

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

**«ИВАНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Факультет органической химии и технологии

Кафедра химии и технологии высокомолекулярных соединений



Утверждаю:

проректор по научной работе

С.А. Сырбу

20 / 16 г.

Рабочая учебная программа дисциплины
Мембранные полимерные материалы

Направление подготовки	04.06.01 Химические науки
Профиль подготовки	Высокомолекулярные соединения
Уровень высшего образования	Подготовка кадров высшей квалификации
Квалификация выпускника	Исследователь. Преподаватель-исследователь
Форма обучения	очная

Иваново, 2016

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины являются изучение взаимосвязи свойств полимеров и структуры разделительных мембран, их влияние на транспорт молекул и ионов через мембрану, формирование у аспирантов методологического подхода к выбору сырья и материалов, необходимых для создания мембран, обладающих заданным комплексом эксплуатационных свойств.

2. Место дисциплины в структуре ООП аспирантуры

Дисциплина относится к вариативной части блока 1 базируется на результатах изучения дисциплин бакалавриата и магистратуры, в том числе математики, физики, механики, общей, органической, физической, коллоидной химии; дисциплин профессионального цикла, в том числе процессов и аппаратов химической технологии, общей химической технологии, химии мономеров, химии и физикохимии полимеров, физики полимеров. Для успешного усвоения дисциплины аспирант должен

знать:

- основные понятия и методы математического анализа, линейной алгебры, дискретной математики, теории дифференциальных уравнений и элементов теории уравнений математической физики, теории вероятностей и математической статистики, математических методов решения профессиональных задач;
- принципы классификации и номенклатуру органических соединений; строение органических соединений;
- основные этапы качественного и количественного химического анализа; теоретические основы и принципы химических и физико-химических методов анализа; методы разделения и концентрирования веществ; методы метрологической обработки результатов анализа;
- начала термодинамики и основные уравнения химической термодинамики; методы термодинамического описания химических и фазовых равновесий в многокомпонентных системах; термодинамику растворов;
- основные понятия и соотношения термодинамики поверхностных явлений и дисперсных систем;
- основополагающие понятия и методы статики, кинематики, расчетов на прочность и жесткость упругих тел;
- основы переноса импульса, тепла и массы; принципы физического моделирования химико-технологических процессов; основные уравнения движения жидкостей; основы теории теплопередачи; основы теории массопередачи в системах со свободной и неподвижной границей раздела фаз.

уметь:

- применять математические методы при решении типовых профессиональных задач;
- работать в качестве пользователя персонального компьютера, использовать внешние носители информации для обмена данными между машинами, создавать резервные копии и архивы данных и программ, использовать численные методы для решения математических задач;
- использовать основные химические законы, термодинамические справочные данные и количественные соотношения химии для решения профессиональных задач;
- проводить расчеты с использованием основных соотношений термодинамики;
- определять характер движения жидкостей и газов; основные характеристики процессов тепло и массопередачи;

владеть:

- методами построения математической модели типовых профессиональных задач и содержательной интерпретации полученных результатов;
- методами поиска и обмена информацией в глобальных и локальных компьютерных сетях, техническими и программными средствами защиты информации при работе с компьютерными системами;

- навыками вычисления тепловых эффектов химических реакций при заданной температуре в условиях постоянства давления или объема;
- теоретическими методами описания свойств простых и сложных веществ на основе электронного строения их атомов и положения в Периодической системе химических элементов, экспериментальными методами определения физико-химических параметров веществ, методами механики;

- 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:**
- способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1);
 - способность устанавливать актуальность проблемы в области высокомолекулярных соединений и в смежных областях (ПК-1);
 - способность выбрать методологию и технику исследования в области высокомолекулярных соединений адекватно поставленной проблеме и правильно их использовать (ПК-2);
 - способность адаптировать и обобщать результаты современных исследований в области высокомолекулярных соединений для целей преподавания (ПК-3);
 - способность адаптировать и обобщать результаты современных исследований в области высокомолекулярных соединений для решения производственных проблем (ПК-4);
 - способность адаптировать и обобщать результаты современных исследований в области высокомолекулярных соединений для совершенствования стратегий развития предприятий и организаций отрасли (ПК-5);

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать:

- основы мембранных процессов разделения;
- классификацию мембран и мембранных процессов;
- применение полимеров в качестве мембранных материалов;
- закономерности транспорта в непористых полимерных мембранах;
- влияние химической структуры на транспортные свойства полимеров;
- микроструктуру полимеров и ее влияние на процессы массопереноса.

уметь:

- применять полученные знания при выборе полимеров и полимерных композиций для создания мембран;
- применять методы проведения стандартных испытаний по определению свойств полимерных мембран;
- применять полученные знания для обоснования конкретного технического решения при разработке технологических процессов, выборе технических средств и технологии;

владеть:

- методами получения мембранных материалов
- методами проведения стандартных испытаний по определению свойств мембран.

Планируемые результаты обучения - знания, умения, навыки и опыт деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций и обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения образовательной программы приведены в приложении А к данной рабочей программе.

4. Структура дисциплины Мембранные полимерные материалы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 часов.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
		5			
Аудиторные занятия (всего)	36	36			
В том числе:					
Лекции	20	20			
Семинары (С)	16	16			
Самостоятельная работа (всего)	108	108			
В том числе:					
Реферат	28	28			
Подготовка к текущим занятиям (семинарам)	40	40			
Подготовка к зачету	40	40			
Вид аттестации (зачет, экзамен)	Зачет с оценкой	Зачет с оценкой			
Общая трудоемкость	час	144	144		
	зач. ед.	4	4		

5. Содержание дисциплины

Мембранные полимерные материалы

1. Введение в мембранные процессы разделения. Классификация мембран и мембранных процессов.

