

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Тверской государственный технический университет»
(ТвГТУ)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор
по учебной работе

_____ Э.Ю. Майкова
« _____ » _____ 202_ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)»

«Органическая химия»

Направление подготовки специалитета 04.05.01 Фундаментальная и
прикладная химия

Направленность (профиль) – Фармацевтическая химия

Тип задач профессиональной деятельности – научно-исследовательский

Форма обучения – очная

Химико-технологический факультет
Кафедра «Химии и технологии полимеров»

Тверь 202_

Рабочая программа дисциплины соответствует ОХОП подготовки специалистов в части требований к результатам обучения по дисциплине и учебному плану.

Разработчик программы:
доцент кафедры ХТП

А.И. Пичугина

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ХТП
« ____ » _____ 20__ г., протокол № ____.

Заведующий кафедрой

В.Ю. Долуда

Согласовано:
Начальник учебно-методического
отдела УМУ

Е.Э. Наумова

Начальник отдела
комплектования
зональной научной библиотеки

О.Ф. Жмыхова

1. Цель и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины «Органическая химия» является овладение навыками применения теоретических закономерностей к решению практических задач химической технологии.

Задачами дисциплины являются:

- изучение основных представлений о строении органических веществ, природе химической связи в различных классах органических соединений для понимания свойств материалов и механизма химических процессов применительно к решению задач химической технологии;
- рассмотрение основных источников органических веществ, методов их выделения и способов синтеза для решения практических задач в области химической технологии;
- приобретение практических навыков планирования и проведения химических экспериментов, обработки их результатов, оценки погрешности;
- приобретение навыков использования знания свойств органических соединений и материалов на их основе для решения исследовательских и прикладных задач профессиональной деятельности в области химической технологии.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)». Для изучения курса требуются знания, полученные студентами при изучении дисциплин: «Общая и неорганическая химия», «Физика».

Помимо самостоятельного значения, дисциплина предполагает владение приёмами техники безопасности при синтезе и использовании органических соединений, при прохождении производственной практики, а также в мероприятиях по охране окружающей среды.

В свою очередь она является базовой для дисциплин по синтезу и технологии высокомолекулярных соединений или биологически активных соединений, а также при выполнении технологической части выпускной квалификационной работы.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

3.1 Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция, закрепленная за дисциплиной в ОХОП:

ОПК-1. Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений

Индикаторы компетенций, закреплённых за дисциплиной в ОХОП:

ИОПК-1.1. *Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов*

ИОПК-1.2. *Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии*

Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций

Знать:

З3.1 Свойства основных классов органических соединений: углеводов (алканов, алкенов, алкадиенов, алкинов, циклоалканов, ароматических соединений), производных углеводов (галогенпроизводных, спиртов, простых эфиров, альдегидов, кетонов, карбоновых кислот, азотсодержащих соединений), гетероциклические соединения;

Уметь:

У3.1. Проводить теоретические и экспериментальные исследования технологических процессов и природных сред.

Компетенция, закрепленная за дисциплиной в ОХОП:

ОПК-2. Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием.

Индикаторы компетенций, закреплённых за дисциплиной в ОХОП:

ИОПК-2.1. *Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности.*

ИОПК-2.2. *Проводит синтез веществ и материалов разной природы с использованием имеющихся методик.*

Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций

Знать:

З4.1. Основные источники, основные методы получения и синтеза органических соединений.

Уметь:

У4.1. Предвидеть свойства органических веществ на основе знания их строения и реакционной способности;

У4.2. Прогнозировать возможные рациональные пути их получения.

Компетенция, закрепленная за дисциплиной в ОХОП:

ОПК-6. Способен представлять результаты своей работы в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе.

Индикаторы компетенций, закреплённых за дисциплиной в ОХОП:

ИОПК-6.2. *Представляет информацию химического содержания с учетом требований библиографической культуры.*

ИОПК-6.3. *Представляет результаты работы в виде тезисов доклада на русском и английском языке в соответствии с нормами и правилами, принятыми в химическом сообществе.*

Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций

Знать:

35.1. Методы выделения, очистки и идентификации органических соединений;

35.2. Методы препаративной органической химии;

35.3. Основы качественного и количественного анализа органических соединений.

Уметь:

У5.1. Осуществлять очистку и идентификацию основных органических веществ в лабораторных условиях.

У5.2. Осуществлять синтез основных органических веществ в лабораторных условиях.

3.2. Технологии, обеспечивающие формирование компетенций

Проведение лекционных занятий; выполнение лабораторных работ; выполнение практических работ; выполнение курсовой работы; самостоятельная работа под руководством преподавателя.

4. Трудоемкость дисциплины и виды учебной работы

Таблица 1. Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной работы

Вид учебной работы	Зачетные единицы	Академические часы
Общая трудоемкость дисциплины	14	504
Аудиторные занятия (всего)		330
В том числе:		
Лекции		120
Практические занятия (ПЗ)		60
Лабораторные работы (ЛР)		150
Самостоятельная работа обучающихся (всего)		102+72(экз)
В том числе:		
Курсовая работа (КР)		20
Курсовой проект (КП)		не предусмотрен
Расчетно-графические работы		не предусмотрены
Другие виды самостоятельной работы: - подготовка к лабораторным занятиям - подготовка к практическим занятиям		32 10
Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (зачет)		не предусмотрен
Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (экзамен)		40+72(экз)
Практическая подготовка при реализации дисциплины (всего)		0

