследования по согласованному с руководителем плану, представлять полученные результаты. <i>В1 Владеть:</i> систематическими знаниями по направлению деятельности; углубленными знаниями по выбранной направленности подготовки, базовыми навыками проведения научно-исследовательских работ по предложенной теме |
| ПК-1 завершающий | <i>З1 Знать:</i> перспективы и проблемы развития химии; фундаментальные основы химии, а также наук о материалах; приоритетные направления научных исследований в организации, а |

| | |
|-------------------------|--|
| | <p>также приоритетные направления развития науки, технологий и техники в Российской Федерации.</p> <p><i>У1 Уметь:</i> прогнозировать социальные последствия действия химических производств, составлять план работы по заданной теме; проводить исследования по согласованному с руководителем плану, решать типовые задачи по выбранной направленности подготовки.</p> <p><i>В1 Владеть:</i> базовыми навыками проведения научно-исследовательских работ по предложенной теме под научным руководством или в составе небольшой научной группы; современными методиками исследований; навыками анализа научно-технической литературы.</p> |
| <i>ПК-6 завершающий</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>В1 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 18 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (18 часов занятия семинарского типа (семинары, научно-практические занятия), 54 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 | |
| Термопласты, термоэластопласты | 12 | - | 3 | - | - | 3 | 9 |
| Каучуки и резины | 12 | - | 3 | - | - | 3 | 9 |
| Термореактивные полимеры | 12 | - | 3 | - | - | 3 | 9 |
| Конструкционные полимеры | 12 | - | 3 | - | - | 3 | 9 |
| Лаки, клеи | 12 | - | 3 | - | - | 3 | 9 |
| Термостойкие полимеры | 12 | - | 3 | - | - | 3 | 9 |
| Аттестация по дисциплине - зачет | | | | | | | |
| Итого | 72 | - | 18 | - | - | 54 | 54 |

Таблица 3**Содержание дисциплины**

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Содержание раздела | Форма проведения занятия | Форма текущего контроля* |
|--------------|--|---|---|---------------------------------|
| 1 | Термопласты, термоэластопласты | Термопласты: характерные особенности, перечень, объемы производства. Термоэластопласты: особенности строения и свойств, области применения, преимущества. | Занятия семинарского типа, самостоятельная работа аспиранта | Опрос |
| 2 | Каучуки и резины | История. Природные и синтетические продукты. Свойства. Роль стереоконтроля. Вулканизация. Объемы производства. | Занятия семинарского типа, самостоятельная работа аспиранта | Опрос |
| 3 | Термореактивные полимеры | Основные классы. Фенлоформальдегидные смолы. Резолы и резиты. Полиуретаны. Эпоксидные смолы. | Занятия семинарского типа, самостоятельная работа аспиранта | Опрос |
| 4 | Конструкционные полимеры | Сверхвысокомолекулярный полиэтилен. Поликетоны. Полисульфоны. Кевлар. Пиролизированный полиакрилонитрил. Полифениленоксид. Полифениленсульфид. | Занятия семинарского типа, самостоятельная работа аспиранта | Опрос |
| 5 | Лаки, клеи | Эпоксидные смолы. Полиэферы. Цианакрилаты. Латексы. | Занятия семинарского типа, самостоятельная работа аспиранта | Опрос |

| | | | | |
|---|-----------------------|---|--|-------|
| 6 | Термостойкие полимеры | Полисульфид. Полисульфон. Полифенилсилоксан. Полиэфирсульфон. | Занятия семинарского типа, самостоятельная работа аспиранта | Опрос |
|---|-----------------------|---|--|-------|

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).

Семинарские занятия проводятся 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. Самостоятельная работа подкрепляется учебно-методическим и информационным обеспечением, включающим учебники, учебно-методические пособия, конспекты семинарских занятий.

Текущий контроль успеваемости осуществляется в форме опроса.

Итоговый контроль проводится в виде зачета.

