

УТВЕРЖДАЮ
Проректор-директор ИПр
_____ А. К. Мазуров
Проректор-директор ИФВТ
_____ В. В. Лопатин
« ____ » _____ 2010 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ТЕОРИЯ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ
ОРГАНИЧЕСКОГО СИНТЕЗА

НАПРАВЛЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ) ООП 240100 «Химическая технология»

ПРОФИЛЬ ПОДГОТОВКИ (СПЕЦИАЛИЗАЦИЯ ПРОГРАММА)

Химическая технология органических веществ

КВАЛИФИКАЦИЯ (СТЕПЕНЬ) Бакалавр

БАЗОВЫЙ УЧЕБНЫЙ ПЛАН ПРИЕМА 2010 г.

КУРС 3, 4 СЕМЕСТР 6, 7

КОЛИЧЕСТВО КРЕДИТОВ 7 (4/3)

ПРЕРЕКВИЗИТЫ Б.Б.2.3.1 – Б.Б.2.3.3

КОРЕКВИЗИТЫ Б.В.3.3.3(2), Б.В.3.3.4(2)

ВИДЫ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ВРЕМЕННОЙ РЕСУРС:

Лекции 50 час. (36/14)

Практические занятия 82 час. (54/28)

Лабораторные занятия -

АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ 132 час. (90/42)

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА 128 час. (72/56)

ИТОГО 260 час.

ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ экзамен

ОБЕСПЕЧИВАЮЩЕЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЕ Кафедра технологии основного органического синтеза и высокомолекулярных соединений (ТООС и ВМС)

ЗАВЕДУЮЩИЙ КАФЕДРОЙ

В. Г. Бондалетов

РУКОВОДИТЕЛЬ ООП

В. М. Погребенков

ПРЕПОДАВАТЕЛЬ

В. В. Бочкарев

2010 г.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цели дисциплины и их соответствие целям ООП

| Код цели | Цели освоения дисциплины «Теория химико-технологических процессов органического синтеза» | Цели ООП |
|----------|--|--|
| Ц1 | Формирование способности понимать физико-химическую суть процессов получения органических веществ, использования теоретических знаний в комплексной инженерной деятельности. | Подготовка выпускников к <i>производственно-технологической</i> деятельности в области химических технологий, конкурентоспособных на мировом рынке химических технологий. |
| Ц2 | Формирование способности выполнять технологические расчеты процессов и оборудования, разрабатывать технологические процессы, проектировать и использовать новое оборудование химической технологии. | Подготовка выпускников к <i>проектно-конструкторской</i> деятельности в области химических технологий, конкурентоспособных на мировом рынке химических технологий. |
| Ц3 | Формирование творческого мышления, способности ставить и решать задачи производственного анализа, связанные с созданием и переработкой органических веществ с использованием экспериментальных методов исследования, моделирования объектов и процессов химической технологии, проводить теоретические и экспериментальные исследования в области современных химических технологий. | Подготовка выпускников к <i>научным исследованиям</i> для решения задач, связанных с разработкой инновационных методов создания химико-технологических процессов, веществ и материалов |
| Ц5 | Формирование навыков самостоятельной постановки и проведения теоретических и экспериментальных физико-химических исследований, мотиваций самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности. | Подготовка выпускников к <i>самообучению</i> и непрерывному профессиональному самосовершенствованию |

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Согласно ФГОС и ООП «Химическая технология» дисциплина «Теория химико-технологических процессов органического синтеза» относится к профессиональному циклу и является дисциплиной вариативной части 2 профиля «Химическая технология органических веществ» специального модуля.

| Код дисциплины ООП | Наименование дисциплины | Кредиты | Форма контроля |
|--|---|---------|----------------|
| Модуль Б.3.3. (специальный, 2 профиль – Химическая технология органических веществ) | | | |
| <i>Вариативная часть</i> | | | |
| Б.В.3.3.2(2) | Теория химико-технологических процессов органического синтеза | 7 | Экзамен |

До освоения дисциплины «Теория химико-технологических процессов органического синтеза» должны быть изучены следующие дисциплины (пререквизиты):

| Код дисциплины ООП | Наименование дисциплины | Кредиты | Форма контроля |
|----------------------------------|--|---------|----------------|
| Модуль Б.2.3 (химический) | | | |
| <i>Базовая часть</i> | | | |
| Б.Б.2.3.1 | Органическая химия | 14 | Экзамен |
| Б.Б.2.3.2 | Аналитическая химия и физико-химические методы анализа | 8 | Зачет |
| Б.Б.2.3.3 | Физическая химия | 15 | Экзамен |

При изучении указанных дисциплин (пререквизитов) формируются «входные» знания, умения, опыт и компетенции, необходимые для успешного освоения дисциплины «Теория химико-технологических процессов органического синтеза».

В результате освоения дисциплин (пререквизитов) студент должен:
Знать:

- принципы классификации и номенклатуру органических соединений; строение органических соединений; классификацию органических реакций; свойства основных классов органических соединений; основные методы синтеза органических соединений;
- основные этапы качественного и количественного химического анализа; теоретические основы и принципы химических и физико-химических методов анализа: электрохимических, спектральных, хроматографических; 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; уравнения формальной кинетики и кинетики сложных, цепных, гетерогенных и фотохимических реакций; основные теории гомогенного и гетерогенного катализа; основные понятия и соотношения термодинамики поверхностных явлений, основные свойства дисперсных систем.

Уметь:

- выполнять основные химические операции, использовать основные химические законы, термодинамические справочные данные для решения профессиональных задач;
- синтезировать органические соединения, проводить качественный и количественный анализ органического соединения с использованием химических и физико-химических методов анализа;
- выбирать метод анализа для заданной аналитической задачи и проводить статистическую обработку результатов аналитических определений;
- прогнозировать влияние различных факторов на равновесие в химических реакциях; определять направленность процесса в заданных условиях; составлять кинетические уравнения в дифференциальной и интегральной формах для кинетически простых реакций и прогнозировать влияние температуры на скорость процесса.

