

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования "Пермский
государственный национальный исследовательский
университет"**

**Кафедра неорганической химии, химической технологии и техносферной
безопасности**

Авторы-составители: **Зубарев Михаил Павлович**
Байбародских Даниил Владимирович

Рабочая программа дисциплины
ХИМИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ МОНОМЕРОВ
Код УМК 85086

Утверждено
Протокол №4
от «19» марта 2020 г.

Пермь, 2020

1. Наименование дисциплины

Химия и технология мономеров

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина входит в вариативную часть Блока « С.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Специальность: **04.05.01** Фундаментальная и прикладная химия
направленность Программа широкого профиля

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины **Химия и технология мономеров** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия (направленность : Программа широкого профиля)

ОПК.1 знать основные теории, учения и концепции в профессиональной области

ОПК.10 способность воспринимать, развивать и использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач

ПК.9 способность использовать базовые понятия общей химической технологии для решения конкретных производственных задач

4. Объем и содержание дисциплины

Направления подготовки	04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия (направленность: Программа широкого профиля)
форма обучения	очная
№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины	9
Объем дисциплины (з.е.)	2
Объем дисциплины (ак.час.)	72
Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:	42
Проведение лекционных занятий	14
Проведение практических занятий, семинаров	28
Самостоятельная работа (ак.час.)	30
Формы текущего контроля	Входное тестирование (1) Защищаемое контрольное мероприятие (2) Итоговое контрольное мероприятие (1)
Формы промежуточной аттестации	Зачет (9 триместр)

5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

Химия и технология мономеров

Введение, сырье в химическом производстве и его классификация, требования к выбору сырья. Основные источники углеводородов

Технологическая последовательность получения полимеров и готовых изделий из углеводородного сырья. Значение каждой стадии для получения изделия с высокой эксплуатационной надежностью. Значение производства мономеров в основном органическом и нефтехимическом синтезе. Типы мономеров. Требования, предъявляемые к чистоте мономера, возможные примеси в мономерах, их характер и влияние на процесс синтеза полимеров. Особенность анализа мономеров, связанная с высоким содержанием двойных связей, функциональных групп и очень малым содержанием примесей. Сырье, как основной элемент производства мономеров. Классификация химического сырья. Цель и основные операции подготовки сырья к химической переработке: классификация, измельчение и укрупнение, обезвоживание и сушка. Зависимость выбора методов подготовки сырья от его агрегатного состояния и физико-химических свойств. Источники сырья: растительное, углехимическое, нефть, природный и попутный газ. Характеристика растительного сырья, его значение для получения некоторых мономеров, достоинство растительного сырья. Краткая характеристика углехимического сырья, методы переработки каменных углей (пиролиз, гидрирование, газификация). Продукты коксования угля: прямой коксовый газ, сырой бензол, каменноугольная смола и ее фракции, обратный коксовый газ. Разделение и очистка фракции бензол–толуол–ксилол и фенольной фракции. Переработка природных и попутных газов. Составы газов, основное направление их использование. Нефть и ее характеристика, классификация. Схема первичной подготовки нефти к дальнейшей переработке. Прямая перегонка нефти.

Деструктивные методы переработки углеводородных газов и фракций нефти.

Термические методы переработки нефтепродуктов и углеводородных газов – основной источник низших олефинов. Промышленные процессы – крекинг (термический, каталитический), пиролиз, риформинг. Термодинамическая стабильность углеводородов разных классов при изменении температуры. Основные химические реакции при термических и каталитических превращениях: разложение на элементы, дегидрирование, расщепление углеводородной связи, образование диеновых углеводородов и процессы циклизации (образование ароматических углеводородов). Состав продуктов пиролиза различного сырья. Влияние времени контакта, температуры и парциального давления паров исходного сырья на выход жидких продуктов, газа и твердого остатка. Различные виды крекинга и риформинга.

Методы разделения и очистки углеводородных газов и нефтепродуктов

Методы очистки углеводородных газов и нефтепродуктов. Три группы методов разделения многокомпонентных смесей и принципы их выбора. Физические методы – осаждение твердых частиц, фильтрование, очистка газов промыванием и др. Методы, основанные на фазовых переходах первого рода. Химические методы, основанные на применении химической реакции – хемосорбция и все типы совмещенных реакционно-массообменных процессов. Примеры: процесс выделения бутадиена из продуктов реакции и адсорбционно-ректификационное разделение газа.