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Структура дисциплины

Таблица 2. Модули дисциплины, трудоемкость в часах и виды учебной работы

№	Наименование модуля	Труд-ть часы	Лекции	Практич. занятия	Лаб. работы	Сам. работа
3 семестр						
1	Введение. Основные понятия и определения	84	20	10	26	18+10(экз)
2	Углеводороды	92	20	10	28	20+14(экз)
3	Функциональные производные углеводородов	76	20	10	21	13+12(экз)
	<i>Всего часов за 3 семестр</i>	<i>252</i>	<i>60</i>	<i>30</i>	<i>75</i>	<i>51+36(экз)</i>
4 семестр						
4	Гетероциклические соединения	71	20	10	18	13+10(экз)
5	Углеводы	88	20	10	26	18+14(экз)
6	Аминокислоты, пептиды и протеины	93	20	10	31	20+12(экз)
	<i>Всего часов за 4 семестр</i>	<i>252</i>	<i>60</i>	<i>30</i>	<i>75</i>	<i>51+36(экз)</i>
	Всего на дисциплину	504	60	60	150	102+72(экз)

5.2. Содержание дисциплины

МОДУЛЬ 1 «Введение. Основные понятия и определения»

Основные понятия, термины, теории и определения. Предмет органической химии. Значение органической химии в формировании диалектико-материалистического мировоззрения. Перспективы развития и основные задачи промышленности органического синтеза.

Основные сырьевые источники получения, методы очистки, выделения и идентификации органических соединений.

Общие вопросы строения органических соединений.

Теория строения органических соединений А.М. Бутлерова. Стереохимическая теория. Типы связей в органических соединениях. sp^3 -, sp^2 - и sp -гибридизация. s- и p-связи. Характеристики связи: энергия образования, длина связи, направленность в пространстве, полярность и поляризуемость связи.

Классификация органических соединений и органических реакций.

Классификация органических соединений. Явление гомологии, функциональные группы. Классификация органических реакций: по направлению реакций, по кинетике, по механизму, по реагенту и получающемуся классу органических соединений. Введение в дисциплину. Понятия: материя, вещество, атом, молекула, кристалл. Современные методы изучения структуры молекул и кристаллов как источник знаний о веществе.

МОДУЛЬ 2 «Углеводороды»

– Предельные углеводороды (алканы)

Физические свойства алканов. Закон перехода количественных изменений в коренные, качественные. Химические свойства алканов: реакции с галогенами, с азотной кислотой, сульфирование, сульфоокисление. Механизм реакции радикального замещения предельных углеводородов. Окисление и его механизм. Дегидрирование и дегидроциклизация. Изомеризация, алкилирование, окислительный аммонолиз метана. Пиролиз, крекинг.

Применение предельных углеводородов.

– Непредельные углеводороды (алкены, диены, алкины)

Состояние связей в алкенах. π -Связь, спектроскопическая ее характеристика. Физические свойства олефинов. Химические свойства: каталитическое гидрирование, электрофильное присоединение галогенов, галогеноводородов, серной кислоты и хлорноватистой кислоты. Гидратация. Правило Марковникова. Механизм электрофильного присоединения по двойной связи. Радикальное присоединение бромистого водорода - перекисный эффект Караша. Окисление до оксидов, гликолей, окисление с разрывом цепи. Окислительный аммонолиз. Озонирование. Алкилирование. Радикальная и ионная цепные полимеризации олефинов. Теломеризация олефинов. Высокотемпературное взаимодействие с галогенами. Применение олефинов.

Химические свойства диенов с кумулированными, сопряженными и изолированными двойными связями: присоединение водорода, галогенов, галогеноводородов, воды. Полимеризация. Понятие о натуральном и синтетических каучуках. Сополимеры. Применение.

Физические свойства алкинов. Химические свойства: реакции присоединения водорода, галогенов, галогеноводородов, реакции нуклеофильного присоединения спиртов, карбоновых кислот, синильной кислоты. Полимеризация. Реакции замещения: образование ацетиленидов, магнийорганических соединений, конденсация с альдегидами и кетонами. Изомеризация. Применение алкинов.

– Ациклические углеводороды (циклоалканы)

Физические свойства циклоалканов. Устойчивость циклов. Химические свойства: реакции хлорирования, нитрования, окисления, дегидрирования, изомеризации циклов. Конфигурационные и конформационные изомеры. Применение циклопарафинов.

Циклоолефины: циклогексен, циклопентадиен. Взаимодействие с галогенами, галогеноводородами, окисление. Использование циклопентадиена в диеновом синтезе, в конденсации с алифатическими альдегидами и кетонами.

– Ароматические углеводороды (арены)

Физические свойства аренов. Современные представления об электронном строении бензола. Ароматичность и ее критерии. Правило Хюккеля. Гомологический ряд бензола. Физические свойства. Правила замещения в бензольном ядре. Механизм электрофильного замещения ароматических углеводородов: ацилирование, нитрование, сульфирование, галоидирование, алкилирование. Каталитическое гидрирование, присоединение озона. Окисление.

Дегидрирование гомологов бензола. Применение ароматических углеводородов ряда бензола.

Гомологические ряды дифенила, дифенилметана, трифенилметана. Физические и химические свойства.

Гомологический ряд нафталина. Строение, физические свойства. Химические свойства: окисление, гидрирование, нитрование, сульфирование, галогенирование. Правила замещения. Применение.

Гомологические ряды антрацена и фенантрена. Строение. Физические и химические свойства. Понятие о стеринах.

Арилолефины. Классификация. Номенклатура. Получение. Химические свойства. Применение.

Небензоидные ароматические системы. Циклопентадиенильный анион, металлоцены. Производные тропилия.

МОДУЛЬ 3 «Функциональные производные углеводородов»

Гомологические ряды, общие формулы, изомерия, номенклатура. Классификация функциональных производных по природе органического радикала и функциональной группы. Строение функциональной группы.