Владеть:

- экспериментальными методами синтеза, очистки, определения физико-химических свойств и установления структуры органических соединений;
- методами проведения химического анализа и метрологической оценки его результатов;
- навыками вычисления тепловых эффектов химических реакций при заданной температуре в условиях постоянства давления или объема; констант равновесия химических реакций при заданной температуре; давления насыщенного пара над индивидуальным веществом, состава сосуществующих фаз в двухкомпонентных системах; методами определения констант скорости реакций различных порядков по результатам кинетического эксперимента; методами измерения поверхностного натяжения.

В результате освоения дисциплин (пререквизитов) обучаемый должен обладать следующими **общепрофессиональными компетенциями:**

- способностью и готовностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности (ПК - 1);

- способностью планировать и проводить химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, математически моделировать химические процессы и явления, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения (ПК-21);

- способностью использовать знание свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности (ПК-23);

- способностью изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования (ПК-25).

Кроме того, для успешного освоения дисциплины «Теория химико-технологических процессов органического синтеза» параллельно должны изучаться дисциплины (коррективы):

| Код дисциплины ООП | Наименование дисциплины | Кредиты | Форма контроля |
|--|--|---------|----------------|
| Модуль Б.3.3. (специальный, 2 профиль – Химическая технология органических веществ) | | | |
| <i>Вариативная часть</i> | | | |
| Б.В.3.3.3(2) | Химия и технология органических веществ | 9 | Экзамен |
| Б.В.3.3.4(2) | Основы проектирования и оборудование предприятий органического синтеза | 4 | Экзамен |

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Результаты освоения дисциплины получены путем декомпозиции результатов обучения (Р1, Р5), сформулированных в основной образовательной программе 240100 «Химическая технология», для достижения которых необходимо, в том числе, изучение дисциплины «Теория химико-технологических процессов органического синтеза».

Планируемые результаты обучения согласно ООП

| Код результата | Результат обучения (выпускник должен быть готов) |
|-------------------------------------|--|
| <i>Профессиональные компетенции</i> | |
| Р1 | Применять естественнонаучные знания в профессиональной деятельности. |
| Р5 | Проводить теоретические и экспериментальные исследования в |

области современных химических технологий.

Планируемые результаты освоения дисциплины «Теория химико-технологических процессов органического синтеза»

| № п/п | Результат обучения (выпускник должен быть готов) |
|-------|---|
| 1 | Применять знания основных закономерностей процессов получения органических веществ и взаимосвязи их свойств со строением в профессиональной деятельности. |
| 2 | Применять экспериментальные методы определения физико-химических свойств органических веществ и параметров химических реакций их получения. |
| 3 | Выполнять обработку и анализ данных, полученных при теоретических и экспериментальных исследованиях. |

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать:

- физико-химические основы, механизм и кинетику процессов получения органических веществ;
- взаимосвязь методов синтеза и структуры органических веществ;

Уметь:

- анализировать физико-химические закономерности, механизм и кинетику процессов получения органических веществ;
- определять кинетические и термодинамические характеристики химических реакций получения органических веществ;
- обобщать и обрабатывать экспериментальную информацию в виде лабораторных отчетов.

Владеть:

- методами исследования физико-химических свойств органических веществ, механизма и кинетики процессов получения органических соединений.

В процессе освоения дисциплины у студентов развиваются следующие компетенции:

1. Универсальные (общекультурные):

- способность к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения (ОК-1);
- готовность к саморазвитию, повышению своей квалификации и мастерства;

2. Профессиональные:

общепрофессиональные:

- способность использовать знания о строении вещества, природе химической связи в различных классах химических соединений для понимания свойств материалов и механизма химических процессов, протекающих в окружающем мире (ПК-3);

- способность и готовность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности (ПК - 1);

производственно-технологическая деятельность:

- способность и готовность осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции (ПК-7);

- способность обосновывать принятие конкретного технического решения при разработке технологических процессов (ПК-11);

научно-исследовательская деятельность:

- способность планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, математически моделировать физические и химические процессы и явления, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения (ПК-21);

- способность использовать знание свойств химических элементов, химических соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности (ПК-23);

- способность изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования (ПК-25).

4. Структура и содержание дисциплины

4.1 Аннотированное содержание разделов дисциплины

4.1.1. Термодинамика важнейших реакций промышленности органического синтеза

Введение. Роль химической термодинамики и кинетики в управлении производственными химико-технологическими процессами органического синтеза. **Стехиометрия и материальный баланс реакций;** независимые реакции и ключевые вещества; степень конверсии, выход, селективность. **Методы вычисления основных термодинамических функций** (тепловых эффектов, энтропии, энергий Гиббса). Точные и приближенные методы расчета. **Расчет химических**

равновесий в идеальных и реальных условиях в газовых и жидких средах. Расчет химических равновесий сложных процессов (последовательных, параллельных и комбинированных). **Термодинамика важнейших процессов органического синтеза** (крекинг и пиролиз, изомеризация, получение синтез-газа, алкилирование, гидрирование и дегидрирование, гидратация и дегидратация, окисление, хлорирование, сульфирование, нитрование, полимеризация). Основные показатели химико-технологического процесса и их связь с термодинамикой и кинетикой.

4.1.2. Кинетика и механизм реакций промышленного органического синтеза

Особенности органических реакций. Общие представления об их механизмах и кинетике. Электронные состояния элементов-органогенов (водород, углерод, азот, кислород, галогены, сера). **Гомолитические и гетеролитические реакции**, их признаки; активные частицы – радикалы, ионы, ион-радикалы и комплексы. **Основы химии карбокатионов.** Получение, идентификация и оценка стабильности. Химические свойства карбокатионов, примеры промышленных реакций с их участием. **Основы химии карбанионов.** Оценка кислотных свойств органических соединений. Методы получения. Основные условия для протекания реакций с участием карбанионов. Роль растворителя, нуклеофильного катализатора. Примеры механизмов с участием карбанионов (реакции металлоорганических соединений, полимеризация и др.). **Основы химии свободных радикалов.** Методы их получения и идентификации. Оценка устойчивости радикалов и молекул, правило Поляни-Семенова. Химические свойства радикалов, условия возникновения цепных реакций. Примеры механизмов промышленных свободно-радикальных реакций. Химия ион-радикалов. **Химическая кинетика органических реакций.** Основные понятия и определения химической кинетики. Связь между скоростью процесса и производительностью реакторов периодического и непрерывного действия. Принципы составления дифференциальных уравнений кинетики химических процессов в статических и динамических условиях, их интегрирование. Зависимость скорости химических реакций от параметров процесса (концентраций, температуры, давления, растворителя, катализа и ингибирования). Особенности кинетики цепных и ферментативных реакций. Основные методы изучения кинетики простых и сложных каталитических реакций в статических условиях и потоке. Статистическая обработка результатов

