

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»
Химический факультет

УТВЕРЖДАЮ
И.о. декана химического факультета,
Чл.-корр. РАН, профессор



/С.Н. Калмыков/

«30» августа 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
Основы химии и технологии полимерных композиционных материалов

Уровень высшего образования:
Магистратура

Направление подготовки (специальность):
04.04.01 Химия

Направленность (профиль) ОПОП:
Химическая технология

Форма обучения:
очная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена
Учебно-методической комиссией факультета
(протокол №3 от 13.05.2019)

Москва 2019

Рабочая программа дисциплины (модуля) разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки 04.04.01 «Химия» (программа магистратуры) в редакции приказа МГУ от 30 августа 2019 г., №1033.

Год (годы) приема на обучение 2019/2020, 2020/2021

1. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП: вариативная часть ООП, блок ПД.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников). Соответствие результатов обучения по данному элементу ОПОП результатам освоения ОПОП (в форме компетенция – индикатор - ЗУВ) указано в Общей характеристике ОПОП.

Компетенция	Индикатор достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
СПК-3.М Способен оценивать риски, экономическую эффективность и выбирать экологически безопасные способы производства новых веществ и материалов	СПК-3.М.1 Оценивает риски, экономическую эффективность и экологическую безопасность технологических схем	Уметь формулировать рекомендации по комплексному использованию сырья при производстве композиционных материалов, Уметь: анализировать жизненный цикл химической продукции, Уметь: выбирать экологически безопасные способы производства целевого продукта. Владеть способами оптимизации технологических схем производства композиционных материалов, Владеть: методами утилизации отходов, экономическими аспектами использования сырья.
СПК-3.М Способен оценивать риски, экономическую эффективность и выбирать экологически безопасные способы производства новых веществ и материалов	СПК-3.М.2 Применяет современные подходы при внедрении новых химических технологий	Знать жизненные циклы химической продукции в рамках производства композиционных материалов, Знать: основы использования сырья, технологические схемы, экологически безопасные способы производства материалов и утилизации отходов. Уметь определять проблемы, возникающие при разработке подходов к созданию полимерных композиционных материалов. Владеть методами системного анализа проблем, возникающих при разработке подходов к созданию полимерных композиционных материалов.

3. Объем дисциплины (модуля) составляет 2 зачетных единицы, всего 72 часа, из которых 52 часа составляет контактная работа магистранта с преподавателем (19 часов - занятия лекционного типа, 19 часов – занятия семинарского типа, 12 часов – индивидуальные консультации, 2 часа - мероприятия промежуточной аттестации), 20 часов составляет самостоятельная работа магистранта.

4. Входные требования для освоения дисциплины (модуля)

В бакалавриате должны быть освоены общие курсы «Физическая химия», «Органическая химия» и «Химия высокомолекулярных соединений». Должны быть успешно освоены естественнонаучные дисциплины в рамках образовательной программы бакалавра; изучение дисциплин данного модуля опирается на теоретические знания в области органической химии, физической химии и коллоидной химии, науки о высокомолекулярных соединениях, а также на практических навыках в области органической и физической химии.

5. Образовательные технологии.

Преподавание дисциплины проводится в форме авторского курса по программам, которые составлены на основе результатов исследований, полученных научными школами МГУ.

6. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и виды учебных занятий

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе								
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них					Самостоятельная работа обучающегося, часы из них			
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Групповые консультации	Индивидуальные консультации	Учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости	Всего	Выполнение домашних заданий	Подготовка рефератов и т.п..	Всего

Раздел 1. Теоретические основы композиционных материалов	12	2	2		4		8	4		4
Раздел 2. Компоненты композиционных материалов	36	14	14		4		32	4		4
Раздел 3. Получение композиционных материалов	14	3	3		4		10	4		4
Промежуточная аттестация - зачет	10						2			8
Итого	72	19	19		12	24	52	12		20

Содержание разделов:

Раздел 1. Теоретические основы композиционных материалов

Тема 1.1 Общие сведения о композиционных материалах

Тема 1.2 Применение композиционных материалов

Раздел 2. Компоненты композиционных материалов

Тема 2.1 Полимерные матрицы. Термореактивные и термопластичные матрицы. Полиэфирные смолы.