Контрольные вопросы к зачету:

1. Каковы вехи в истории получения каучука.
2. Опишите развитие производства эластомеров.
3. Перечислите и охарактеризуйте свойства эластомеров.
4. Перечислите наиболее характерные свойства лаков и клеев.

5. Применение пластмасс широкого назначения.
6. Конструкционные пластики.
7. В чем заключается значение сополимеризации в формировании свойств полимеров.

Приведите примеры.

8. Какова роль стереохимии цепи в формировании свойств полимеров?
9. Сформулируйте характерные особенности термоэластопластов.
10. Приведите объемы производства полимеров.
11. Что такое ударопрочные полимеры. Приведите примеры.
12. Назовите 3, 5, 10 важнейших полимеров, аргументируйте выбор.
13. Назовите природные полимеры и охарактеризуйте их роль в функционирования жизни.
14. Какова роль ориентации в формировании комплекса свойств?
15. Назовите области применения латексов.
16. Полимерные материалы медицинского назначения.
17. Какие способы утилизации полимеров Вы знаете?

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. Каковы вехи в истории получения каучука (ПК-1).
2. Опишите развитие производства эластомеров (ПК-1).
3. Перечислите и охарактеризуйте свойства эластомеров (ПК-1).
4. Перечислите наиболее характерные свойства лаков и клеев (ПК-1).
5. Применение пластмасс широкого назначения (ПК-1).
6. Конструкционные пластики (ПК-1).
7. В чем заключается значение сополимеризации в формировании свойств полимеров.

Приведите примеры (ПК-6).

8. Какова роль стереохимии цепи в формировании свойств полимеров? (ПК-1).
9. Сформулируйте характерные особенности термоэластопластов (ПК-1).
10. Приведите объемы производства полимеров (ПК-6).
11. Что такое ударопрочные полимеры. Приведите примеры (ПК-1).
12. Назовите 3, 5, 10 важнейших полимеров, аргументируйте выбор (ПК-5).
13. Назовите природные полимеры и охарактеризуйте их роль в функционирования жизни (ОПК-1).
14. Какова роль ориентации в формировании комплекса свойств? (ПК-1).
15. Назовите области применения латексов (ПК-6).
16. Полимерные материалы медицинского назначения (ПК-1).
17. Какие способы утилизации полимеров Вы знаете? (ОПК-1).

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

а) основная литература:

1. Полимерные композиционные материалы [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Бобрышев А.Н., Ерофеев В.Т., Козомазов В.Н. - М. : Издательство АСВ, 2013.
<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930939804.html>

2. Книга о полимерах: свойства и применение, история и сегодняшний день материалов на основе высокомолекулярных соединений [Электронный ресурс] / Е.Б. Свиридов, В.К. Дубовый - Архангельск : ИД САФУ, 2016. <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785261010968.html>

3. Семчиков Ю.Д. Высокомолекулярные соединения. М.: Издательский центр «Академия», 2010. – 386 с.

б) дополнительная литература:

1. Лабораторный практикум по полимерным материалам [Электронный ресурс] : учебное пособие / И.Н. Бакирова, А.М. Кочнев. - Казань : Издательство КНИТУ, 2013. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788214115.html>

2. Технология переработки полимеров. Физические и химические процессы : учебное пособие для вузов / М. Л. Кербер [и др.] ; под ред. М. Л. Кербера. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 316 с. — (Серия : Университеты России). — ISBN 978-5-534-04915-2.

3. Высокомолекулярные соединения : учебник и практикум для академического бакалавриата / М. С. Аржаков [и др.] ; под ред. А. Б. Зезина. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 340 с. — (Серия : Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-01322-1.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