измерений, планирование экспериментов, проверка адекватности, применение ЭВМ. **Гомогенный катализ** и его кинетика при разном числе лимитирующих стадий. Кислотно-основный катализ в разбавленных и концентрированных растворах и его закономерности. Электрофильный, нуклеофильный, металлокомплексный и ферментативный катализ. **Реакционная способность органических соединений.** Уравнение Гаммета, уравнение Бренстеда. Связь между термодинамическими и кинетическими параметрами процесса. Принцип линейности свободных энергий. Другие корреляционные уравнения и анализ их применимости для оценки реакционной способности органических соединений. **Механизмы органических реакций.** Классификация органических реагентов и реакций. Механизм нуклеофильного замещения у насыщенного атома углерода. Механизм реакций отщепления у насыщенного атома углерода. Электрофильное присоединение к олефинам. Электрофильное присоединение к сопряженным диенам. Присоединение к ацетиленам, роль координации в катализе этих реакций. Присоединение к кратным связям карбонильных соединений. Механизм реакций гетероаналогов карбонильных соединений. Влияние на механизм и кинетику структуры субстрата и реагента, кислотности среды. Механизм присоединения к оксиранам, катализируемого кислотами и основаниями, примеры промышленных процессов. Механизм электрофильного замещения в ароматическом ряду. Особенности кинетики промышленных процессов. Нуклеофильное замещение в ароматическом ряду. Перегруппировки у электронодефицитных центров. Радикальные реакции. Иницирование радикальных реакций. Основы общей теории механизмов органических реакций. Конкуренция гомолитических и гетеролитических механизмов, цепных и нецепных. Синхронные механизмы, их признаки и особенности. Механизм гомогенного и гетерогенного катализа окислительно-восстановительных процессов порфиринами и фталоцианинами переходных металлов.

4.1.3. Теоретические основы гетерофазных и гетерогенно-каталитических реакций

Гетерофазные процессы. Особенности протекания гетерофазных реакций. Кинетическая область гетерофазных реакций. Диффузионная область гетерофазных реакций. Межфазный катализ органических реакций. Селективность гетерофазных реакций. **Гетерогенно-каталитические реакции.** Особенности гетерогенных реакций. Гетерогенный катализ, его кинетика, роль диффузии, адсорбции,

теплопередачи. Кинетическая область гетерогенно-каталитических реакций, уравнения скорости и основные закономерности. Кинетика реакций на однородной и неоднородной поверхности в потоке. Гетерогенный катализ при лимитирующей адсорбции (десорбции). Внешне- и внутридиффузионные области гетерогенного катализа. Селективность гетерогенно-каталитических реакций. Влияние на селективность и выход целевого продукта параметров процесса – степени конверсии исходного реагента, начальных концентраций и способа введения исходных реагентов, температуры процесса, типа реактора.

4.2 Структура дисциплины

Структура дисциплины по разделам и видам учебной деятельности (лекция, лабораторная работа, практическое занятие, семинар, коллоквиум, курсовой проект и др.) с указанием временного ресурса в часах приведена в табл. 1.

Таблица 1.

Структура дисциплины «Теория химико-технологических процессов органического синтеза» по разделам и формам организации обучения

| Название раздела/темы | Аудиторная работа (час) | | | СРС (час) | КР | Итого (час) |
|---|-------------------------|----------------|----------------|-----------|----|-------------|
| | Лекции | Практ. занятия | Лабор. занятия | | | |
| 6 семестр | | | | | | |
| 1. Термодинамика важнейших реакций промышленного органического синтеза | 14 | 8 | | 22 | 1 | 44 |
| 1.1. Введение. Стехиометрия и материальный баланс реакций. Методы вычисления основных термодинамических функций. Расчет химических равновесий | 4 | 8 | | 10 | 1 | 22 |
| 1.2. Термодинамика важнейших процессов органического синтеза | 10 | | | 12 | | 22 |
| 2. Кинетика и механизм реакций промышленного органического синтеза | 22 | 46 | | 50 | 2 | 118 |

| | | | | | | |
|--|----|----|---|-----|---|-----|
| 2.1. Особенности органических реакций. Гомолитические и гетеролитические реакции | 2 | | | 2 | | 4 |
| 2.2. Основы химии промежуточных частиц (карбокатионов, карбанионов, свободных радикалов) | 6 | 10 | | 10 | 1 | 26 |
| 2.3. Химическая кинетика органических реакций | 2 | 8 | | 8 | | 18 |
| 2.4. Гомогенный катализ. Реакционная способность органических соединений. | 4 | 8 | | 10 | | 22 |
| 2.5. Механизмы органических реакций | 8 | 20 | | 20 | 1 | 48 |
| Всего за семестр | 36 | 54 | | 72 | 3 | 162 |
| <i>7 семестр</i> | | | | | | |
| 3. Теоретические основы гетерофазных и гетерогенно-каталитических реакций | 14 | 28 | | 56 | 2 | 98 |
| 3.1. Гетерофазные процессы | 6 | 12 | | 22 | 1 | 40 |
| 3.2. Гетерогенно-каталитические реакции | 8 | 16 | | 34 | 1 | 58 |
| Всего за семестр | 14 | 28 | | 56 | 2 | 98 |
| Всего за курс | 50 | 82 | 0 | 128 | 5 | 260 |

5. Образовательные технологии

Для достижения планируемых результатов обучения, в дисциплине «Теория химико-технологических процессов органического синтеза» используются различные образовательные технологии:

1. *Информационно-развивающие технологии*, направленные на овладение большим запасом знаний, запоминание и свободное оперирование ими. Используется лекционно-семинарский метод, самостоятельное изучение литературы, применение новых информационных технологий для самостоятельного пополнения знаний, включая использование технических и электронных средств информации.

2. *Деятельностные практико-ориентированные технологии*, направленные на формирование системы профессиональных

практических умений при проведении экспериментальных исследований, обеспечивающих возможность качественно выполнять профессиональную деятельность. Используется анализ, сравнение методов проведения физико-химических исследований, выбор метода, в зависимости от объекта исследования в конкретной ситуации и его практическая реализация.