Тема 2.2. Эпоксидные смолы.

Тема 2.3. Термостойкие полимерные матрицы

Тема 2.4. Термопластичные матрицы

Тема 2.5. Стекловолоконные волокна

Тема 2.6. Углеродные волокна

Тема 2.7. Органические волокна.

Раздел 3. Получение композиционных материалов

Тема 3.1. Методы формования изделий из ПКМ

Тема 3.2. Контроль качества и обслуживание деталей из ПКМ

Тема 3.3. Вторичная переработка ПКМ

7. Учебно-методические материалы для самостоятельной работы магистрантов.

Магистрантам предоставляется программа курса, план занятий и перечень домашних заданий. По теме каждой лекции указывается материал в источниках из списков основной и вспомогательной литературы, а также из интернет-ресурсов. Магистранты также снабжаются инструкциями по работе с приборами, используемыми в физико-химическом анализе.

Примеры тем для рефератов:

- 1 Термопласты для ПКМ – особенности и области применения
- 2 Реактопласты для ПКМ – особенности и области применения
- 3 Высокотемпературные термопласты: свойства и области применения, перспективы
- 4 Вторичная переработка термопластичных матриц для ПКМ
- 5 Вторичная переработка термореактивных матриц для ПКМ
- 6 Термореактивные матрицы с обратимой трехмерной сшивкой
- 7 Возможности модификации волокон и полимерных матриц для повышения физико-механических свойств ПКМ
- 8 Композиционные материалы с металлической матрицей: особенности, свойства, методы получения и области применения
- 9 Керамические композиционные материалы: особенности, свойства, методы получения и области применения
- 10 Нанокompозиты: настоящее и будущее
- 11 Природные армирующие наполнители: свойства, применение, перспективы
- 12 Выбор способа формования для получения изделия из ПКМ с заданным уровнем свойств
- 13 Опыт применения ПКМ для усиления строительных конструкций
- 14 ПКМ и самолетостроение: опыт применения
- 15 Экологически чистые ПКМ - обзор и области применения
- 16 Композиционные материалы в судостроении – история, особенности применения, свойства и перспективы
- 17 История и современные тенденции применения ПКМ в автомобилестроении
- 18 Композиционные материалы в спортивной индустрии
- 19 Будущее ПКМ – новые перспективные направления применения
- 20 ПКМ в энергетике – особенности и области применения
- 21 Самозалечивающиеся композиционные материалы – возможности и свойства
- 22 Полимерные композиционные материалы с памятью формы для различных областей применения

- 23 Электроактивные полимерные матрицы – особенности, свойства и области применения
- 24 Электропроводные полимерные матрицы - особенности, свойства и области применения
- 25 Огнестойкие композиционные материалы – особенности и области применения
- 26 Самодиагностирующиеся полимерные композиционные материалы

8. Ресурсное обеспечение:

- Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Со всех компьютеров МГУ организован доступ к полным текстам научных журналов и книг на русском и иностранных языках. Доступ открыт по IP-адресам, логин и пароль не требуются: <http://nbmgu.ru/>

Основная литература

1. D. V. Miracle, S. L. Donaldson. Composites ASM Handbook Vol. 21. 2001, ASM International (Chicago).
2. F. C. Campbell. Manufacturing Processes for Advanced Composites. 2003. Elsevier (London).
3. F. C. Campbell. Structural composite materials. 2010. ASM International (Ohio)

Вспомогательная литература

Периодические научные реферируемые издания:

- Перечень используемых информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса, включая программное обеспечение, информационные справочные системы (при необходимости):
Compositeworld.com
- Описание материально-технической базы.

Занятия проводятся в специально оборудованных аудиториях, которые снабжены средствами мультимедиа презентаций и доступом в сеть Интернет.

9. Язык преподавания - русский

10. Преподаватель (преподаватели).