Классификация мембран. Особенности морфологии мембран. Основные характеристики мембран. Движущая сила мембранных процессов (градиент давления, концентрации, температуры, электрического потенциала) и соответствующие процессы: баромембранные (микрофильтрация, ультрафильтрация, обратный осмос), диффузионные (газоразделение, диализ, первапорация), термомембранные (мембранная дистилляция), электромембранные (электродиализ, электролиз).

2. Области применения мембран. Устройства для управляемого выделения веществ, коллекторные мембраны, селективные мембранные электроды и т.д.

3. Полимеры, используемые для создания мембран. Нейтральные полимеры, Ионообменные полимеры, модифицированные полимеры и полимерные композиции. Важнейшие характеристики полимеров для мембран. Влияние химической структуры на транспортные свойства полимеров. Высокопроницаемые и барьерные полимеры. Принципы их структурной организации. Влияние отдельных групп на соотношение проницаемость – селективность. Транспортные параметры, как аддитивные характеристики

4. Микроструктура полимера и ее влияние на процессы массопереноса.

Теория свободного объема. Основные определения. Свободный объем в высокоэластичных и стеклообразных полимерах. Зондовые методы исследования микроструктуры полимеров. Метод аннигиляции позитронов. Общие представления о моделировании структуры полимеров, процессов сорбции и диффузии. Связь данных зондовых и расчетных методов с транспортными параметрами. Связь энергии активации со свободным объемом.

5. Транспорт в непористых полимерных мембранах.

Механизм «растворения-диффузии» малых молекул в непористых полимерных мембранах. Коэффициенты проницаемости, диффузии, растворимости, селективность. Экспериментальные методы определения транспортных параметров. Связь транспортных параметров со свойствами газов и паров. Связь транспортных параметров с физическими свойствами полимеров. Контролируемый термодинамическими и диффузионными факторами массоперенос: принципы выбора мембранных материалов. Влияние температуры на транспортные параметры. Влияние давления на транспортные параметры. Модели сорбции газов и паров. Эффекты воздействия диффузантов на параметры процесса - пластификация и конкурентная сорбция.

Разделы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекц.	Практ. зан.	Лаб. зан.	Семина	СРС	Всего час.
1	Введение в мембранные процессы разделения. Классификация мембран и мембранных процессов	4				25	29
2	Области применения мембран.	2			1	23	26
3	Полимеры, используемые для создания мембран	4			5	20	29
4	Микроструктура полимера и ее влияние на процессы массопереноса	6			5	20	31
5	Транспорт в непористых полимерных мембранах	4			5	20	29

6. Практические занятия (семинары)

- Области применения мембран. Устройство мембранных модулей.
- Полимеры, используемые для создания мембран.
 - высокопроницаемые и барьерные полимеры;
 - принципы структурной организации высокопроницаемых и барьерных полимеров;
 - влияние отдельных групп на соотношение проницаемость – селективность;
 - транспортные параметры, как аддитивные характеристики
- Микроструктура полимера и ее влияние на процессы массопереноса.
 - зондовые методы исследования микроструктуры полимеров;
 - связь данных зондовых и расчетных методов с транспортными параметрами.
- Транспорт в непористых полимерных мембранах
 - коэффициенты проницаемости, диффузии, растворимости, селективность.
 - влияние давления на транспортные параметры. Модели сорбции газов и паров. Эффекты воздействия диффузантов на параметры процесса - пластификация и конкурентная сорбция.

7. Самостоятельная работа

При организации внеаудиторной самостоятельной работы по данной дисциплине преподавателю рекомендуется использовать следующие ее формы:

- выполнение домашних заданий разнообразного характера. Это - подбор и изучение литературных источников; подбор иллюстративного и описательного материала по отдельным разделам курса в сети Интернет.
- написание реферата, направленное на развитие у аспирантов навыков подбора и анализа литературных или иных источников информации по заданной теме.

Целью самостоятельной работы аспирантов является дополнительное углубление изучения лекционного материала по учебникам, монографиям и методическим пособиям. Аспирантам

предлагается изучить отдельные разделы курса по списку основной и дополнительной литературы.

8. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю) приведен в приложении Б к данной рабочей программе.

9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля):

а) основная литература:

1. Тагер, А. А. Физико-химия полимеров / под ред. А. А. Аскадского .- Изд.-4, перераб. и доп. .- М.: Научный мир, 2007 .- 576 с.
2. Николаев А.Ф., Крыжановский В.К., Бурлов В.В. и др. Технология полимерных материалов. СПб.: Профессия, 2008. 544 с.
3. Кестинг Р.Е. Синтетические полимерные мембраны. – М.: Химия , 1991. - 336с.

б) дополнительная литература:

1. Семчиков Ю.Д. Высокомолекулярные соединения. М.: Издательский центр «Академия», 2003. 368 с.
2. Куренков, В. Ф. Практикум по химии и физике высокомолекулярных соединений : учеб. пособие для хим.-технол. вузов .- М.: КолосС, 2008 .- 395 с.
3. Аскадский А. А. Введение в физико-химию полимеров. - М. : Науч. мир, 2009. - 384 с.
4. Рейтлингер С.А. Проницаемость полимерных материалов.- М.: Химия, 1974, 269 с.
5. Хванг С.Т., Каммермейер К. Мембранные процессы разделения. М.: Химия, 1981.- 464с.
6. Грелльман В., Зайдлер С. Испытания пластмасс, С-Петербург, Профессия, 2010, - 715 с.

в) программное обеспечение

- СИСТЕМНЫЕ ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА: Microsoft Windows XP, Microsoft Vista
- ПРИКЛАДНЫЕ ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА: Microsoft Office 2007 Pro, FireFox

г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" (далее - сеть "Интернет"), необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. Аналитический портал химической промышленности - <http://www.newchemistry.ru/>
2. Химик. Сайт о химии - <http://www.xumuk.ru/>
3. Химический факультет МГУ - <http://www.chem.msu.ru/rus/weldept.html>
4. Портал с лекциями, учебно-методическими материалами МГУ им. М.В.Ломоносова - <http://www.chem.msu.ru/rus/elibrary/welcome.html>

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

12. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Практические занятия проводятся с демонстрацией исследовательского оборудования, имеющегося на кафедре Х и ТВМС ИГХТУ.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

Заведующий кафедрой ХиТВМС



Койфман О.И.