3. *Развивающие проблемно-ориентированные технологии*, направленные на формирование и развитие проблемного мышления, мыслительной активности, способности проблемно мыслить, видеть и формулировать проблемы, выбирать способы и средства для их решения. Используются следующие виды проблемного обучения: освещение основных проблем изучаемой дисциплины на лекциях, учебные дискуссии, решение задач повышенной сложности. Преподаватель лишь создает проблемную ситуацию, а разрешают её обучаемые в ходе самостоятельной деятельности.

4. *Личностно-ориентированные технологии обучения*, обеспечивающие в ходе учебного процесса учет различных способностей обучаемых, создание необходимых условий для развития их индивидуальных способностей, развитие активности личности в учебном процессе. Личностно-ориентированные технологии обучения реализуются в результате индивидуального общения преподавателя и студента на консультациях, при выполнении домашних индивидуальных заданий, подготовке индивидуальных отчетов по индивидуальным заданиям, решении задач.

Для целенаправленного и эффективного формирования запланированных компетенций у обучающихся, выбраны следующие сочетания форм организации учебного процесса и методов активизации образовательной деятельности, представленные в табл. 2.

Таблица 2

Методы и формы организации обучения (ФОО)

| Методы активизации образовательной деятельности | ФОО | | | |
|---|--------|--------------|----------------|-----|
| | Лекции | Лаб. занятия | Практ. занятия | СРС |
| IT-методы | + | | + | + |
| Работа в команде | | | | |
| Case-study | | | + | |
| Методы проблемного обучения | + | | + | + |
| Обучение на основе опыта | | | + | + |
| Опережающая | | | | + |

| | | | | |
|-------------------------|---|---|---|---|
| самостоятельная работа | | | | |
| Проектный метод | | | | |
| Поисковый метод | + | | + | + |
| Исследовательский метод | | + | | |

6. Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

6.1 Текущая самостоятельная работа (СРС)

Текущая самостоятельная работа по дисциплине «Теория химико-технологических процессов органического синтеза», направленная на углубление и закрепление знаний студента, на развитие практических умений, включает в себя следующие виды работ:

- работа с лекционным материалом;
- изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- подготовка к практическим занятиям;
- выполнение домашних индивидуальных заданий;
- подготовка к самостоятельным и контрольным работам;
- подготовка к экзамену.

6.2. Творческая проблемно-ориентированная самостоятельная работа (ТСР)

Творческая проблемно-ориентированная самостоятельная работа по дисциплине «Теория химико-технологических процессов органического синтеза», направленная на развитие интеллектуальных умений, общекультурных и профессиональных компетенций, развитие творческого мышления у студентов, включает в себя следующие виды работ по основным проблемам курса:

- поиск, анализ, структурирование информации по заданной теме;
- выполнение расчетных работ, обработка и анализ данных;
- анализ научных публикаций по определенной преподавателем теме.

6.3. Содержание самостоятельной работы студентов по дисциплине

1. Перечень научных проблем и направлений научных исследований

| № п/п | Тема |
|-------|--|
| 1 | Гомогенный и гетерогенный катализ органических реакций |

2. Темы индивидуальных домашних заданий

| № п/п | Тема |
|------------------|--|
| 6 семестр | |
| 1 | Термодинамика процессов органического синтеза |
| 2 | Нуклеофильное замещение у насыщенного атома углерода. Реакции отщепления |
| 3 | Электрофильное присоединение по кратным связям |
| 4 | Электрофильное замещение в ароматическом ряду |
| 7 семестр | |
| 1 | Гетерофазные реакции |
| 2 | Гетерогенно-каталитические реакции |

3. Темы, выносимые на самостоятельную проработку

| № п/п | Тема |
|------------------|---|
| 6 семестр | |
| 1 | Расчет равновесия сложных органических реакций. |
| 2 | Электронные состояния Si и P. |
| 3 | Механизм реакций β -оксиалкилирования. |
| 4 | Нуклеофильное присоединение к карбонильным соединениям и их аналогам. |
| 5 | Стереохимия реакций электрофильного присоединения. |
| 6 | Селективность реакций электрофильного замещения. |
| 7 | Переходные состояния и промежуточные продукты при нуклеофильных перегруппировках. |
| 8 | Иммобилизованные катализаторы. |
| 7 семестр | |
| 1 | Селективность гетерофазных реакций. |
| 2 | Селективность гетерогенно-каталитических реакций. |
| 3 | Селективность гетерогенно-каталитических реакций протекающих в системах газ - жидкость - твердый катализатор. |

4. Темы коллоквиумов

| № п/п | Тема |
|------------------|------------------|
| 6 семестр | |
| | Не предусмотрено |
| 7 семестр | |
| | Не предусмотрено |

6.4. Контроль самостоятельной работы

Оценка результатов самостоятельной работы организуется как единство двух форм: самоконтроль и контроль со стороны преподавателя.

Самоконтроль зависит от определенных качеств личности, ответственности за результаты своего обучения, заинтересованности в

положительной оценке своего труда, материальных и моральных стимулов, от того насколько обучаемый мотивирован в достижении наилучших результатов. Задача преподавателя состоит в том, чтобы создать условия для выполнения самостоятельной работы (учебно-методическое обеспечение), правильно использовать различные стимулы для реализации этой работы (рейтинговая система), повышать её значимость и грамотно осуществлять контроль самостоятельной деятельности студента (фонд оценочных средств).

6.5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Для организации самостоятельной работы студентов (выполнения индивидуальных домашних заданий, самостоятельной проработки теоретического материала, подготовки по лекционному материалу, контрольным работам) преподавателями кафедры разработаны следующие учебно-методические пособия:

Учебные пособия:

1. Бочкарев В.В. Теория химико-технологических процессов органического синтеза. Гетерофазные и гетерогенно-каталитические реакции. Учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2005.–118 с.

2. Сухорослова М.М., Новиков В.Г., Бондалетов В.Г. Лабораторный практикум по химии и технологии органических веществ. – Томск: Изд-во ТПУ, 2002. – 132 с.