Ведущий научный сотрудник, кандидат химических наук Кепман Алексей Валерьевич, E-mail alexkep@mail.ru, тел. +79265676936

Старший научный сотрудник, кандидат химических наук Булгаков Борис Анатольевич, E-mail: bbulgakov@gmail.com, тел. +79267997075

Старший научный сотрудник, кандидат химических наук Бабкин Александр Владимирович, ababkin@inumit.ru, +79262717190
Младший научный сотрудник, кандидат химических наук Афанасьева Екатерина Сергеевна, katrine.news@gmail.com, +79162341689

Фонды оценочных средств, необходимые для оценки результатов обучения

Образцы оценочных средств для текущего контроля усвоения материала и промежуточной аттестации - зачета. На зачете проверяется достижение промежуточных индикаторов компетенций, перечисленных в п.2.

Образцы оценочных средств для текущего контроля усвоения материала.

• **контрольные вопросы:**

1. Определения и характеристики конструкционных и полимерных композиционных материалов.
2. Характеристики полимерных матриц и ПКМ на основе термопластов.
3. Характеристики полимерных матриц и ПКМ на основе реактопластов.
4. Связь химической структуры полимеров и свойств матриц на их основе.
5. Выбор армирующего наполнителя для полимерного композиционного материала.
6. Возможности модификации волокон и полимерных матриц для повышения физико-механических свойств ПКМ.
7. Эпоксидные смолы и отверждающие системы.
8. Влияние термопластичных модификаторов эпоксидных смол на фазовую морфологию отвержденных матриц.
9. Описание механизма действия модификаторов в эпоксидных смолах.
10. Механизм действия пластификаторов и антипластификаторов.
11. Синтез и модификация полиэфирных связующих.
12. Синтез и модификация бисмалеимидных связующих.
13. Сравнение свойств высокотемпературных связующих различного типа.
14. Термопластичные и терморезистивные фенольные связующие.
15. Синтез и модификация высокотемпературных термопластов.
16. Влияние армирующего наполнителя на свойства высокотемпературных термопластичных матриц
17. Синтез и модификация полиэтилена и полипропилена.
18. Синтез и условия карбонизации для получения углеродных волокон для композиционных материалов.
19. Классификация и возможности модификации углеродных волокон для ПКМ.
20. Классификация и возможности модификации стекло- и базальтовых волокон для ПКМ.
21. Синтез арамидных волокон для композиционных материалов.
22. Сравнение химической структуры и свойств органических волокон и ПКМ на их основе.

23. Классификация и возможности модификации волокон на основе сверхвысокомолекулярного полиэтилена для ПКМ.
24. Влияние природы, размера и условий введения дискретного наполнителя для повышения свойств ПКМ.
25. Природные армирующие наполнители: классификация и свойства ПКМ на их основе.
26. Влияние текстильной структуры на свойства ПКМ.
27. Описание установки пултрузии и особенности технологии получения ПКМ.
28. Описание установки экструзии и особенности технологии получения ПКМ.
29. Отличия технологий литья термопластов и терморектопластов.
30. Описание технологии прессования ПКМ.
31. Сравнение уровня свойств изделий, полученных вакуумным и автоклавными методами формования ПКМ.
32. ПКМ и усиление строительных конструкций: опыт применения.
33. Применение ПКМ в судостроении.
34. Применение ПКМ в авиастроении.
35. Направления развития технологии получения и переработки композиционных материалов.
36. Утилизация и вторичная переработка ПКМ. Как изменяет величину вязкости введение в состав стекла тугоплавких оксидов Al_2O_3 , SiO_2 , ZrO_2 .
37. Какое место занимают керамические волокна в общей иерархии промышленно производимых волокон?
38. В чем отличие оксидных керамических волокон от стеклянных волокон?
39. Как можно классифицировать оксидные керамические волокна?
40. Волокна из каких оксидов относятся к высокотемпературным?
41. Какие химические реакции используются для получения акрилонитрила? Какие из них нашли применение в промышленности и почему?
42. Какие способы полимеризации существуют для акрилонитрила? Опишите их особенности, недостатки и преимущества. Укажите какие способы полимеризации используются в промышленности.
43. Опишите механизм радикальной полимеризации в растворе.
44. Как различается процесс приготовления прядильного раствора из полимера полученного различными способами синтеза.
45. Какие растворители используются для получения ПАН волокон? Опишите их преимущества и недостатки.
46. Опишите различные способы формования ПАН волокон и их особенности. Как отличается по свойствам волокно, полученное различными способами формования?
47. Какие стадии включает процесс формования и последующей обработки волокна? В чем их назначение?
48. Опишите процессы, протекающие при коагуляции и влияние параметров процесса на получаемые волокна.
49. Дать определение полимерным композиционным материалам, привести примеры различных ПКМ и наполнителей.