Программа одобрена на заседании кафедры № протокола 5 от 15.11 2016 г.

ПАСПОРТА

Компетенции УК – 1

способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе, в междисциплинарных областях.

Компетенции ПК-1

способность устанавливать актуальность проблемы в области высокомолекулярных соединений и в смежных областях

Компетенции ПК-2

способность выбрать методологию и технику исследования в области высокомолекулярных соединений адекватно поставленной проблеме и правильно их использовать

Компетенции ПК-3

способность адаптировать и обобщать результаты современных исследований в области высокомолекулярных соединений для целей преподавания

Компетенции ПК-4

способность адаптировать и обобщать результаты современных исследований в области высокомолекулярных соединений для решения производственных проблем

Компетенции ПК-5

способность адаптировать и обобщать результаты современных исследований в области высокомолекулярных соединений для совершенствования стратегий развития предприятий и организаций отрасли

при освоении ООП ВО

Направление подготовки	04.06.01 Химические науки
Профиль подготовки	Высокомолекулярные соединения
Уровень высшего образования	Подготовка кадров высшей квалификации
Квалификация выпускника	Исследователь. Преподаватель-исследователь
Форма обучения	очная

ПАСПОРТ компетенции УК – 1

1. Определение, содержание и основные сущностные характеристики компетенции

Вид и код компетенции: универсальная, УК – 1

Содержание: способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе, в междисциплинарных областях.

2. Принятая структура компетенции

	Выпускник должен	Результаты обучения, выраженные в действиях выпускника
1.	знать: основные методы научно-исследовательской деятельности, методы критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе, в междисциплинарных областях.	Характеризует и классифицирует основные методы научно-исследовательской деятельности, раскрывает содержание различных методологических программ современной философии науки, оценивает достижения естественных наук с точки зрения философской методологии.
2.	уметь: проводить системный анализ конкретно-научных и социальных проблем с позиций философской методологии; логически последовательно излагать и обосновывать свою точку зрения.	Проводит анализ конкретно-научных и социальных проблем с позиций философской методологии и логики, выявляет различия теоретических позиций и ценностных установок оппонентов, приводит аргументы в защиту собственной точки зрения в ходе дискуссии.
3.	владеть: категориальным аппаратом философии науки; методами систематизации научной информации и содержательной интерпретации полученных результатов.	Критически оценивает современные научные достижения, генерирует новые идеи в ходе решения практических задач, содержательно интерпретирует полученные результаты, оценивает роль философских категорий в развитии науки.

3. Планируемые уровни (этапы) сформированности компетенции

	Уровни сформированности компетенции	Содержательное описание уровня	Отличительные признаки уровня
1	Минимальный уровень	Аспирант имеет фрагментарные представления об основных методах научно-исследовательской работы; обладает частично освоенным умением анализировать научные проблемы с позиций философской методологии, владеет начальными навыками сбора и систематизации научной информации.	Называет основные критерии научного знания и научной методологии, правильно использует логические методы анализа научных проблем, формулирует свою точку зрения в учебной дискуссии.
2	Базовый уровень	Аспирант имеет сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления о методах критического анализа и оценки современных научных достижений; в основном успешно осуществляет анализ конкретно-научных и социальных проблем с позиций философской методологии; владеет навыками систематизации информации по теме исследования.	Характеризует методы критики и оценки современных научных достижений; осуществляет самостоятельный анализ научно-философских и социальных проблем, обрабатывает и систематизирует информацию

			по теме исследования
3	Продвинутый уровень	Аспирант имеет сформированные систематические представления об основных методах исследования и критической оценки современных научных достижений; обладает полностью освоенным умением анализа конкретно-научных и социальных проблем с позиций философской методологии; успешно использует методы генерирования новых идей при решении исследовательских задач, в том числе, в междисциплинарных областях.	Раскрывает содержание научно-философских методов исследования в их взаимосвязи; избегает применения стандартных формул и приемов при анализе и оценке научных достижений; предлагает новые идеи и решения практических задач и теоретических проблем.

4. Календарный график и возможные траектории формирования компетенции при освоении ООП ВО

Блоки освоения ООП	Участвующие в формировании данной компетенции разделы ООП, учебные дисциплины, модули, практики	Курсы							
		1 курс		2 курс		3 курс		4 курс	
		1 семестр	2 семестр	3 семестр	4 семестр	5 семестр	6 семестр	7 семестр	8 семестр
Б1.Б.1	Иностранный язык	+	+						
Б1.Б.2	История и философия науки	+	+						
Б1.В.ОД.5	Высокомолекулярные соединения				+				
Б1.В.ДВ.1.1	Избранные главы коллоидной химии полимеров			+					
Б1.В.ДВ.1.2	Межфазные явления в полимерных материалах			+					
Б1.В.ДВ.2.1	Мембранные полимерные материалы					+			
Б1.В.ДВ.2.2	Функциональные полимерные материалы					+			
Б3.1	Научные исследования	+	+	+	+	+	+	+	+

Документ составлен в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 04.06.01 Химические науки и профилю Высокомолекулярные соединения.