– Галогенпроизводные

Моногалогенопроизводные предельных углеводородов. Зависимость физических свойств от природы галогена и углеводородного радикала. Химические свойства: реакции с алкоголями, меркаптидами, аммиаком, аминами, с металлами, с растворами гидроксидов металлов, с водой, цианидами, с солями кислот, восстановление. Отщепление галогеноводородов. Механизмы нуклеофильного замещения (S_{N1} , S_{N2}) и отщепления (E_1 , E_2). Факторы, влияющие на ход нуклеофильного замещения (строение алкильной группы, характер уходящей группы, сила нуклеофильного агента, природа растворителя). Особенности физических и химических свойств фторпроизводных. Применение алкилгалогенидов.

Предельные полигалогенопроизводные. Физические и химические свойства. Отличие в свойствах полигалогенопроизводных от моногалогеналканов. Фреоны. Применение полигалогенидов.

Галогенопроизводные непредельных углеводородов. Изомерия. Номенклатура. Зависимость реакционной способности атома галогена от его положения по отношению к двойной связи. Химические свойства. Поливинилхлорид. Фторопласты. Хлоропреновый каучук.

Галогенопроизводные ароматических углеводородов. Изомерия. Номенклатура. Химические особенности галогенопроизводных с галогеном в ядре и боковой цепи. Активирование акцепторными группами. Применение.

Галогенопроизводные циклоалканов. Физические и химические свойства.

– Спирты

Общая характеристика химических свойств одноатомных спиртов. Химические свойства: образование алкоголей, взаимодействие с реактивом Гриньяра, карбоновыми кислотами, олефинами. Аммонолиз, действие галогеноводородных кислот, особенность действия иодистого водорода,

взаимодействие с галогенидами фосфора, галогентионом, с сероводородом, с серной и фосфорной кислотами, дегидратация. Реакции окисления, дегидрирования, комплексообразования, иодоформная реакция. Механизм реакций. Различие в реакционной способности первичных, вторичных и третичных спиртов в указанных реакциях.

Предельные двухатомные спирты. Виды изомерии. Номенклатура. Отличие в химических свойствах гликолей от одноатомных спиртов: по образованию алкоколятов, внутримолекулярной дегидратации (1,2-; 2,3-; 1,3- и 1,4-гликоли).

Предельные трехатомные спирты. Глицерин. Глицераты. Действие хлористого водорода, окисление, дегидратация. Сложные эфиры глицерина.

Применение глицерина.

Предельные четырехатомные, пятиатомные и шестиатомные спирты.

Пентаэритрит. Взаимодействие пентаэритрита с галогеноводородными кислотами, этерификация минеральными и карбоновыми кислотами.

Непредельные одноатомные спирты. Производные винилового спирта: винилацетат, винилалкиловые эфиры. Реакции по двойной связи: гидрирование, бромирование, гидрохлорирование, окисление, полимеризация эфиров аллилового спирта, окисление, дегидрирование, взаимодействие с хлористым водородом (хлористый цинк).

– *Фенолы*

Химические свойства одноатомных фенолов: диссоциация, образование фенолятов щелочных металлов и железа. Алкилирование, ацилирование, восстановление. Нитрозирование, нитрование, сульфирование, галоидирование в полярных и неполярных растворителях, C-алкилирование и C-ацилирование, карбоксилирование (синтез Кольбе), конденсация с альдегидами и кетонами.

Двухатомные фенолы. Химические свойства: диссоциация, образование фенолятов, алкилирование и ацилирование, окисляемость. Применение гидрохинона для разделения органических веществ, особенность восстановления резорцина. Образование циклических эфиров пирокатехина. Применение дифенилпропана.

Трехатомные фенолы. Пирогаллол, оксигидрохинон, флороглюцин. Химические свойства по гидроксильной группе. Особенности свойств трехатомных фенолов. Склонность к таутомерии. Взаимодействие с иодистым метилом, гидроксиламином, диазометаном, уксусным ангидридом.

Нафтолы. Классификация, изомерия, номенклатура. Химические свойства нафтолов: диссоциация, образование нафтолятов, алкилирование, ацилирование, гидрирование, нитрование, нитрозирование, галоидирование, сульфирование, окисление. Применение нафтолов и их производных.

– *Простые эфиры*

Физические свойства простых эфиров. Строение эфиров. Химические свойства: общая характеристика, взаимодействие с галогеноводородами, нагревание с бромисто-водородной и иодистоводородной кислотами, взаимодействие с серной кислотой и олеумом, окисление, нитрование, хлорирование, взаимодействие с металлическим натрием.

Различие в свойствах винилалкиловых эфиров и диариловых эфиров.

– Карбонильные соединения

Физические свойства. Общая характеристика химических свойств предельных альдегидов и кетонов. Химические свойства: каталитическое восстановление водородом, действие воды, бисульфита натрия, реактива Гриньяра, синильной кислоты, галогеноводородов, одноатомных спиртов. Взаимодействие с пятихлористым фосфором, гидросиламином, гидразином, фенилгидразином, альдольная и кротоновая конденсации, сложноэфирная конденсация Тищенко, конденсация с фенолами, ацетиленовыми углеводородами, полимеризация, окисление, галогенирование. Различие в свойствах альдегидов и кетонов.

Ароматические альдегиды. Классификация, изомерия, номенклатура.

Отличия в свойствах от жирных альдегидов и кетонов: по окисляемости, по реакции конденсации, по взаимодействию с аммиаком, солями синильной кислоты, фенолами, действие гидроксидов щелочных металлов, хлора; электрофильное замещение.