<http://www.polymerbranch.com/>
<http://www.pslc.ws/russian/index.htm>

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

д.х.н., профессор

_____ Зайцев С.Д.

Рецензент

д.х.н., профессор

_____ Князев А.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 года, 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 |
| ОПК-1 | | | | | |
| ЗНАТЬ: современные способы использования информационно-коммуникационных технологий в выбранной сфере деятельности | Отсутствие знаний | Фрагментарные представления о современных способах использования информационно-коммуникационных технологий в выбранной сфере деятельности | В целом успешные, но не систематические представления о современных способах использования информационно-коммуникационных технологий в выбранной сфере деятельности | В целом успешные, но содержащие отдельные пробелы, представления о современных способах использования информационно-коммуникационных технологий в выбранной сфере деятельности | Сформированные представления о современных способах использования информационно-коммуникационных технологий в выбранной сфере деятельности |
| УМЕТЬ: выбирать и применять в профессиональной деятельности экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования | Отсутствие умений | Фрагментарное использование умения выбирать и использовать экспериментальные и расчетно-теоретические методы для решения научной задачи | В целом успешное, но не систематическое использование умения выбирать и использовать экспериментальные и расчетно-теоретические методы для решения научной задачи | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы использование умения выбирать и использовать экспериментальные и расчетно-теоретические методы для решения научной задачи | Сформированное умение выбирать и использовать экспериментальные и расчетно-теоретические методы для решения научной задачи |
| ВЛАДЕТЬ: навыками поиска (в том числе с использованием информационных систем и баз данных) и критического анализа информации по тематике проводимых | Отсутствие навыков | Фрагментарное применение навыков поиска и критического анализа научной и технической информации | В целом успешное, но не систематическое применение навыков поиска и критического анализа научной и технической информации | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков поиска и критического анализа научной и технической информации | Успешное и систематическое применение навыков поиска и критического анализа научной и технической информации |

| | | | | | |
|--|-----------------------|--|--|---|--|
| исследований | | | | | |
| ВЛАДЕТЬ: навыками планирования научного исследования, анализа получаемых результатов и формулировки выводов | Отсутствие навыков | Фрагментарное применение навыков планирования научного исследования, анализа получаемых результатов и формулировки выводов | В целом успешное, но не систематическое применение навыков планирования научного исследования, анализа получаемых результатов и формулировки выводов | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков планирования научного исследования, анализа получаемых результатов и формулировки выводов | Успешное и систематическое применение навыков планирования научного исследования, анализа получаемых результатов и формулировки выводов |
| ВЛАДЕТЬ: навыками представления и продвижения результатов интеллектуальной деятельности | Отсутствие навыков | Фрагментарное применение навыков представления и продвижения результатов интеллектуальной деятельности | В целом успешное, но не систематическое применение навыков представления и продвижения результатов интеллектуальной деятельности | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков представления и продвижения результатов интеллектуальной деятельности | Успешное и систематическое применение навыков представления и продвижения результатов интеллектуальной деятельности |
| 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 |
| ПК-1 | | | | | |
| ЗНАТЬ: приоритетные направления научных исследований в организации, а также приоритетные направления развития науки, технологий и техники в Российской | Отсутствие знаний | Фрагментарные знания о приоритетных направлениях научных исследований в организации, а также приоритетные направления развития | Неполные знания о знания о приоритетных направлениях научных исследований в организации, а также приоритетные направления развития | Сформулированные, но содержащие отдельные проблемы знания о приоритетных направлениях научных исследований в организации, а также | Полные и систематические знания о приоритетных направлениях научных исследований в организации, а также приоритетные |

| | | | | | |
|--|--------------------|--|---|--|--|
| Федерации | | науки, технологий и техники в Российской Федерации | науки, технологий и техники в Российской Федерации | приоритетные направления развития науки, технологий и техники в Российской Федерации | направления развития науки, технологий и техники в Российской Федерации |
| УМЕТЬ: прогнозировать социальные последствия действия химических производств, составлять план работы по заданной теме | Отсутствие умений | Частично освоенное умение прогнозировать социальные последствия действия химических производств, составлять план работы по заданной теме | В целом успешное, но не систематическое умение прогнозировать социальные последствия действия химических производств, составлять план работы по заданной теме | В целом успешное, но содержащее определенные пробелы умение прогнозировать социальные последствия действия химических производств, составлять план работы по заданной теме | Успешное и систематическое умение прогнозировать социальные последствия действия химических 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 | В целом успешное, но не систематическое применение навыков организации самостоятельной научно-исследовательской работы в научно-исследовательской | В целом успешное, но содержащее определенные пробелы применение навыков организации самостоятельной научно-исследовательской работы в научно- | В целом успешное и систематическое применение навыков организации самостоятельной научно-исследовательской работы в научно- |