ПАСПОРТ компетенции ПК-1

1. Определение, содержание и основные сущностные характеристики компетенции

Вид и код компетенции: профессиональная компетенция, ПК-1;

Содержание: способность устанавливать актуальность проблемы в области высокомолекулярных соединений и в смежных областях

2. Принятая структура компетенции

	Выпускник должен	Результаты обучения, выраженные в действиях выпускника
1.	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методы синтеза олигомеров, в ряде случаев специальных мономеров, полимеров и сополимеров - способы целенаправленного регулирования их строения и модификации функций химическими и физическими методами - технологии первичной и вторичной переработки полимерных материалов 	<p>Знает методы синтеза олигомеров, полимеров и сополимеров, в ряде случаев специальных мономеров.</p> <p>Имеет представление о способах целенаправленного регулирования строения олигомеров, полимеров и сополимеров и модификации их функций химическими и физическими методами.</p> <p>Знает технологии, применяемые для первичной и вторичной переработки полимерных материалов.</p>
	<p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - анализировать информацию по методам синтеза и переработки полимеров; - выделять наиболее значимые и перспективные направления в синтезе олигомеров, полимеров и сополимеров; - выбирать наиболее перспективные технологии переработки полимерных материалов. 	<p>Анализирует публикации профильных журналов, информацию интернет-источников по методам синтеза и переработки полимеров.</p> <p>Выделяет наиболее значимые и перспективные направления в синтезе олигомеров, полимеров и сополимеров</p> <p>Может выбрать наиболее перспективные технологии переработки полимерных материалов.</p>
3.	<p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методами синтеза олигомеров, специальных мономеров, полимеров и сополимеров; - способами целенаправленного регулирования их строения и модификации функций химическими и физическими методами; - знаниями в области технологий, применяемых для первичной и вторичной переработки полимерных материалов. 	<p>Может осуществить синтез олигомеров, специальных мономеров, полимеров и сополимеров.</p> <p>Может предложить способ целенаправленного регулирования строения олигомеров, специальных мономеров, полимеров и сополимеров и модификации их функций химическими и физическими методами</p> <p>Может предложить технологию для первичной и вторичной переработки полимерных материалов.</p>

3. Планируемые уровни сформированности компетенции у выпускников

	Уровни сформированности компетенции	Содержательное описание уровня	Отличительные признаки уровня
1.	Минимальный уровень	<p>Знает основные методы синтеза олигомеров, специальных мономеров, полимеров и сополимеров.</p> <p>Анализирует информацию по методам синтеза и переработки полимеров.</p> <p>Имеет достаточное представление о способах целенаправленного регулирования строения олигомеров, специальных мономеров, полимеров и сополимеров и модификации их функций химическими и физическими методами.</p> <p>Знает основные технологии, применяемые для первичной и вторичной переработки полимерных материалов.</p>	<p>Самостоятельно осуществляет синтез олигомеров, специальных мономеров, полимеров и сополимеров по известным методикам.</p> <p>Владеет навыками анализа информации по методам синтеза и переработки полимеров.</p> <p>Может осуществить регулирование строения олигомеров, специальных мономеров, полимеров и сополимеров и модификацию их свойств по известным методикам.</p> <p>Может выбрать технологию для первичной и вторичной переработки полимерных материалов.</p>
2.	Базовый уровень	<p>Знает основные и современные методы синтеза олигомеров, специальных мономеров, полимеров и сополимеров.</p> <p>Анализирует информацию по методам синтеза и переработки полимеров.</p> <p>Имеет достаточное глубокое представление о способах целенаправленного регулирования строения олигомеров, специальных мономеров, полимеров и сополимеров и модификации их функций химическими и физическими методами.</p> <p>Знает основные и современные технологии, применяемые для первичной и вторичной переработки полимерных материалов.</p>	<p>Самостоятельно осуществляет синтез олигомеров, специальных мономеров, полимеров и сополимеров по известным или усовершенствованным методикам.</p> <p>Владеет навыками анализа информации по методам синтеза и переработки полимеров. Выделяет наиболее значимые и перспективные направления в синтезе олигомеров, полимеров и сополимеров, и методах их переработки.</p> <p>Может осуществить регулирование строения олигомеров, специальных мономеров, полимеров и сополимеров и модификацию их свойств по известным и усовершенствованным методикам.</p> <p>Может обоснованно выбрать технологию для первичной и вторичной переработки полимерных материалов.</p>
3.	Продвинутый уровень	Имеет глубокие знания об основных и современных мето-	Самостоятельно осуществляет синтез олигомеров, специальных

	<p>дах синтеза олигомеров, специальных мономеров, полимеров и сополимеров.</p> <p>Анализирует информацию по методам синтеза и переработки полимеров отечественной и зарубежной литературе, владеет навыками патентного поиска.</p> <p>Имеет глубокое представление о способах целенаправленного регулирования строения олигомеров, специальных мономеров, полимеров и сополимеров и модификации их функций химическими и физическими методами.</p> <p>Знает основные и современные технологии, применяемые для первичной и вторичной переработки полимерных материалов.</p>	<p>мономеров, полимеров и сополимеров по известным или усовершенствованным методикам, разрабатывает новые методики синтеза.</p> <p>Активно использует навыки анализа информации по методам синтеза и переработки полимеров. Выделяет наиболее актуальные проблемы в синтезе олигомеров, полимеров и сополимеров, и методах их переработки.</p> <p>Самостоятельно осуществляет регулирование строения олигомеров, специальных мономеров, полимеров и сополимеров и модификацию их свойств по известным и усовершенствованным методикам, предлагает новые методики.</p> <p>Может обоснованно выбрать технологию для первичной и вторичной переработки полимерных материалов и разработать технологический регламент.</p>
--	---	--

4. Календарный график и возможные траектории формирования компетенции при освоении ООП ВО

Блоки освоения ООП	Участвующие в формировании данной компетенции разделы ООП, учебные дисциплины, модули, практики	Курсы							
		1 курс		2 курс		3 курс		4 курс	
		1 семестр	2 семестр	3 семестр	4 семестр	5 семестр	6 семестр	7 семестр	8 семестр
Б1.В.ОД.5	Высокомолекулярные соединения				+				
Б1.В.ДВ.1.1	Избранные главы коллоидной химии полимеров			+					
Б1.В.ДВ.1.2	Межфазные явления в полимерных материалах			+					
Б1.В.ДВ.2.1	Мембранные полимерные материалы					+			
Б1.В.ДВ.2.2	Функциональные полимерные материалы					+			
Б2.2	Научно-производственная практика				+		+		
Б3.1	Научные исследования	+	+	+	+	+	+	+	+