50. Объясните отличие армированных ПКМ от дисперсно - наполненных и особенности принципов определения их технических характеристик.
51. Укажите основные методы анализа свойств связующих и препрегов.
52. Перечислите основные механические свойства композиционных материалов.
53. Какие показатели механических свойств можно определить при испытании на растяжение?
54. Как исключить проскальзывание и раздавливание образца в захватах испытательной машины ?
55. Как рассчитывают коэффициент Пуассона при одноосном растяжении армированных композиционных материалов?
56. Какие полимеры называются термопластичными, терморезактивными? Приведите примеры.
57. Каковы температурные зависимости прочностных характеристик термопластичных и терморезактивных полимеров?
58. Что называется термомеханической кривой и какова она для полимеров с разной структурой?
59. Какое влияние на свойства композиционного материала оказывают волокна бора?
60. В чем отличие терморезактивных матриц от термопластичных? Приведите примеры.
61. Каковы виды и степень ориентации наполнителя в композициях?
62. Каковы основные микромеханические аспекты взаимодействия компонентов ПКМ?
63. Каковы стадии получения, свойства и применение карбид-кремниевых волокон?
64. Каковы стадии получения, свойства и применение арамидных волокон?
65. Каково влияние свойств связующего на прочность волокон в композиционных материалах?
66. Каковы стадии получения, свойства и применение нанокомпозитов из керамики и полимеров.
67. Каковы стадии получения, свойства и применение материалов с сетчатой структурой?
68. Каковы стадии получения, свойства и применение слоистых нанокомпозитов?
69. Примеры использования полимеров и углеродных нанотрубок в композиционных материалах.
70. Какие типы ненасыщенных полиэфирных смол вы знаете? Как отверждают ненасыщенные полиэфирные смолы?
71. Перечислите основные факторы, определяющие физико – механические свойства арамидных волокон.
72. Какова химическая структура арамидных волокон?
73. Каковы преимущества гетерогенных полимерных композиций по сравнению с гомогенными полимерами:
74. Каковы стадии получения, свойства и применение стеклопластиков?
75. Каковы стадии получения, свойства и применение борвольфрамных волокон?
76. Каковы способы и цель обработки поверхности волокон? Виды замасливателей и аппретов?
77. Что такое премиксы, препреги?
78. Каковы стадии получения, свойства и применение полимерных волокон?
79. Каково влияние адгезии на границе раздела наполнитель – полимер на свойства композиционных материалов?
80. Какие виды сырья используются для производства углеродных волокон?

Методические материалы для проведения процедур оценивания результатов обучения

Шкала оценивания знаний, умений и навыков является единой для всех дисциплин (приведена в таблице ниже)

ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)				
Оценка Результат	2	3	4	5
Знания	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
Умения	Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности непринципиального характера)	Успешное и систематическое умение
Навыки (владения)	Отсутствие навыков	Наличие отдельных навыков	В целом, сформированные навыки, но не в активной форме	Сформированные навыки, применяемые при решении задач

РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)	ФОРМА ОЦЕНИВАНИЯ
Знать жизненные циклы химической продукции в рамках производства композиционных материалов, Знать: основы использования сырья, технологические схемы, экологически безопасные способы производства материалов и утилизации отходов.	мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на зачете
Уметь формулировать рекомендации по комплексному использованию сырья при производстве композиционных материалов, Уметь: анализировать жизненный цикл химической продукции, Уметь: выбирать экологически безопасные способы производства целевого продукта. Уметь определять проблемы, возникающие при разработке подходов к созданию полимерных композиционных материалов.	мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на зачете
Владеть способами оптимизации технологических схем производства композиционных мате-	мероприятия текущего контроля

<p>риалов, Владеть: методами утилизации отходов, экономическими аспектами использования сырья. Владеть методами системного анализа проблем, возникающих при разработке подходов к созданию полимерных композиционных материалов.</p>	<p>успеваемости, устный опрос на за- чете</p>
--	---