Ароматические кетоны. Классификация, изомерия, номенклатура. Химические свойства арилкетонов с карбонилем, непосредственно связанным с ароматическим ядром. Гидрирование, образование пинаконов. Восстановление, восстановительное аминирование, взаимодействие с синильной кислотой, фенилгидразином, металлическим натрием, гидроксидами щелочных металлов, кротоновая конденсация, конденсация Кляйзена, взаимодействие с хлором, электрофильное замещение.

Непредельные альдегиды и кетоны. Получение. Химические свойства: селективное гидрирование, галоидирование, гидрогалогенирование, окисление, действие пятихлористого фосфора, бисульфита натрия, гидросиламина, реакции сополимеризации. Особенности взаимодействия метилвинилкетона с реактивом Гриньяра, бисульфитом натрия и синильной кислотой.

Применение непредельных альдегидов и кетонов.

– Эпоксисоединения

Химические свойства на примере оксида этилена: взаимодействие с водой, этиленгликолем, одноатомными спиртами, галогеноводородами, аммиаком, карбоновыми кислотами, алкилфенолами (ОП-7, ОП-10), синильной кислотой, сероводородом, реактивом Гриньяра.

Полимеризация и изомеризация оксида этилена. Оксиды пропилена.

– Кетены

Отличие от кетонов и хинонов. Кетен, дикетен. Химические свойства кетена: взаимодействие дикетенов с аммиаком, водой, спиртами, аминами.

– Хиноны

Общая характеристика химических свойств. Облучение светом, окисление, взаимодействие с галогеноводородными и карбоновыми кислотами, одноатомными спиртами, первичными и вторичными аминами, ангидридами карбоновых кислот, альдегидами, хлором, диеновыми углеводородами, гидросиламином. Таутомерия монооксима пара-хинонов. Хингидрон, семихинон. Применение хингидрона.

Антрахинон, его нитрование и сульфирование. Ализарин, алюминиевые и хромовые лаки ализарина.

– *Карбоновые кислоты и их производные*

Физические свойства.

Предельные одноосновные карбоновые кислоты. Гомологический ряд, ацильные радикалы и кислотные остатки. Химические свойства: образование солей, галоидангидридов, ангидридов, сложных эфиров, надкислот.

Галоидирование и окисление. Применение одноосновных карбоновых кислот.

Высшие природные и синтетические карбоновые кислоты. Их применение.

Непредельные одноосновные карбоновые кислоты. Классификация, виды изомерии, номенклатура. Общая характеристика химических свойств. Особенности взаимодействия с бромистым водородом, серной кислотой, образование солей, ангидридов, хлорангидридов, амидов, нитрилов, сложных эфиров. Применение производных непредельных одноосновных кислот.

Ароматические одноосновные карбоновые кислоты. Классификация. Виды изомерии. Получение. Химические свойства по карбоксильной группе.

Механизм нитрования, сульфирования и галоидирования ароматических кислот. Применение.

Двухосновные предельные карбоновые кислоты. Физические и химические свойства. Особенности химических свойств предельных двухосновных карбоновых кислот. Применение.

Двухосновные непредельные карбоновые кислоты. Классификация, гомологический ряд. Физические свойства. Химические свойства: диссоциация, образование солей, сложных эфиров, хлорангидридов. Малеиновая и фумаровая кислоты. Малеиновый ангидрид. Изомеризация малеиновой и фумаровой кислот. Применение.

Ароматические многоосновные карбоновые кислоты. Изомерия, номенклатура. Фталевая, изофталевая, терефталевая кислоты. Химические свойства: диссоциация, образование солей, сложных эфиров, амидов, нитрилов. Фталевый ангидрид, фталимид, фталимид калия. Применение фталимида и фталимида калия для получения аминов, аминспиртов и аминокислот.

Диалкилфталаты – репелленты и пластификаторы.

– *Соли карбоновых кислот*

Получение. Химические и физические свойства. Применение.

– *Галоидангидриды карбоновых кислот*

Классификация, общая характеристика, физические свойства. Химические свойства: взаимодействие с водой, аммиаком, спиртами, фенолами, ароматическими углеводородами, кадмийорганическими соединениями, цианидами металлов, солями карбоновых кислот, пероксидами металлов, восстановление.

– *Ангидриды карбоновых кислот*

Общая формула, классификация. Физические свойства. Химические свойства: взаимодействие с водой, аммиаком, спиртами, ароматическими

углеводородами, хинонами, с магнийорганическими соединениями, восстановление.

– *Сложные эфиры карбоновых кислот*

Химические свойства: гидролиз в кислой и щелочной среде, аммонолиз, алкоголиз, ацидолиз, переэтерификация, восстановление, гидрогенолиз, взаимодействие с реактивом Гриньяра.

Жиры, классификация. Основные кислоты, образующие глицериды. Химическая переработка жиров и растительных масел: гидролиз в кислой и щелочной среде, гидрирование, окисление. Значение и применение жиров и растительных масел.

– *Амиды карбоновых кислот*

Классификация, строение функциональной группы. Химические свойства: алкилирование, ацилирование, гидролиз, дегидратация, взаимодействие с галогеноводородами, щелочными металлами, азотистой кислотой, гипобромидами, пятихлористым фосфором, окисью этилена (стеарокс-6), гидрирование. Применение непредельных амидов.

– *Пероксиды алкилов, ацилов. Надкислоты.*

Виды пероксидов, их обнаружение, удаление. Пероксиды ацилов. Их получение. Пероксид ацетила, пероксид бензоила. Применение пероксидов ацилов для реакций полимеризации и отбеливания пищевых продуктов. Надкислоты, их соли, взаимодействие с олефинами и кетонами.