Документ составлен в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 04.06.01 Химические науки и профилю Высокомолекулярные соединения

ПАСПОРТ компетенции ПК-2

1. Определение, содержание и основные сущностные характеристики компетенции

Вид и код компетенции профессиональная компетенция, ПК-2;

Содержание: способность выбрать методологию и технику исследования в области высокомолекулярных соединений адекватно поставленной проблеме и правильно их использовать

2. Принятая структура компетенции

	Выпускник должен	Результаты обучения, выраженные в действиях выпускника
1.	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методы синтеза олигомеров, полимеров, способы целенаправленного регулирования их строения и модификации; - технологии первичной и вторичной переработки полимерных материалов; - теоретические основы проведения экспериментальных исследований химических, физических и эксплуатационных свойств веществ и материалов; - методы анализа и обработки результатов с целью решения исследовательских задач. 	<p>Знает методы синтеза олигомеров, полимеров, способы целенаправленного регулирования их строения и модификации</p> <p>Имеет представление о технологиях, применяемые для первичной и вторичной переработки полимерных материалов.</p> <p>Знает теоретические основы проведения экспериментальных исследований химических, физических и эксплуатационных свойств веществ и материалов.</p> <p>Знает методы анализа и обработки результатов исследований с целью решения исследовательских задач.</p>
	<p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - анализировать информацию и выделять наиболее значимые и перспективные направления по методам синтеза, модификации и переработки полимеров; - выбирать наиболее перспективные технологии переработки полимерных материалов. - проводить экспериментальные исследования химических, физических и эксплуатационных свойств веществ и материалов; - использовать российские и зарубежные нормативные материалы для анализа свойств полимеров. 	<p>Анализирует публикации профильных журналов, информацию интернет-источников по методам синтеза и переработки полимеров. Выделяет наиболее значимые и перспективные направления в синтезе, модификации и переработке полимеров</p> <p>Проводит экспериментальные исследования химических, физических и эксплуатационных свойств веществ и материалов, используя российские и зарубежные нормативные материалы</p>
3.	<p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методами синтеза олигомеров, полимеров, способами целенаправленного регулирования их строения и модификации; - знаниями по технологиям первичной и вторичной переработки полимерных материалов; - теоретическими основами проведения экспериментальных исследований химических, физические 	<p>Может осуществить синтез олигомеров, полимеров, целенаправленно регулировать их строение и модификацию свойств.</p> <p>Может предложить технологию для первичной и вторичной переработки полимерных материалов.</p> <p>Владеет теоретическими основами проведения экспериментальных исследований химических, физических и эксплуатационных свойств ве-</p>

ских и эксплуатационных свойств веществ и материалов; - методами анализа и обработки результатов с целью решения исследовательских задач.	ществ и материалов. Может выполнить анализ и обработать результаты исследований.
--	---

3. Планируемые уровни сформированности компетенции у выпускников

Уровни сформированности компетенции	Содержательное описание уровня	Отличительные признаки уровня
1. Минимальный уровень	Владеет методами синтеза олигомеров, полимеров, знает способы целенаправленного регулирования их строения и модификации; Знает основные технологии первичной и вторичной переработки полимерных материалов; Знает теоретические основы проведения стандартных экспериментальных исследований химических, физических и эксплуатационных свойств веществ и материалов; Владеет основными методами анализа и обработки результатов с целью решения исследовательских задач.	Самостоятельно осуществляет синтез олигомеров и полимеров, регулирование строения и модификацию их свойств по известным методикам. Характеризует основные технологии для первичной и вторичной переработки полимерных материалов. Владеет теоретическими основами проведения стандартных экспериментальных исследований химических, физических и эксплуатационных свойств веществ и материалов Самостоятельно выполняет анализ и обработку результатов с целью решения исследовательских задач.
2. Базовый уровень	Владеет методами синтеза олигомеров, полимеров, знает способы целенаправленного регулирования их строения и модификации; Знает основные и современные технологии первичной и вторичной переработки полимерных материалов; Знает теоретические основы проведения стандартных и современных экспериментальных исследований химических, физических и эксплуатационных свойств веществ и материалов; Владеет основными и современными методами анализа и обработки результатов с целью решения исследовательских задач.	Самостоятельно осуществляет синтез олигомеров и полимеров, регулирование строения и модификацию их свойств по известным и новым методикам. Характеризует основные и современные технологии для первичной и вторичной переработки полимерных материалов. Владеет теоретическими основами проведения стандартных и современных экспериментальных исследований химических, физических и эксплуатационных свойств веществ и материалов Самостоятельно выполняет анализ и обработку результатов с целью решения исследовательских задач.
3. Продвинутый уровень	Владеет методами синтеза олигомеров, полимеров, знает способы целенаправленного регулирования их строения и мо-	Самостоятельно осуществляет синтез олигомеров и полимеров, регулирование строения и модификацию их свойств по извест-

	<p>дификации, разрабатывает новые методики.</p> <p>Имеет глубокие знания об основных и современных технологиях первичной и вторичной переработки полимерных материалов;</p> <p>Имеет глубокие знания по теоретическим основам проведения стандартных и современных экспериментальных исследований химических, физических и эксплуатационных свойств веществ и материалов;</p> <p>Владеет основными и современными методами анализа и обработки результатов с целью решения исследовательских задач.</p>	<p>ным и лично разработанным методикам.</p> <p>Критически анализирует и характеризует основные и современные технологии для первичной и вторичной переработки полимерных материалов.</p> <p>Творчески применяет знания по теоретическим основам проведения стандартных и современных экспериментальных исследований химических, физических и эксплуатационных свойств веществ и материалов</p> <p>Способен использовать компьютерные программы и специальные программные приложения, прилагаемые к современному исследовательскому и технологическому оборудованию с целью анализа, обработки полученных результатов.</p>
--	---	---

4. Календарный график и возможные траектории формирования компетенции при освоении ООП ВО