| | | | | | |
|--|--------------------|--|---|--|---|
| | | организации | организации | исследовательской организации | 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 направлениях | 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 |
| 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 научных исследований по направлению деятельности, базовые принципы и методы их организации; требования к представлению отчетных материалов; основные методы обработки экспериментальных данных | Отсутствие знаний | Фрагментарные представления о химических, физических и технических аспектах 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; | Неполные представления о химических, физических и технических аспектах 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 | Сформированные, но содержащие определенные пробелы представления о химических, физических и технических аспектах 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 | Сформированные системные представления о химических, физических и технических аспектах 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; |

| | | | | | |
|--|-------------------|--|---|--|---|
| | | требования к представлению отчетных материалов; основные методы обработки экспериментальных данных) | обработки экспериментальных данных) | отчетных материалов; основные методы обработки экспериментальных данных) | основные методы обработки экспериментальных данных) |
| <p>УМЕТЬ:</p> <p>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 материалов различного функционального назначения.</p> | Отсутствие умений | <p>Частично освоенное 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 также результаты фундаментальных и прикладных исследований для разработки новых методик аттестации структуры и свойств перспективных</p> | <p>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 современное современные физические модели, а также результаты фундаментальных и прикладных исследований для разработки новых методик аттестации структуры и свойств перспективных материалов различного функционального</p> | <p>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 также результаты фундаментальных и прикладных исследований для разработки новых методик аттестации структуры и свойств перспективных</p> | <p>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 современное современные физические модели, а также результаты фундаментальных и прикладных исследований для разработки новых методик аттестации структуры и свойств перспективных</p> |

| | | | | | |
|--|--------------------|--|--|--|---|
| | | материалов различного функционального назначения. | назначения. | материалов различного функционального назначения. | материалов различного функционального назначения. |
| ВЛАДЕТЬ: Навыками работы со сложным исследовательским, контрольно-измерительным и технологическим оборудованием (в том числе – нанотехнологическим оборудование мирового уровня). | Отсутствие навыков | Фрагментарное применение навыков работы со сложным исследовательским, контрольно-измерительным и технологическим оборудованием (в том числе – нанотехнологическим оборудование мирового уровня). | В целом успешное, но не систематическое применение навыков работы со сложным исследовательским, контрольно-измерительным и технологическим оборудованием (в том числе – нанотехнологическим оборудование мирового уровня). | В целом успешное, но содержащее определенные пробелы использование навыков работы со сложным исследовательским, контрольно-измерительным и технологическим оборудованием (в том числе – нанотехнологическим оборудование мирового уровня). | Полное и систематическое применение навыков работы со сложным исследовательским, контрольно-измерительным и технологическим оборудованием (в том числе – нанотехнологическим оборудование мирового уровня). |
| ВЛАДЕТЬ: навыками разработки и верификации новых методик аттестации структуры и свойств конструкционных и многофункциональных материалов (в том числе – наноматериалов) | Отсутствие навыков | Фрагментарное применение навыков разработки и верификации новых методик аттестации структуры и свойств конструкционных и многофункциональных материалов (в том числе – наноматериалов) | В целом успешное, но не систематическое применение навыков разработки и верификации новых методик аттестации структуры и свойств конструкционных и многофункциональных материалов (в том числе – наноматериалов) | В целом успешное, но содержащее определенные пробелы использование навыков разработки и верификации новых методик аттестации структуры и свойств конструкционных и многофункциональных материалов (в том числе – наноматериалов) | Полное и систематическое применение навыков разработки и верификации новых методик аттестации структуры и свойств конструкционных и многофункциональных материалов (в том числе – наноматериалов) |