– *Галогензамещенные кислоты*

Химические свойства по карбоксильной группе: диссоциация, образование солей, сложных эфиров, хлорангидридов, амидов, нитрилов. Отношение к нагреванию. Химические свойства по галогену: действие солей синильной кислоты, алкоголятов, солей карбоновых кислот, азотистокислого натрия.

– *Оксикислоты*

Особенности химических свойств: отношение к нагреванию, этерификация, аммонолиз, взаимодействие с пятихлористым фосфором, взаимодействие с металлами, образование простых эфиров, взаимодействие с хлорангидридами и ангидридами карбоновых кислот, окисление. Особенности действия минеральных кислот на оксикислоты.

Асимметрический атом углерода. Оптическая изомерия (примеры из разных классов). Формула числа стереоизомеров. Антиподы, мезоформы на примере винных кислот, рацематы, способы разделения и расщепления рацематов. Вальденовское обращение.

– *Оксокислоты*

Химические свойства глиоксиловой и пировиноградной кислот. Ацетоуксусная кислота и ее свойства. Ацетоуксусный эфир. Кетоенольная таутомерия.

Химические свойства ацетоуксусного эфира в карбонильной форме: восстановление, взаимодействие с синильной кислотой, с бисульфитом натрия, особенности взаимодействия с гидроксиламином и фенилгидразином. Реакции енольной формы. Реакции алкилирования натрий ацетоуксусного эфира.

– *Алифатические и ароматические нитросоединения*

Предельные мононитросоединения. Общая формула. Первичные, вторичные и третичные мононитросоединения. Строение нитрогруппы. Семиполярная связь. Физические свойства. Спектральная характеристика. Получение. Химические свойства: взаимодействие с гидроксидами, восстановление, взаимодействие с азотистой и серной кислотами, конденсация с альдегидами. Нитропарафины как растворители, добавки к реактивным топливам, промежуточные продукты.

Ароматические нитросоединения с нитрогруппой в ядре. Получение.

Восстановление в кислой и щелочной среде. Электрофильное замещение у ароматических нитросоединений, замещение нитрогруппы. Отличительные свойства ароматических нитросоединений с нитрогруппой в боковой цепи от нитросоединений с нитрогруппой в ядре. Полинитросоединения. Применение ароматических нитросоединений.

– *Алифатические и ароматические амины*

Первичные, вторичные и третичные амины. sp^3 -Состояние атома азота.

Алифатические моноамины. Физические свойства. Получение. Химические свойства: основность, солеобразование, алкилирование, ацилирование, галогенирование, реакция с азотистой кислотой, окисление аминов.

Четвертичные аммониевые основания и их соли. Применение аминов и четвертичных солей. Алифатические полиамины, их свойства и применение.

Ароматические амины с аминогруппой в ядре. Получение. Их отличие от жирных аминов по основности, окисляемости, по реакции с азотистой кислотой и альдегидами. Электрофильное замещение у ароматических аминов. Применение аминов. Ароматические амины с аминогруппой в боковой цепи. Их свойства и применение. Ароматические полиамины. Фенилендиамины, бензидин. Их применение.

– *Диазосоединения*

Ароматические диазосоединения. Реакция диазотирования и ее механизм. Условия проведения реакции. Влияние строения амина на условия проведения реакции и устойчивость солей диазония. Кислотно-основные свойства и таутомерия. Цис- транс-изомерия солей диазония. Реакции солей диазония с выделением азота: замещение диазогруппы на водород, гидроксил, галогены, цианогруппу, металлы. Реакции без выделения азота: образование фенилгидразина, сочетание с ароматическими аминами и фенолами. Диазоаминосоединения, реакции азосочетания.

Алифатические диазосоединения. Диазометан и диазоуксусный эфир. Их свойства. Применение алифатических диазосоединений.

– *Азосоединения*

Химические свойства: восстановление, электрофильные замещения по ядру. Связь между строением и цветностью. Типы органических красителей. Классификация. Азокрасители.

– *Нитрилы и изонитрилы*

Нитрилы. Получение. Химические свойства: гидрирование, гидролиз, алкоголиз, взаимодействие с галогеноводородами, с реактивом Гриньяра,

восстановление сероводородом, гидроксиламином. Применение моно- и полинитрилов.

Изонитрилы. Общая формула. Строение. Физические свойства. Получение. Химические свойства: гидролиз, восстановление, взаимодействие с хлором, серой, кислородом, сероводородом, галогеноводородом, с карбоновыми кислотами, изомеризация.

– *Меркаптаны*

Физические свойства. Получение. Химические свойства: взаимодействие с гидроксидами щелочных металлов и оксидами тяжелых металлов, окисление сильными и слабыми окислителями, алкилирование, ацилирование, взаимодействие с олефинами, альдегидами, кетонами, хлором. Применение меркаптанов.

– *Тиоэфиры*

Получение. Химические свойства: образование комплексных соединений, окисление, алкилирование галоидалкилами, спиртами в присутствии минеральных кислот. Иприт, его получение и разложение. Получение "тиокола" взаимодействием: а) дихлорэтана с полисульфидом натрия; б) *b,b'*-дихлорэтилового эфира с тетрасульфидом натрия.

– *Сульфокислоты*

Получение. Химические свойства посульфогруппе: диссоциация, образование солей, хлорангидридов, амидов, эфиров. Восстановление. Замещение сульфогруппы ароматических сульфокислот на нитрильную и на гидроксильную группу. Свойства ароматических сульфокислот по ядру. Применение сульфокислот.

– *Угольная кислота и ее производные*

Общая характеристика производных. Хлорангидриды угольной кислоты: хлоругольная кислота и фосген. Их взаимодействие со спиртами, аммиаком. Получение изоциановой кислоты, взаимодействие с карбоновыми кислотами, ароматическими углеводородами, ароматическими аминами.