Блоки освоения ООП	Участвующие в формировании данной компетенции разделы ООП, учебные дисциплины, модули, практики	Курсы							
		1 курс		2 курс		3 курс		4 курс	
		1 семестр	2 семестр	3 семестр	4 семестр	5 семестр	6 семестр	7 семестр	8 семестр
Б1.В.ОД.5	Высокомолекулярные соединения				+				
Б1.В.ДВ.1.1	Избранные главы коллоидной химии полимеров			+					
Б1.В.ДВ.1.2	Межфазные явления в полимерных материалах			+					
Б1.В.ДВ.2.1	Мембранные полимерные материалы					+			
Б1.В.ДВ.2.2	Функциональные полимерные материалы					+			
Б2.2	Научно-производственная практика				+		+		
Б3.1	Научные исследования	+	+	+	+	+	+	+	+

Документ составлен в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 04.06.01 Химические науки и профилю Высокомолекулярные соединения

ПАСПОРТ компетенции ПК-3

1. Определение, содержание и основные сущностные характеристики компетенции

Вид и код компетенции: профессиональная компетенция, ПК-3;

Содержание: способность адаптировать и обобщать результаты современных исследований в области высокомолекулярных соединений для целей преподавания

2. Принятая структура компетенции

	Выпускник должен	Результаты обучения, выраженные в действиях выпускника
1.	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные понятия, концепции, теории в области высокомолекулярных соединений; - современные методы синтеза и модификации полимеров; - современные технологии первичной и вторичной переработки полимерных материалов; 	<p>Формулирует определения основных предметных понятий, раскрывает их содержание, характеризует концепции и теории.</p> <p>Знает методы синтеза и модификации полимеров, применяемые в условиях производства.</p> <p>Знает современные технологии переработки полимерных материалов в изделия, технологии, применяемые для вторичного использования полимеров.</p>
	<p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - критически анализировать обобщать информацию по методам синтеза и переработки полимеров; - применять современные научные и технологические разработки в преподавании учебных дисциплин; 	<p>Анализирует и обобщает информацию из профильных журналов, интернет-источников по методам синтеза и переработки полимеров.</p> <p>разрабатывает компетентностно-ориентированную рабочую программу учебной дисциплины с учетом современных достижений в области синтеза и переработки высокомолекулярных соединений.</p>
3.	<p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методами синтеза и модификации полимеров; - знаниями о современных технологиях первичной и вторичной переработки полимерных материалов; - опытом применения теоретических предметных знаний и умений в практике преподавательской деятельности по направлению подготовки 	<p>Может обучать основным методам синтеза и модификацию полимеров в условиях лаборатории.</p> <p>Может охарактеризовать современные технологии для первичной и вторичной переработки полимерных материалов.</p> <p>Осуществляет проведение различных форм учебной работы со студентами.</p>

3. Планируемые уровни сформированности компетенции у выпускников

	Уровни сформированности компетенции	Содержательное описание уровня	Отличительные признаки уровня
1.	Минимальный уровень	<p>Знает основные методы синтеза и модификации полимеров.</p> <p>Знает основные технологии первичной и вторичной переработки полимерных материалов.</p> <p>Знает основные понятия, концепции, теории в области высокомолекулярных соединений.</p>	<p>Может обучать основным методам синтеза и модификацию полимеров в условиях лаборатории.</p> <p>Может охарактеризовать современные технологии для первичной и вторичной переработки полимерных материалов.</p> <p>Осуществляет проведение различных форм учебной работы со студентами</p>
2.	Базовый уровень	<p>Знает основные и современные методы синтеза модификации полимеров.</p> <p>Знает основные и современные технологии первичной и вторичной переработки полимерных материалов.</p> <p>Знает основные понятия, концепции, теории в области высокомолекулярных соединений. Может применять современные научные и технологические разработки в преподавании учебных дисциплин.</p>	<p>Может обучать методам синтеза и модификации полимеров по известным и усовершенствованным методикам.</p> <p>Может охарактеризовать современные и усовершенствованные технологии производства изделий из полимеров.</p> <p>Способен разрабатывать компетентностно-ориентированную рабочую программу учебной дисциплины с учетом современных достижений в области синтеза и переработки высокомолекулярных соединений.</p>
3.	Продвинутый уровень	<p>Имеет глубокие знания об основных и современных методах синтеза и модификации полимеров. Анализирует и обобщает информацию из профильных журналов, интернет-источников по методам синтеза и переработки полимеров.</p> <p>Имеет глубокие знания по основным и современным технологиям, применяемые для первичной и вторичной переработки полимерных материалов.</p> <p>Знает основные понятия, концепции, теории в области высокомолекулярных соединений. Может применять современные научные и технологические разработки в преподавании учебных дисциплин.</p>	<p>Может обучать методам синтеза и модификации полимеров по известным или усовершенствованным методикам, разрабатывает новые методики синтеза.</p> <p>Может обучать принципам выбора технологии для первичной и вторичной переработки полимерных материалов и разработки технологического регламента.</p> <p>Способен разрабатывать компетентностно-ориентированную рабочую программу учебной дисциплины с учетом современных достижений в области синтеза и переработки высокомолекулярных соединений.</p>

4. Календарный график и возможные траектории формирования компетенции при освоении ООП ВО

Блоки освоения ООП	Участвующие в формировании данной компетенции разделы ООП, учебные дисциплины, модули, практики	Курсы							
		1 курс		2 курс		3 курс		4 курс	
		1 семестр	2 семестр	3 семестр	4 семестр	5 семестр	6 семестр	7 семестр	8 семестр
Б1.В.ОД.5	Высокомолекулярные соединения				+				
Б1.В.ДВ.1.1	Избранные главы коллоидной химии полимеров			+					
Б1.В.ДВ.1.2	Межфазные явления в полимерных материалах			+					
Б1.В.ДВ.2.1	Мембранные полимерные материалы					+			
Б1.В.ДВ.2.2	Функциональные полимерные материалы					+			
Б2.2	Научно-производственная практика				+		+		
Б3.1	Научные исследования	+	+	+	+	+	+	+	+

Документ составлен в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 04.06.01 Химические науки и профилю Высокомолекулярные соединения

ПАСПОРТ компетенций ПК-4 и ПК-5

1. Определение, содержание и основные существенные характеристики компетенции

Вид и код компетенций: профессиональная компетенция ПК-4; профессиональная компетенция ПК-5

Содержание: способность адаптировать и обобщать результаты современных исследований в области высокомолекулярных соединений для решения производственных проблем и для совершенствования стратегий развития предприятий и организаций отрасли .