Программное обеспечение и Internet-ресурсы:

1. Программы расчета термодинамических свойств органических веществ, химического равновесия, фазового равновесия, кинетики органических реакций: PROPERTIES, CALC_KEQ, THERMOS, PHASEDIAGRAMM, PHASEEQU, STMATRIX, ARRENIUS, KINET.

2. Демонстрационная программа «SynthesGas» нахождения оптимальных условий проведения термодинамически контролируемых промышленных процессов (расчет равновесия сложных химических реакций).

3. Компьютерные программы квантово-химических методов расчета органических соединений (HyperChem 8.0, ChemBio3D Ultra 12.0, WinMorac, Morac2009).

4. Компьютерные программы моделирования ИК, УФ и ЯМР спектров, расчета физико-химических свойств органических соединений (HyperChem 8.0, ChemBio3D Ultra 12.0, ChemBioDraw Ultra 12.0, ACD Labs, ISIS Draw).

5. Программа «Реактор» моделирования сложных органических реакций в непрерывных реакторах.

Кроме того, для выполнения самостоятельной работы рекомендуется литература, перечень которой представлен в разделе 9, и научные работы сотрудников кафедры ТООС и ВМС.

7. Средства (ФОС) текущей и итоговой оценки качества освоения дисциплины

Средства (фонд оценочных средств) оценки текущей успеваемости и промежуточной аттестации студентов по итогам освоения дисциплины «Теория химико-технологических процессов органического синтеза» представляют собой комплект контролирующих материалов следующих видов:

- Самостоятельные работы (6 комплектов по 15 вариантов). Представляют собой задания для индивидуальной самостоятельной работы. Проверяется знание теоретического лекционного материала, тем вынесенных на самостоятельную проработку, выводы и преобразования уравнений, описывающих основные физико-химические процессы.

- Вопросы к контрольным работам (5 комплектов по 15 вариантов). Представляют перечень вопросов по основным разделам курса. Проверяется степень усвоения теоретических и практических знаний, приобретенных умений на репродуктивном и продуктивном уровне.

- Экзаменационные билеты. Состоят из теоретических (2 вопроса) и практических вопросов (2 вопроса) по всем разделам, изучаемым в данном семестре.

Разработанные контролирующие материалы позволяют оценить степень усвоения теоретических и практических знаний, приобретенные умения и владение опытом на репродуктивном уровне, когнитивные умения на продуктивном уровне, и способствуют формированию профессиональных и общекультурных компетенций студентов.

Примеры контролирующих материалов приведены в приложении к рабочей программе.

8. Рейтинг качества освоения дисциплины

В соответствии с рейтинговой системой текущий контроль производится ежемесячно в течение семестра путем балльной оценки качества усвоения теоретического материала (ответы на вопросы) и результатов практической деятельности (решение задач, выполнение

заданий, решение проблем). Рейтинг-планы текущей оценки успеваемости студентов в семестре и рейтинг промежуточной аттестации студентов по итогам освоения дисциплины «Теория химико-технологических процессов органического синтеза» в шестом и седьмом семестрах приведены в табл. 3, 4, соответственно.

Промежуточная аттестация (экзамен) производится в конце семестра также путем балльной оценки. Итоговый рейтинг определяется суммированием баллов текущей оценки в течение семестра и баллов промежуточной аттестации в конце семестра по результатам экзамена. Максимальный итоговый рейтинг за семестр составляет 100. В нее входят: а) рейтинг лекционного материала (РЛМ); б) рейтинг практических занятий (РПЗ); в) рейтинг самостоятельной работы студентов (РСРС); г) рейтинг экзамена (РЭ).

Рейтинг лекционного материала (РЛМ) - это оценки за проработку текущего лекционного материала и тем для самостоятельного (внеаудиторного) изучения. Он подразумевает – конспектирование лекционного материала; активное участие в текущем опросе, проводимом на лекционных занятиях. Максимальный РЛМ – 0,5 баллов в 6-ом семестре и 1 балл в 7-ом семестре за 1 лекционное занятие (тему для самостоятельного изучения).

Рейтинг практических занятий (РПЗ) - это оценки за выполнение 5 контрольных заданий, выполняемых на практических занятиях. Темы контрольных заданий и их РПЗ приведены ниже.

Рейтинг самостоятельной работы студентов (РСРС) – это оценки за выполнение 6 домашних заданий. Темы домашних заданий соответствуют темам контрольных заданий и отличаются от последних тем, что студент при их выполнении вынужден активно пользоваться научно-технической и справочной литературой. Темы домашних заданий и их РСРС приведены ниже.

Рубежный контроль познавательной деятельности студента осуществляется ежемесячно и проводится в период с 25 по 30 число каждого месяца. Сумма баллов рубежного контроля студента складывается из РЛМ, РПЗ и РСРС.

В конце 6 семестра подсчитывается рейтинг семестра (РС6), максимальное значение которого 85 баллов:

$$РС6 = РЛМ + РПЗ + РСРС = 0,5*(18+8) + 32 + 40 = 85.$$

Максимальный рейтинг экзамена (РЭ6) 15 баллов. Форму проведения экзамена (устно, письменно, по билетам, без билетов и т.д.) устанавливает лектор. Экзамен считается сданным, если его оценка не менее 8 баллов.

Итоговый рейтинг за 6-ой семестр ИРС6 = РС6 + РЭ6.

Итоговый рейтинг переводится в оценку по дисциплине в 6-ом семестре:

| | |
|----------------------|-------------------|
| более 85 баллов | отлично |
| от 70,1 до 85 баллов | хорошо |
| от 55,1 до 70 баллов | удовлетворительно |

Преподаватель имеет право выставлять студенту оценку «отлично» без экзамена, если рейтинг студента за семестр превышает 85 баллов.

В конце 7-го семестра подсчитывается рейтинг семестра (РС7), максимальное значение которого 80 баллов:

$$PC7 = PЛМ + PПЗ + PCPC = 1*(7+3) + 20 + 50 = 80.$$

Максимальный рейтинг экзамена (РЭ7) 20 баллов. Форму проведения экзамена (устно, письменно, по билетам, без билетов и т.д.) устанавливает лектор. Экзамен считается сданным, если его оценка не менее 10 баллов.

Итоговый рейтинг за 7-ой семестр $IPС7 = PC7 + PЭ7$.