Сложные эфиры угольной кислоты. Образование поликарбонатов при взаимодействии с дифенилолпропаном. Ортоэфиры угольной кислоты, их применение для получения кетонов в синтезах Гриньяра. Гидролиз эфиров угольной кислоты.

Амиды угольной кислоты: карбаминовая кислота и мочевины. Химические свойства мочевины: взаимодействие с азотистой кислотой и гипобромидами, алкилирование, ацилирование, конденсация с альдегидами.

МОДУЛЬ 4 «Гетероциклические соединения»

Определение, классификация в зависимости от величины цикла. Устойчивость циклов. Нахождение в природе. Номенклатура.

– *Пятичленные гетероциклы (фуран, пиррол, тиофен)*

Ароматический характер. Способы получения, взаимные превращения (Ю.И. Юрьев). Химические свойства: галоидирование, нитрование, сульфирование, ацилирование. Особенности реакций замещения для фурана и

пиррола. Особенность пиррола – слабоосновные свойства по иминогруппе; пиррол-калий, его применение.

– *Шестичленные гетероциклические соединения (пиридин)*

Пиридин, его получение. Химические свойства пиридина: реакции присоединения, электрофильного и нуклеофильного замещения. Винилпиридины как мономеры, их получение. Окси- и аминопиридины. Никотиновая кислота (витамин РР). Хинолин, его получение. Оксихинолин как комплексообразователь, хелаты.

Полимеры на основе гетероциклов.

Пиримидин, пиримидиновые основания. Пуриновые основания.

МОДУЛЬ 5 «Углеводы»

Определение, классификация, строение, номенклатура, нахождение в природе, биологическая роль.

– *Моносахариды*

Строение: карбонильная и полуацетальная формы. Глюкозидный гидроксил, α - и β -формы моносахаридов. Стереохимия моноз. Явление мутаротации. Аномерный эффект. Роль конформации моносахаридов в формировании вторичной структуры. Производные моносахаридов. Дезокси- и аминосахара. О- и N-гликозиды. Физические свойства моносахаридов. Химические свойства пентоз и гексоз: образование сахаратов, алкилирование, окисление, восстановление, взаимодействие с синильной кислотой, гидроксиламином, фенилгидразином, действие гидроксидов щелочных металлов, превращение альдопентоз в фурфурол, альдогексоз – в оксиметилфурфурол.

– *Олиго- и полисахариды*

Химические свойства на примерах мальтозы, целлобиозы и сахарозы. Высшие полисахариды: крахмал, гликоген, целлюлоза, полисахариды клеточной стенки бактерий, соединительных тканей и групповых веществ крови. Биосинтез олиго- и полисахаридов. Особенности строения, применение крахмала. Целлюлоза, строение, гидролиз, алкалицеллюлоза, гидратцеллюлоза, мерсеризация, ксантогенаты. Эфиры азотной и уксусной кислот, ацетилцеллюлоза, метил- и этилцеллюлоза, карбоксиметилцеллюлоза, оксиэтилцеллюлоза. Искусственные волокна на основе целлюлозы.

МОДУЛЬ 6 «Аминокислоты, пептиды и протеины»

Классификация аминокислот, виды изомерии, номенклатура. Строение молекулы. Понятие о незаменимых аминокислотах.

Реакции аминокислот *in vitro* (по карбоксильной группе): образование солей, комплексных солей, сложных эфиров, хлорангидридов, амидов, декарбоксилирование, ацилирование, арилирование.

Реакции аминокислот *in vivo*: дезаминирование, переаминирование.

Качественные реакции на аминокислоты и пептиды (нингидринная, Эрлиха, ксантопротеиновая, биуретовая).

Отношение аминокислот к нагреванию. Синтез аминокислот из продуктов теломеризации этилена. Капрон, энант.

5.3. Лабораторные работы

Таблица 3. Лабораторные работы и их трудоемкость

Порядковый номер модуля. Цели лабораторных работ	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость в часах
<i>Семестр 3</i>		
Модуль 1 Цель: Знакомство с основными методами органической химии: выделения, очистки органических соединений в условиях безопасной работы в химической лаборатории с использованием химической посуды и лабораторного оборудования	Техника безопасной работы в химической лаборатории. Лабораторное оборудование и химическая посуда	2
	Методы очистки и выделения органических соединений: – перегонка при атмосферном давлении; – перегонка с паром; – вакуумная перегонка; – экстракция; – кристаллизация; – сублимация	24
Модуль 2 Цель: Знакомство с основными методами идентификации органических соединений	Основные методы идентификации органических соединений: – определение показателя преломления	28
Модуль 3 Цель: Знакомство с основными методами идентификации органических соединений	Идентификации органических соединений: - определение температур кипения; - определение температур плавления	21
Всего 3 семестр:		75
<i>Семестр 4</i>		
Модуль 4 Цель: Знакомство с основными методами синтеза функциональных производных углеводов	– галогенирование – нитрование – ацилирование – сульфирование – аминирование – диазотирование – реакции Канниццаро	18
Модуль 5 Цель: Знакомство с основными методами синтеза функциональных производных углеводов	– щелочное плавление – нитрование ароматических углеводов – синтез органических красителей	26
Модуль 6 Цель: Знакомство с основными качественными реакциями органического синтеза	Качественные реакции на аминокислоты и пептиды (нингидринная, Эрлиха, ксантопротеиновая, биуретовая).	31
Всего 4 семестр:		75
ВСЕГО:		150

5.4. Практические занятия

Таблица 3. Тематика, форма практических занятий (ПЗ) и их трудоемкость

Порядковый номер модуля. Цели практических занятий	Примерная тематика занятий и форма их проведения	Трудоемкость
---	--	--------------