2. Принятая структура компетенции

	Выпускник должен	Результаты обучения, выраженные в действиях выпускника
1.	знать: <ul style="list-style-type: none">- современные методы синтеза и модификации полимеров;- современные технологии первичной и вторичной переработки полимерных материалов;- актуальные проблемы функционирования производственных предприятий.	Знает методы синтеза и модификации полимеров, применяемые в условиях производства. Знает современные технологии переработки полимерных материалов в изделия, технологии, применяемые для вторичного использования полимеров. Имеет представление об организации работы предприятия и проблемах возникающих при его функционировании.
	уметь: <ul style="list-style-type: none">- критически анализировать обобщать информацию по методам синтеза и переработки полимеров;- формулировать наиболее значимые производственные проблемы;- применять современные технологические разработки для решения производственных проблем.	Анализирует и обобщает информацию из профильных журналов, интернет-источников по методам синтеза и переработки полимеров. Анализирует возникающие проблемы на производстве, предлагает пути их решения. Применяет современные технологические разработки для решения производственных проблем.
3.	владеть: <ul style="list-style-type: none">- методами синтеза и модификации полимеров;- знаниями о современных технологиях первичной и вторичной переработки полимерных материалов;- знаниями по применению современных технологических разработок для решения производственных проблем.	Может осуществить синтез и модификацию полимеров в условиях лаборатории. Может предложить технологию для первичной и вторичной переработки полимерных материалов. Может применить современные технологические разработки для решения производственных проблем.

3. Планируемые уровни сформированности компетенции у выпускников

	Уровни сформированности компетенции	Содержательное описание уровня	Отличительные признаки уровня
1.	Минимальный уровень	<p>Знает основные методы синтеза и модификации полимеров.</p> <p>Знает основные технологии первичной и вторичной переработки полимерных материалов;</p> <p>Знает основные проблемы функционирования производственных предприятий.</p>	<p>Может самостоятельно осуществить синтез и модификацию полимеров по известным методикам.</p> <p>Может выбрать технологию производства изделий из полимеров.</p> <p>Способен анализировать основные проблемы производства и предлагать пути их решения.</p>
2.	Базовый уровень	<p>Знает основные и современные методы синтеза модификации полимеров.</p> <p>Знает основные и современные технологии первичной и вторичной переработки полимерных материалов;</p> <p>Знает основные проблемы функционирования производственных предприятий</p>	<p>Может самостоятельно осуществить синтез и модификацию полимеров по известным методикам, может самостоятельно усовершенствовать известные методики.</p> <p>Может предложить усовершенствованную технологию производства изделий из полимеров.</p> <p>Анализирует возникающие проблемы на производстве, предлагает пути их решения.</p>
3.	Продвинутый уровень	<p>Имеет глубокие знания об основных и современных методах синтеза и модификации полимеров. Анализирует и обобщает информацию из профильных журналов, интернет-источников по методам синтеза и переработки полимеров</p> <p>Имеет глубокие знания по основным и современным технологиям, применяемые для первичной и вторичной переработки полимерных материалов.</p> <p>Имеет представление об организации работы предприятия и проблемах возникающих при его функционировании.</p>	<p>Самостоятельно осуществляет синтез по известным или усовершенствованным методикам в лаборатории, разрабатывает новые методики синтеза.</p> <p>Может обоснованно выбрать технологию для первичной и вторичной переработки полимерных материалов и разработать технологический регламент.</p> <p>Обладает знаниями и применяет современные технологические разработки для решения производственных проблем.</p>

4. Календарный график и возможные траектории формирования компетенции при освоении ООП ВО

Блоки освоения ООП	Участвующие в формировании данной компетенции разделы ООП, учебные дисциплины, модули, практики	Курсы							
		1 курс		2 курс		3 курс		4 курс	
		1 семестр	2 семестр	3 семестр	4 семестр	5 семестр	6 семестр	7 семестр	8 семестр
Б1.В.ОД.5	Высокомолекулярные соединения				+				
Б1.В.ДВ.1.1	Избранные главы коллоидной химии полимеров			+					
Б1.В.ДВ.1.2	Межфазные явления в полимерных материалах			+					
Б1.В.ДВ.2.1	Мембранные полимерные материалы					+			
Б1.В.ДВ.2.2	Функциональные полимерные материалы					+			
Б2.2	Научно-производственная практика				+		+		
Б3.1	Научные исследования	+	+	+	+	+	+	+	+

Документ составлен в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 04.06.01 Химические науки и профилю Высокомолекулярные соединения

**ФОНД
ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ
Мембранные полимерные материалы**

Направление подготовки	04.06.01 Химические науки
Профиль подготовки	Высокомолекулярные соединения
Уровень высшего образования	Подготовка кадров высшей квалификации
Квалификация выпускника	Исследователь. Преподаватель-исследователь
Форма обучения	очная

1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине «Мембранные полимерные материалы»