Итоговый рейтинг переводится в оценку как описано выше.

Темы контрольных работ

| № п/п | Тема | Максимальный балл |
|------------------|---|-------------------|
| 6 семестр | | |
| 1 | Материальный баланс химического процесса | 8 |
| 2 | Расчет равновесия простых органических реакций | 8 |
| 3 | Расчет равновесия сложных органических реакций | 8 |
| 4 | Химия промежуточных частиц органических реакций | 8 |
| | Итого | 32 |
| 7 семестр | | |
| 1 | Реакционная способность органических соединений | 20 |
| | Итого | 20 |

Темы индивидуальных самостоятельных заданий

| № п/п | Наименование темы | Максимальный балл |
|------------------|--|-------------------|
| 6 семестр | | |
| 1 | Термодинамика процессов органического синтеза | 10 |
| 2 | Нуклеофильное замещение у насыщенного атома углерода. Реакции отщепления | 10 |
| 3 | Электрофильное присоединение по кратным связям | 10 |
| 4 | Электрофильное замещение в ароматическом ряду | 10 |
| | Итого | 40 |
| 7 семестр | | |
| 1 | Гетерофазные реакции | 25 |
| 2 | Гетерогенно-каталитические реакции | 25 |
| | Итого | 50 |

Таблица 3

Рейтинг-план освоения дисциплины «Теория химико-технологических процессов органического синтеза» в
течение шестого семестра

| | | | |
|----------------------|---|--------------------------------------|-----|
| Дисциплина | Теория химико-технологических процессов органического синтеза | Число недель | 18 |
| Институт | Институт природных ресурсов | Количество кредитов | 4 |
| Кафедра | ТООС и ВМС | Лекции, час | 36 |
| Семестр | 6 | Практические занятия, час | 54 |
| Группы | 4ДО1 | Лабораторные занятия час. | |
| Преподаватель | Бочкарев Валерий Владимирович, доцент | Всего аудиторных занятий, час | 90 |
| | | Самостоятельная работа, час | 72 |
| | | ВСЕГО, час | 162 |

| Недели | Текущий контроль | | | | | | | | | | | | |
|--------|---|---|-------|-----------------------------|-------|---|-------|---|-------|--|-------|----|-------|
| | Теоретический материал | | | Практическая деятельность | | | | | | | | | Итого |
| | Название раздела | Темы лекций | Баллы | Название лабораторных работ | Баллы | Темы практических занятий (решаемые задачи) | Баллы | Индивидуальные задания (рубежные контрольные работы, рефераты и т.п.) | Баллы | Проблемно-ориентированные задания (НИРС в рамках дисциплины и др.) | Баллы | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | |
| 1 | Стехиометрия и материальный баланс реакций. | 1. Введение. Стехиометрия и материальный баланс реакции | 0,5 | | | 1. Материальные расчеты процессов органического синтеза. | | КР №1 | 8 | | | | |
| 2 | | 2. Методы вычисления основных термодинамических функций. Расчет химических равновесий | 0,5 | | | 2. Материальные и тепловые расчеты технологических процессов органического синтеза. | | | | | | | |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
|--|---|---|-----|---|---|--|---|-------|----|---|-------------------------------|------|
| | | | | | | 3. Использование программы ChemCad при проведении материальных и тепловых расчетов технологических процессов органического синтеза. | | | | Расчет равновесия сложных органических реакций. | 0,5 | |
| 3 | Термодинамика важнейших процессов органического синтеза | 3. Термодинамика крекинга и пиролиза. | 0,5 | | | 4. Вычисление термодинамических функций органических веществ. Вычисление термодинамических функций органических веществ при высоких давлениях. | | | | | 0,5 | |
| 4 | | 4. Термодинамика процессов изомеризации и алкилирования. | 0,5 | | | 5. Расчет равновесий в идеальных системах. Расчет равновесий в неидеальных системах. | | КР №2 | 8 | | | |
| | | | | | | 6. Расчет равновесия сложных органических реакций. | | | | | Электронные состояния Si и P. | 0,5 |
| Всего по контрольной точке (аттестации) № 1 | | | 2 | | | | | | 16 | | 1,5 | 19,5 |
| 5 | | 5. Термодинамика процессов гидрирования - дегидрирования. | 0,5 | | | 7. Электронные состояния атомов C, H, N, O. | | КР №3 | 8 | | | |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
|---|---|---|-----|---|---|---|---|-------|----|---------------------------------------|-----|----|
| 6 | | 6. Термодинамика процессов гидратации - дегидратации | 0,5 | | | 8. Электронные состояния галогенов и S | | | | ИДЗ №1 | 10 | |
| | | | | | | 9. Химические реакции карбкатионов | | | | Иммобилизованные катализаторы. | 0,5 | |
| 7 | | 7. Термодинамика процессов полимеризации и поликонденсации. | 0,5 | | | 10. Химические реакции карбанионов | | | | | | |
| 8 | Особенности органических реакций. Гомолитические и гетеролитические реакции | 8. Особенности органических реакций. Гомолитические и гетеролитические реакции. | 0,5 | | | 11. Химические реакции органических радикалов. | | КР №4 | 8 | | | |
| | | | | | | 12. Принципы составления уравнений кинетики химических процессов в статических и динамических условиях. Зависимость скорости химических реакций от параметров процесса. | | | | Механизм реакций б-оксиалкилирования. | 0,5 | |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
|--|---|---|-----|---|---|---|---|---|----|---|-----|------|
| 9 | Основы химии промежуточных частиц (карбокатионов, карбанионов, свободных радикалов) | 9. Электронные состояния атомов С, Н, N, O. Основы химии карбокатионов. | 0,5 | | | 13. Константы заместителей. Константа реакции и коэффициент передачи. | | | | | | |
| Всего по контрольной точке (аттестации) № 2 | | | 2,5 | | | | | | 16 | | 11 | 29,5 |
| 10 | | 10. Основы химии карбанионов | 0,5 | | | 14. Количественная характеристика реакций кислот с основаниями. | | | | | | |
| | | | | | | 15. Влияние растворителя на механизм реакции замещения | | | | Нуклеофильное присоединение к карбонильным соединениям и их аналогам. | 0,5 | |
| 11 | | 11. Основы химии свободных радикалов и карбенов. | 0,5 | | | 16. Механизм реакций отщепления по Гофману | | | | ИДЗ №2 | 10 | |
| 12 | Химическая кинетика органических реакций | 12. Химическая кинетика органических реакций | 0,5 | | | 17. Кислотно-основный катализ реакций карбонильных соединений. | | | | | | |
| | | | | | | 18. Реакции карбонильных соединений с псевдокислотами. | | | | Стереохимия реакций электрофильного присоединения. | 0,5 | |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
|--|---|--|-----|---|---|---|---|---|----|--|-----|------|
| 13 | Гомогенный катализ. Реакционная способность органических соединений. | 13. Кислотно-основный, электрофильный, нуклеофильный, металлокомплексный и ферментативный катализ. | 0,5 | | | 19. Правило Марковникова. | | | | | | |
| 14 | | 14. Реакционная способность органических соединений. Уравнение Гаммета, уравнение Бренстеда. | 0,5 | | | 20. Катионная цепная полимеризация | | | | | | |
| | | | | | | 21. Реакции сульфирования, нитрования ароматических соединений. | | | | Селективность реакций электрофильного замещения. | 0,5 | |
| Всего по контрольной точке (аттестации) № 3 | | | 2,5 | | | | | | 0 | | 11 | 13,5 |
| 15 | Механизмы органических реакций | 15. Нуклеофильное замещение у насыщенного атома углерода SN1, SN2. Реакции отщепления E1, E2, E1cB. | 0,5 | | | 22. Реакции галогенирования, алкилирования ароматических соединений | | | | ИДЗ №3 | 10 | |
| 16 | | 16. Нуклеофильные реакции полярных двойных связей. Реакции карбонильных соединений и их гетероаналогов. | 0,5 | | | 23. Реакции нуклеофильного замещения в ароматическом ряду | | | | | | |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
|--|---|--|-----|---|---|--|---|---|----|---|------|------|
| | | | | | | 24. Перегруппировки у электронодефицитных центров. | | | | Переходные состояния и промежуточные продукты при перегруппировках. | 0,5 | |
| 17 | | 17. Электрофильное присоединение к олефинам, к сопряженным диенам и ацетиленам. | 0,5 | | | 25. Перегруппировка Бекмана. | | | | | | |
| 18 | | 18. Электрофильное замещение в ароматическом ряду. Нуклеофильное замещение в ароматическом ряду. | 0,5 | | | 26. Радикальные реакции. | | | | | | |
| | | | | | | 27. Конкуренция гомолитических и гетеролитических механизмов, цепных и нецепных. | | | | ИДЗ №4 | 10 | |
| Всего по контрольной точке (аттестации) № 4 | | | 2 | | | | | | 0 | | 20,5 | 22,5 |
| Итоговая текущая аттестация | | | 9 | | | | | | 32 | | 44 | 85 |
| Экзамен | | | | | | | | | | | | 15 |
| Итого баллов по дисциплине | | | | | | | | | | | | 100 |