Производство этилена, пропилена и высших олефинов

Получение этилена и пропилена из газа пиролиза с заданной чистотой мономеров. Примеси инертные и активные, их влияние на полимеризацию. Физико-химические основы пиролиза. Технологические параметры процесса: высокая температура и малое время контакта; быстрый вывод продуктов из зоны реакции. Существующие схемы реакционных узлов, отличающиеся способом подвода тепла:

адиабатический пиролиз (с водяным паром) автотермический пиролиз (окислительный), регенеративный пиролиз (с твердым теплоносителем). Производство высших олефинов

Производство ацетиленов и ароматических углеводородов

Значение ацетилена для синтеза мономеров. Два метода производства ацетилена – из карбида кальция и из углеводородов. Физико-химические основы и технологическая схема карбидного метода получения ацетилена. Физико-химические основы высокотемпературного пиролиза парафиновых углеводородов. Обратимость реакции и зависимость равновесия от температуры, регулирование выхода ацетилена, выделение ацетилена из продуктов реакции, свойства ацетилена и техника безопасности при работе с ацетиленом. Сырьевые источники ароматических углеводородов: углехимическое и нефтехимическое сырье. Выделение и очистка ароматических веществ. Характеристика фракций ароматических углеводородов. Получение ароматических углеводородов методами изомеризации и деалкилирования. Оценка методов получения ароматических углеводородов.

Процессы основного органического синтеза в производстве мономеров

Галогенирование

Характеристика процессов галогенирования: замещение атомов или функциональных групп; присоединение галогенирующих агентов по ненасыщенным связям. Термодинамическая характеристика реакций галогенирования. Галогенирующие агенты. Физико-химические и технологические особенности радикально-цепного и ионно-каталитического галогенирования. Технология процесса хлоргидрирования. Синтез этиленхлоргидрина, пропиленхлоргидрина, окиси этилена, окиси пропилена.

Алкилирование ароматических углеводородов и бета-оксиалкилирование

Химия и теоретические основы алкилирования ароматических соединений в ядро. Катализаторы, механизм реакции, кинетика процесса. Технология алкилирования ароматических углеводородов: исходные вещества, реакционные узлы, технологические схемы. Производство этил- и изопропилбензола (кумола). Химия и технология алкилирования фенолов. Значение алкильных мономеров для получения полимеров. Химия и теоретические основы синтезов на основе альфа-оксидов. Механизм реакции. Продукты и закономерности последовательного оксиэтилирования. Гликоли и их простые эфиры. Реакционные узлы и схема производства гликолей.

Производство винильных мономеров

Общая характеристика реакции винилирования и ее значение в синтезе мономеров. Катализаторы реакции винилирования. Винилирование спиртов. Реакционная способность спиртов в реакции винилирования. Условия проведения реакции. Простые виниловые эфиры, виниловые эфиры гликолей. Винилирование кислот. Получение винилацетата, механизм реакции. Жидкофазный и паровфазный процесс. Преимущества и недостатки методов, выделение и очистка винилацетата. Производство акрилонитрила из ацетилена и синильной кислоты. Основной и побочные процессы. Условия проведения процесса.

Процессы гидролиза, гидратации и дегидратации

Классификация реакций. Теоретические основы процессов гидролиза, основные продукты, получаемые гидролизом. Синтез эпихлоргидрина. Синтез спиртов и фенолов щелочным гидролизом. Основы реакций гидратации и дегидратации. Технология сернокислотной гидратации олефинов.

Этерификация

Основы этерификации. Реакции алкоголиза, ацидолиза, переэтерификации. Синтез сложных эфиров

карбоновых кислот.