		в часах
Модуль 1 Цель: Введение. Основные понятия и определения	Теория строения органических соединений А.М. Бутлерова. Стереохимическая теория. Типы связей в органических соединениях. sp^3 -, sp^2 - и sp -гибридизация. s- и p-связи. Характеристики связи: энергия образования, длина связи, направленность в пространстве, полярность и поляризуемость связи.	20
Модуль 2 Цель: формирование представлений о строении и химических свойствах углеводов	Гомологические ряды, общие формулы, изомерия, номенклатура. Химические свойства углеводов.	20
Модуль 3 Цель: формирование представлений о строении и химических свойствах функциональных производных углеводов	Гомологические ряды, общие формулы, изомерия, номенклатура. Классификация функциональных производных по природе органического радикала и функциональной группы. Строение функциональной группы.	20
Модуль 4 Цель: формирование представлений о строении и химических свойствах гетероциклических соединений	Определение, классификация в зависимости от величины цикла. Устойчивость циклов. Номенклатура.	20
Модуль 5 Цель: формирование представлений о строении и химических свойствах углеводов	Классификация, строение, номенклатура, нахождение в природе, биологическая роль: Моносахариды– Олиго- и полисахариды.	20
Модуль 6 Цель: формирование представлений о строении и химических свойствах аминокислот, пептидов и протеинов	Классификация аминокислот, пептидов и протеинов, виды изомерии, номенклатура. Строение молекул.	20

6. Самостоятельная работа обучающихся и текущий контроль успеваемости

6.1. Цели самостоятельной работы

Основными целями самостоятельной работы бакалавров является формирование способностей к самостоятельному познанию и обучению, поиску литературы, обобщению, оформлению и представлению полученных результатов, их критическому анализу, поиску новых, рациональных и неординарных

решений, аргументированному отстаиванию своих предложений, умений подготовки выступлений и ведения дискуссий.

6.2. Организация и содержание самостоятельной работы

Самостоятельная работа заключается в изучении отдельных тем курса по заданию преподавателя по рекомендуемой им учебной литературе, в подготовке к практическим занятиям и лабораторным работам, к текущему контролю успеваемости и подготовке к экзамену.

После вводных лекций, в которых обозначается содержание дисциплины, ее проблематика и практическая значимость, студентам выдаются задания на практические занятия и лабораторные работы. Студенты выполняют задания в часы СРС в течение семестра в соответствии с освоением учебных разделов. Защита выполненных заданий производится поэтапно в часы практических занятий. Оценивание осуществляется путем устного опроса проводится по содержанию и качеству выполненного задания.

Лабораторные работы охватывают модули 1-6.

В рамках дисциплины выполняется 20 лабораторных работ, которые защищаются устным опросом.

Выполнение всех лабораторных работ обязательно.

В случае невыполнения лабораторной работы по уважительной причине студент должен выполнить пропущенные лабораторные занятия в часы, отведенные на консультирование с преподавателем.

Во втором семестре выдается задание на курсовую работу.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература по дисциплине

1. Тупикин, Е. И. Химия. В 2 ч. Часть 2. Органическая химия : учебник для вузов / Е. И. Тупикин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 197 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-02227-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/562315> (дата обращения: 14.09.2023). - (ID=142897-0)

2. Дрюк, В. Г. Органическая химия : учебное пособие для вузов / В. Г. Дрюк, В. Г. Карцев, В. П. Хиля. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 502 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08940-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/557448> (дата обращения: 14.09.2023). - (ID=135702-0)

3. Бабков, А. В. Химия в медицине : учебник для вузов / А. В. Бабков, О. В. Нестерова ; под редакцией В. А. Попкова. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 403 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-8279-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/560576> (дата обращения: 14.09.2023). - (ID=139605-0)

4. Москва, В. В. Органическая химия: базовые принципы : учебное пособие для вузов / В. В. Москва. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт,

2025. — 143 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-09419-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/563658> (дата обращения: 14.09.2023). - (ID=155878-0)

5. Органическая химия. Базовый курс : учебное пособие для бакалавров по направлениям "Химические технологии" и "Энерго- ресурсообеспечивающие процессы в химической промышленности" : в составе учебно-методического комплекса / Д.Б. Березин [и др.]. - 2-е изд. ; доп. и испр. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2022. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ЭБС Лань. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 21.07.2022. - ISBN 978-5-8114-1604-2. - URL: <https://e.lanbook.com/book/211490> . - (ID=105971-0)

6. Лагусева, Е.И. Лабораторный практикум по методам органической химии : учебное пособие / Е.И. Лагусева, А.И. Пичугина, В.С. Лагусева; Тверской государственный технический университет. - 3-е изд. - Тверь : ТвГТУ, 2021. - 120 с. - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-7995-1184-5 : 561 p. - (ID=146229-22)

7. Лагусева, Е.И. Лабораторный практикум по методам органической химии : учебное пособие / Е.И. Лагусева, А.И. Пичугина, В.С. Лагусева; Тверской государственный технический университет. - 3-е изд. - Тверь : ТвГТУ, 2021. - 120 с. - Сервер. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-7995-1184-5 : 0-00. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/144810> . - (ID=144810-1)

7.2. Дополнительная литература по дисциплине

1. Вопросы и задачи по органической химии : учеб. пособие : в составе учебно-методического комплекса / Т.К. Веселовская [и др.]; под ред. Н.Н. Суворова. - 2-е изд. - М. : Альянс, 2012. - 255 с. - (УМК-У). - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-91872-027-1 : 750 p. - (ID=95724-8)