Зав. кафедрой _____ В. Г. Бондалетов

Преподаватель _____ В. В. Бочкарев

01.09.2010 г.

Таблица 4

Рейтинг-план освоения дисциплины «Теория химико-технологических процессов органического синтеза» в течение седьмого семестра

| | | | |
|---------------|---|-------------------------------|-----------|
| Дисциплина | Теория химико-технологических процессов органического синтеза | Число недель | 14 |
| Институт | Институт природных ресурсов | Количество кредитов | 3 |
| Кафедра | ТООС и ВМС | Лекции, час | 14 |
| Семестр | 7 | Практические занятия, час | 28 |
| Группы | 4Д01 | Лабораторные занятия час. | |
| Преподаватель | Бочкарев Валерий Владимирович, доцент | Всего аудиторных занятий, час | 42 |
| | | Самостоятельная работа, час | 56 |
| | | ВСЕГО, час | 98 |

| Недели | Текущий контроль | | | | | | | | | | | | |
|--------|------------------------|---|-------|-----------------------------|-------|---|-------|---|-------|--|-------|----|-------|
| | Теоретический материал | | | Практическая деятельность | | | | | | | | | Итого |
| | Название раздела | Темы лекций | Баллы | Название лабораторных работ | Баллы | Темы практических занятий (включаемые задачи) | Баллы | Индивидуальные задания (рубежные контрольные работы, рефераты и т.п.) | Баллы | Проблемно-ориентированные задания (НИРС в рамках дисциплины и др.) | Баллы | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | |
| 1 | Гетерофазные процессы | 1. Гетерофазные реакции. | 1 | | | 1. Кинетическая область гетерофазных реакций. | | | | | | | |
| 2 | | | | | | 2. Диффузионная область гетерофазных реакций. | | КР №1 | 20 | | | | |
| 3 | | 2. Кинетическая область гетерофазных реакций. | 1 | | | 3. Переходная область гетерофазных реакций. | | | | | | | |
| 4 | | | | | | 4. Селективность гетерофазных процессов | | | | | | | |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | |
|---|-------------------------------------|--|---|---|---|--|---|---|--------|---|----|----|--|
| Всего к контрольной точке (аттестации) № 1 | | | 2 | | | | | | 20 | | 0 | 22 | |
| 5 | | 3. Диффузионная область гетерофазных реакций. | 1 | | | 5. Аппаратурное оформление гетерофазных процессов | | | | | | | |
| 6 | | | | | | 6. Межфазный катализ органических реакций. | | | ИДЗ №1 | | 25 | | |
| 7 | | 4. Межфазный катализ органических реакций. | 1 | | | 7. Основы кинетики гетерогенно-каталитических реакций. Кинетическая область. | | | | | | | |
| 8 | | | | | | 8. Внешнедиффузионная область гетерогенного катализа. | | | | Селективность гетерофазных реакций. | | 1 | |
| 9 | Гетерогенно-каталитические реакции. | 5. Гетерогенный катализ в органическом синтезе. | 1 | | | 9. Внутридиффузионная область гетерогенного катализа. | | | | | | | |
| Всего к контрольной точке (аттестации) № 2 | | | 3 | | | | | | 0 | | 26 | 29 | |
| 10 | | | | | | 10. Сорбционная область гетерогенного катализа. | | | | Селективность гетерогенно-каталитических реакций во внутридиффузионной области. | | 1 | |
| 11 | | 6. Основы кинетики гетерогенно-каталитических реакций. Кинетическая область. | 1 | | | 11. Переходные области гетерогенного катализа. | | | | | | | |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
|---|---|--|---|---|---|--|---|---|----|---|----|-----|
| 12 | | | | | | 12. Селективность гетерогенно-каталитических реакций в кинетической области. | | | | ИДЗ №2 | 25 | |
| 13 | | 7. Сорбционные, диффузионные и переходные области. | 1 | | | 13. Селективность гетерогенно-каталитических реакций во внедиффузионной области. | | | | | | |
| 14 | | | | | | 14. Аппаратурное оформление гетерогенно-каталитических процессов. КР №7 | | | | Селективность гетерогенно-каталитических реакций протекающих в системах газ - жидкость - твердый катализатор. | 1 | |
| Всего к контрольной точке (аттестации) № 3 | | | 2 | | | | | | 0 | | 27 | 29 |
| Итоговая текущая аттестация | | | 7 | | | | | | 20 | | 53 | 80 |
| Экзамен | | | | | | | | | | | | 20 |
| Итого баллов по дисциплине | | | | | | | | | | | | 100 |