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная:

1. Кондауров Б. П., Александров В. И., Артемов А. В. Общая химическая технология: учеб. пособие для вузов/Б. П. Кондауров, В. И. Александров, А. В. Артемов.-М.: Академия, 2005, ISBN 5-7695-1792-1.-336.- Библиогр.: с. 328

Дополнительная:

1. Вацулик П. Химия мономеров. пер. с чеш. Т.1/П. Вацулик ; ред. И. Л. Кнунянц.-Москва: Издательство иностранной литературы, 1960.-738
2. Химия мономеров и полимеров/Академия наук Казахской ССР.-Алма-Ата: Наука, 1988.-204.-Библиогр. в конце ст.
3. Азингер Ф. Химия и технология моноолефинов/пер. с нем..-М.: Гостоптехиздат, 1960.-739.

9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

При освоении дисциплины использование ресурсов сети Интернет не предусмотрено.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Образовательный процесс по дисциплине **Химия и технология мономеров** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

- презентационные материалы (слайды по темам лекционных и практических занятий);
- доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС)
- доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ (**student.psu.ru**).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).

система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.

система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Лекционные занятия: аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Практические (семинарские) занятия: аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Лабораторные занятия: лаборатория химической технологии, оснащенная специализированным оборудованием. Состав оборудования определен в Паспорте лаборатории.

Групповые (индивидуальные) консультации: аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Текущий контроль: аудитория, оснащенная меловой (и) или маркерной доской.

Самостоятельная работа: аудитория для самостоятельной работы, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета. Помещения Научной библиотеки ПГНИУ.

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютера с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными

компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине
Химия и технология мономеров**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции и
критерии их оценивания**

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ОПК.1 знать основные теории, учения и концепции в профессиональной области</p>	<p>знать: основные положения и принципы технологических процессов и технологических режимов работы аппаратуры, уметь: применять знания о технологических процессах и аппаратах на практике, владеть: способностью усваивать знания о новых технологических процессах и аппаратах.</p>	<p align="center">Неудовлетворител Студент не знает основные положения и принципы технологических процессов и технологических режимов работы аппаратуры, не умеет применять знания о технологических процессах и аппаратах на практике, не владеет способностью усваивать знания о новых технологических процессах и аппаратах.</p> <p align="center">Удовлетворительн Студент знает основные положения и принципы технологических процессов и технологических режимов работы аппаратуры, не умеет применять знания о технологических процессах и аппаратах на практике, не владеет способностью усваивать знания о новых технологических процессах и аппаратах.</p> <p align="center">Хорошо Студент знает основные положения и принципы технологических процессов и технологических режимов работы аппаратуры, умеет применять знания о технологических процессах и аппаратах на практике, не владеет способностью усваивать знания о новых технологических процессах и аппаратах.</p> <p align="center">Отлично Студент знает основные положения и принципы технологических процессов и технологических режимов работы аппаратуры, умеет применять знания о технологических процессах и аппаратах на практике, владеет способностью усваивать знания о новых технологических процессах и аппаратах.</p>
<p>ОПК.10</p>	<p>знать: теоретические основы</p>	<p align="center">Неудовлетворител</p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>способность воспринимать, развивать и использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач</p>	<p>традиционных и новых разделов химии и технологии мономеров уметь: проводить технологические расчеты для решения сложных и многовариантных задач синтеза и оптимизации производства мономеров владеть: способностью использовать теоретические основы традиционных и новых разделов технологии мономеров при решении профессиональных задач</p>	<p>Неудовлетворител не знает теоретические основы традиционных и новых разделов химии и технологии мономеров, не умеет проводить технологические расчеты для решения сложных и многовариантных задач синтеза и оптимизации производства мономеров, не владеет способностью использовать теоретические основы традиционных и новых разделов технологии мономеров при решении профессиональных задач</p> <p>Удовлетворительн знает теоретические основы традиционных и новых разделов химии и технологии мономеров, не умеет проводить технологические расчеты для решения сложных и многовариантных задач синтеза и оптимизации производства мономеров, не владеет способностью использовать теоретические основы традиционных и новых разделов технологии мономеров при решении профессиональных задач</p> <p>Хорошо знает теоретические основы традиционных и новых разделов химии и технологии мономеров, умеет проводить технологические расчеты для решения сложных и многовариантных задач синтеза и оптимизации производства мономеров, не владеет способностью использовать теоретические основы традиционных и новых разделов технологии мономеров при решении профессиональных задач</p> <p>Отлично знает теоретические основы традиционных и новых разделов химии и технологии мономеров, умеет проводить технологические расчеты для решения сложных и многовариантных задач синтеза и оптимизации производства мономеров, владеет способностью использовать теоретические основы традиционных и новых разделов технологии мономеров при</p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p align="center">Отлично</p> <p>решении профессиональных задач</p>
<p>ПК.9 способность использовать базовые понятия общей химической технологии для решения конкретных производственных задач</p>	<p>знать: базовые понятия химии и технологии мономеров уметь: описать технологический процесс, решать конкретные производственные задачи; владеть: навыками составления технологической документации химико-технологического производства мономеров</p>	<p align="center">Неудовлетворител</p> <p>не знает базовые понятия химии и технологии мономеров, не умеет описать технологический процесс, решать конкретные производственные задачи; не владеет навыками составления технологической документации химико-технологического производства мономеров</p> <p align="center">Удовлетворительн</p> <p>знает базовые понятия химии и технологии мономеров, умеет описать технологический процесс, решать конкретные производственные задачи; владеет навыками составления технологической документации химико-технологического производства мономеров</p> <p align="center">Хорошо</p> <p>знает базовые понятия химии и технологии мономеров, умеет описать технологический процесс, решать конкретные производственные задачи; не владеет навыками составления технологической документации химико-технологического производства мономеров</p> <p align="center">Отлично</p> <p>знает базовые понятия химии и технологии мономеров, умеет описать технологический процесс, решать конкретные производственные задачи; владеет навыками составления технологической документации химико-технологического производства мономеров</p>

Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : Базовая

Вид мероприятия промежуточной аттестации : Зачет

Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации : Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

Максимальное количество баллов : 100

Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 48 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 48 балла

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
Входной контроль	Введение, сырье в химическом производстве и его классификация, требования к выбору сырья. Основные источники углеводородов Входное тестирование	Входной контроль по курсу органической химии
ОПК.1 знать основные теории, учения и концепции в профессиональной области ПК.9 способность использовать базовые понятия общей химической технологии для решения конкретных производственных задач	Методы разделения и очистки углеводородных газов и нефтепродуктов Защищаемое контрольное мероприятие	Деструктивные методы переработки углеводородных газов и фракций нефти.

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>ОПК.1 знать основные теории, учения и концепции в профессиональной области</p> <p>ПК.9 способность использовать базовые понятия общей химической технологии для решения конкретных производственных задач</p> <p>ОПК.10 способность воспринимать, развивать и использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач</p>	<p>Галогенирование</p> <p>Защищаемое контрольное мероприятие</p>	<p>Производство ацетилена и ароматических углеводородов</p>
<p>ОПК.1 знать основные теории, учения и концепции в профессиональной области</p> <p>ПК.9 способность использовать базовые понятия общей химической технологии для решения конкретных производственных задач</p> <p>ОПК.10 способность воспринимать, развивать и использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач</p>	<p>Этерификация</p> <p>Итоговое контрольное мероприятие</p>	<p>Освоение курса "Химия и технология мономеров"</p>

Спецификация мероприятий текущего контроля

Введение, сырье в химическом производстве и его классификация, требования к выбору сырья. Основные источники углеводов

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **.1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **0**

Проходной балл: **0**

Показатели оценивания	Баллы
------------------------------	--------------

Верное решение второй задачи контрольной работы	5
Верное решение первой задачи контрольной работы	5

Методы разделения и очистки углеводородных газов и нефтепродуктов

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **.5 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **15**

Показатели оценивания	Баллы
Верное решение 4го задания теста	9
Верное решение 3го задания теста	8
Верное решение 2го задания теста	7
Верное решение 1го задания теста	6

Галогенирование

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **.5 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **15**

Показатели оценивания	Баллы
Верное решение 4го задания теста	9
Верное решение 3го задания теста	8
Верное решение 2го задания теста	7
Верное решение 1го задания теста	6

Этерификация

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **.5 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **18**

Показатели оценивания	Баллы
Верное решение 3го задания контрольной работы	11
Верное решение 4го задания контрольной работы	11
Верное решение 1го задания контрольной работы	9
Верное решение 2го задания контрольной работы	9