№ п \ п	Контролируемые разделы (темы), модули дисциплины	Контролируемые компетенции (или их части)	Кол-во тестовых заданий	Оценочные средства	
				Вид	Кол-во
1	Введение в мембранные процессы разделения. Классификация мембран и мембранных процессов	УК – 1 ПК – 1 ПК – 2 ПК – 3 ПК – 4 ПК - 5		Комплект тем рефератов Комплект вопросов к зачету	5 20
2	Области применения мембран.	УК – 1 ПК – 1 ПК – 2 ПК – 3 ПК – 4 ПК - 5		Комплект тем рефератов Комплект вопросов к зачету	5 20
3	Полимеры, используемые для создания мембран	УК – 1 ПК – 1 ПК – 2 ПК – 3 ПК – 4 ПК - 5		Комплект тем рефератов Комплект вопросов к зачету	5 20
4	Микроструктура полимера и ее влияние на процессы массопереноса	УК – 1 ПК – 1 ПК – 2 ПК – 3 ПК – 4 ПК - 5		Комплект тем рефератов Комплект вопросов к зачету	5 20
5	Транспорт в непористых полимерных мембранах	УК – 1 ПК – 1 ПК – 2 ПК – 3 ПК – 4 ПК - 5		Комплект тем рефератов Комплект вопросов к зачету	5 20
Всего					

2. Показатели и критерии оценивания сформированности компетенций на различных этапах формирования, шкалы оценивания.

Планируемые результаты обучения (этапы достижения заданного уровня освоения компетенций)	Уровень освоения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения (по 5-ти балльной шкале)				
		1	2	3	4	5
<p>знать: основы мембранных процессов разделения; классификацию мембран и мембранных процессов; применение полимеров в качестве мембранных материалов; закономерности транспорта в непористых полимерных мембранах; влияние химической структуры на транспортные свойства полимеров; микроструктуру полимеров и ее влияние на процессы массопереноса.</p> <p>уметь: - применять полученные знания при выборе полимеров и полимерных композиций для создания мембран; - применять методы проведения стандартных испытаний по определению свойств полимерных мембран; - применять полученные знания для обоснования конкретного технического решения при разработке технологических процессов, выборе технических средств и технологии;</p> <p>владеть: - методами получения мембранных материалов - методами проведения стандартных испытаний по определению свойств мембран.</p>	<p>Минимальный уровень Воспроизводит термины, основные понятия; знает основы мембранных процессов разделения, знает методы получения мембранных материалов и проведения стандартных испытаний по определению свойств полимерных мембран. Способен в соответствии с условиями эксплуатации осуществлять оптимальный выбор полимерного материала для конкретного применения. Объясняет основные закономерности влияния структуры полимеров на свойства мембран.</p>			+		
	<p>Базовый уровень Выявляет взаимосвязь между строением полимеров и закономерностями транспорта через полимерные мембраны, применяет знания и навыки для обоснования конкретного технического решения.</p>				+	
	<p>Продвинутый уровень Вычленяет главные факторы, влияющие на уровень физических и механических свойств полимерных мембран, оценивает значимость полученных экспериментальных данных и ошибок эксперимента. Разрабатывает и предлагает план проведения исследования, направленного на установление закономерностей влияния способов получения или модификации мембран на изменения их свойств, формулирует выводы, оценивает соответствие выводов полученным данным.</p>					+

3. Типовые контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, с учетом этапов и уровней формирования компетенций.

Перечень тем рефератов

1. Мембранные технологии в фармацевтике и медицине.
2. Мембранные дозаторы и пролонгаторы лекарственных препаратов с контролируемой скоростью переноса в ткани и органы.
3. Мембранные реакторы для химической технологии.
4. Технологии полимерных композитных мембран – химически стойких к органическим растворителям, парафиновым и ароматическим углеводородам, к окислителям, обладающих термостойкостью.
5. Влияние молекулярного дизайна мембранообразующих материалов на разделительные и транспортные свойства наноструктурных барьерных слоев.

Примерный перечень вопросов к зачету

1. Определение мембраны. Основные свойства мембран.
2. Классификация мембран по топологии, по морфологии, по агрегатному состоянию, по материалам.
3. Пассивный и активный транспорт. Движущие силы мембранных процессов.
4. Баромембранные процессы. Особенности процессов, применение и мембранные материалы.
5. Диализ, электродиализ и мембранная дистилляция. Особенности процессов, применение и мембранные материалы.
6. Газоразделение, первапорация и пертракция. Особенности процессов, применение и мембранные материалы.
7. Основные физические свойства макромолекул, необходимые для выбора материала полимерных мембран. Молекулярная масса, жесткость, межмолекулярные взаимодействия, температура стеклования.
8. Механизм «растворения-диффузии» малых молекул в непористых полимерных мембранах. Коэффициенты проницаемости, диффузии, растворимости, селективность.
9. Температурные зависимости коэффициентов проницаемости и диффузии. Энергии активации проницаемости и диффузии. Теплота сорбции. Температурные зависимости коэффициентов проницаемости и диффузии. Энергии активации проницаемости и диффузии. Теплота сорбции.
10. Влияние давления на транспортные параметры. Модели сорбции газов и паров. Эффекты воздействия диффузантов на параметры процесса - пластификация и конкурентная сорбция. Элементы дизайна химической структуры, влияющие на увеличение проницаемости.
11. Элементы дизайна химической структуры, влияющие на увеличение селективности.
12. Принципы предсказаний транспортных свойств полимеров по химической структуре мономерного звена.
13. Теория свободного объема. Основные определения. Природа свободного объема в высокоэластичных и стеклообразных полимерах. Связь транспортных параметров со свободным объемом.
14. Методы оценки свободного объема. Зондовые методы исследования микроструктуры полимеров. Принципы, возможности и ограничения.
15. Изотермы сорбции газов и паров. Модель двойной сорбции и ее параметры.
16. Мембранный модуль. Типы модулей, их достоинства и недостатки. Степень извлечения и чистота продуктов.
17. Мембранный катализ и мембранные реакторы.
18. Метод аннигиляции позитронов и микрогетерогенность стеклообразных полимеров.
19. Мембраны типа перовскитов: механизм транспорта и применения.
20. Принципы устройства и классификация топливных элементов. Мембраны топливных элементов. Требования к мембранным материалам.