Зав. кафедрой _____ В. Г. Бондалетов
 Преподаватель _____ В. В. Бочкарев

01.09.2010 г.

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Основная литература

1. Потехин В.М., Потехин В.В. Основы теории химических процессов технологии органических веществ и нефтепереработки. – СПб.: Химиздат, 2007. – 944 с.
2. Бочкарев В.В. Теория химико-технологических процессов органического синтеза. Гетерофазные и гетерогенно-каталитические реакции. Учеб. пособие. Том. политехн-й ун-т. –Томск, 2005.–118 с.
3. Лебедев Н.Н., Манаков М.Н., Швец В.Ф. Теория химических процессов основного органического и нефтехимического синтеза. – М.: Химия, 1984. – 376 с.
4. Теоретические основы органической химии; Структура, реакционная способность и механизмы реакций органических соединений: Учебник / А. С. Днепровский, Т. И. Темникова. → 2-е изд., перераб. – Л.: Химия, 1991. – 560 с.
5. Лопатинский В.П. Термодинамические основы технологических процессов основного органического синтеза. – Томск: изд. ТПИ, 1979. - 70 с.

Дополнительная литература

1. Джемилев У.М. Металлокомплексный катализ в органическом синтезе: Алициклические соединения / У.М.Джемилев, Н.Р.Поподько, Е.В.Козлова. – М.: Химия, 1999. – 648 с.
2. Механизмы реакций в органической химии: Вводный курс: Пер. с англ. / П. Сайкс. – М.: Химия, 2000. – 172 с.
3. Органический синтез: наука и искусство: Пер. с англ. / В. Смит, А. Ф. Бочков, Р. Кейпл.—М.: Мир, 2001.—573 с.
4. Иоффе И.И., Письмен Л.М. Инженерная химия гетерогенного катализа. – М.: Химия, 1972. – 462 с.
5. Данквертс П.В. Газожидкостные реакции. Пер с англ. – М.: Химия, 1973. – 296 с.
6. Жоров Ю.М. Термодинамика химических процессов. Нефтехимический синтез, переработка нефти, угля и природного газа. – М.: Химия, 1985. – 464 с.
7. Жоров Ю.М. Кинетика промышленных органических реакций. – М.: Химия, 1989. – 384 с.
8. Вебер В. Межфазный катализ в органическом синтезе: Пер. с англ. / В. Вебер, Г. Гокель. – М.: Мир, 1980. – 327 с.

9. Реутов О.А., Курц А.Л., Бутин К.П. Органическая химия. Ч. 1: Учебник – М.: Изд-во МГУ, 1999. 560 с. Ч. 2: Учебник – М.: Изд-во МГУ, 1999. 624 с.

Программное обеспечение и Internet-ресурсы

Учебники, учебные пособия, методические указания (раздел 6.5.) в виде электронных версий и презентаций в сети кафедры ТООС и ВМС.

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническое обеспечение дисциплины (технические средства, лабораторное оборудование и др.) представлено в табл. 5.

Таблица 5

Материально-техническое обеспечение дисциплины

| № п/п | Наименование (компьютерные классы, учебные лаборатории, оборудование) | Аудитория |
|-------|--|------------------------------|
| 1 | Учебная лаборатория (вытяжные шкафы – 4 шт., лабораторные столы – 7 шт., шкафы для реактивов и оборудования – 4 шт., гардероб – 1 шт.) | 2 корпус, 109 ауд. |
| 2 | Учебная лаборатория, оснащенная компьютерами (15 шт.) | 2 корпус, 109а ауд. |
| 3 | Лабораторная посуда и принадлежности для подготовки мономеров и синтеза полимеров (колбы, прямые и обратные холодильники, пробирки, пипетки, мерные цилиндры, насадки, аллонжи, чашки Петри, стаканы, воронки, штативы, фильтры, ерши лабораторные, термометры). | 2 корпус 109 ауд. |
| 4 | Лабораторное оборудование для синтеза и исследования органических веществ (лабораторный термостат жидкостной ВТ-5, мешалки электрические СТ-2, линейные автотрансформаторы ЛАТР, водяные или песчаные бани, колбонагреватели, электрические плитки, вискозиметры ВПХ, рефрактометр RL-2, весы аналитические, весы электронные Shimadzu (технические), шкафы сушильные, рН-метр, установка для определения температуры размягчения, установка для турбидиметрического титрования) | 2 корпус, 109 ауд. |
| 5 | Оборудование для исследования органических веществ (дифференциальный сканирующий калориметр Setaram DSC131 EVO, ИК Фурье-спектрометр ФТ-801, хроматографы ЛХМ-8 МД, Хромос ГХ-1000) | 2 корпус, 116а ауд, 138 ауд. |

Программа составлена на основе Стандарта ООП ТПУ в соответствии с требованиями ФГОС по направлению 240100 «Химическая технология», профилю подготовки «Технология и переработка полимеров».

Программа одобрена на заседании _____

(протокол № _____ от «__» _____ 2010 г.).

Автор(ы): Бочкарев В.В.

Рецензент(ы): _____

Nitro PDF Trial
www.nitropdf.com