2. Сборник задач по органической химии : учебное пособие для вузов по направлению "Химия" и специальности "Фундаментальная и прикладная химия" / В.Я. Денисов [и др.]. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2022. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ЭБС Лань. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 19.07.2022. - ISBN 978-5-8114-1582-3. - URL: <https://e.lanbook.com/book/211568> . - (ID=106017-0)

3. Артеменко, А.И. Практикум по органической химии : учеб. пособие для студентов строительных спец. вузов / А.И. Артеменко, И.В. Тикунова, Е.К. Ануфриев. - 3-е изд. ; испр. - Москва : Высшая школа, 2001. - 187 с. : ил. - ISBN 5-06-003987-0 : 49 p. - (ID=7871-47)

4. Органическая химия : учебник для вузов : в 2 кн. : в составе учебно-методического комплекса. Кн. 2 : Специальный курс / Н.А. Тюкавкина [и др.]; под ред. Н.А. Тюкавкиной. - 2-е изд. - М. : Дрофа, 2009. - 592 с. - (Высшее образование.

Современный учебник). - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-358-06390-7 (Т. 2) : 466 р. 08 к. - (ID=84630-28)

5. Органическая химия : учебник для вузов : в 2 кн. : в составе учебно-методического комплекса. Кн. 1 : Основной курс / В.Л. Белобородов [и др.]; под ред. Н.А. Тюкавкиной. - 4-е изд. - М. : Дрофа, 2008. - 639 с. - (Высшее образование. Современный учебник) (УМК-У). - Текст : непосредственный. - 466 р. 08 к. - (ID=83507-30)

6. Каминский, В.А. Органическая химия : учебник для вузов / В.А. Каминский. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : Юрайт, 2025. - 583. - (Высшее образование). - Образовательная платформа Юрайт. - Дата обращения 09.01.2025. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 01.09.2023. - ISBN 978-5-534-20926-6. - URL: <https://urait.ru/bcode/559008> . - (ID=156887-0)

7. Каминский, В. А. Органическая химия: тестовые задания, задачи, вопросы : учебное пособие для вузов / В. А. Каминский. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 289 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-02896-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/562576> (дата обращения: 15.09.2023). - (ID=166882-0)

8. Гаршин, А. П. Органическая химия : учебное пособие для вузов / А. П. Гаршин. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 240 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-20434-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/558153> (дата обращения: 15.09.2023). - (ID=166883-0)

9. Ключев, М. В. Органическая химия : учебное пособие для вузов / М. В. Ключев, М. Г. Абдуллаев. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 231 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-21079-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/559302> (дата обращения: 15.09.2023). - (ID=166884-0)

10. Вшивков, А. А. Органическая химия. Задачи и упражнения : учебное пособие для вузов / А. А. Вшивков, А. В. Пестов ; под научной редакцией В. Я. Сосновских. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 343 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01618-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/562935> (дата обращения: 15.09.2023). - (ID=166885-0)

7.3. Методические материалы

1. Учебно-методический комплекс дисциплины обязательной части Блока 1 "Дисциплины (модули)" "Органическая химия". Направление подготовки

- специалитета 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия. Направленность (профиль) – Фармацевтическая химия : ФГОС 3++ / Тверской гос. техн. ун-т, Каф. Химии и технологии полимеров ; сост. А.И. Пичугина . - 2024. - (УМК). - Текст : электронный. - 0-00. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/91621> . - (ID=91621-1)
2. Рабочая тетрадь по дисциплине "Органическая химия" направления подготовки 18.03.01 Химическая технология. Профиль: Технология и переработка полимеров. 18.03.01 Химическая технология. Профиль: Химическая технология синтетических биологически активных веществ, химико-фармацевтических препаратов и косметических средств. 04.03.01 Химия. Профиль: Медицинская и фармацевтическая химия. 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия. Направленность (специализация): Фармацевтическая химия : в составе учебно-методического комплекса / Каф. Технология полимерных материалов ; разработ. Е.И. Лагусева. - Тверь : ТвГТУ, 2017. - (УМК-В). - [Сервер](#). - Текст : электронный. - (ID=130799-0)
 3. Оценочные средства промежуточной аттестации по дисциплине "Органическая химия". Направление подготовки 04.03.01 Химия. Направленность (профиль): Медицинская и фармацевтическая химия : в составе учебно-методического комплекса / Кафедра "Химия и технология полимеров" ; разработчик А.И. Пичугина. - Тверь : ТвГТУ, 2021. - (УМК-В). - [Сервер](#). - Текст : электронный. - (ID=130797-0)
 4. Комплект контрольных заданий по дисциплине "Органическая химия" направления подготовки 18.03.01 Химическая технология. Профиль: Технология и переработка полимеров. 18.03.01 Химическая технология. Профиль: Химическая технология синтетических биологически активных веществ, химико-фармацевтических препаратов и косметических средств. 04.03.01 Химия. Профиль: Медицинская и фармацевтическая химия. 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия. Направленность (специализация): Фармацевтическая химия : в составе учебно-методического комплекса / Каф. Технология полимерных материалов ; разработ. Е.И. Лагусева. - Тверь : ТвГТУ, 2017. - (УМК-В). - [Сервер](#). - Текст : электронный. - (ID=130798-0)
 5. Лагусева, Е.И. Лабораторный практикум по методам органической химии : учеб. пособие / Е.И. Лагусева, Г.А. Масленникова, Т.Л. Кравец; Тверской гос. техн. ун-т. - 2-е изд. - Тверь : ТвГТУ, 2010. - 104 с. : ил. - Библиогр. : с. 102. - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-7995-0484-7 : 74 р. 40 к. - (ID=81944-61)
 6. Лагусева, Е.И. Лабораторный практикум по методам органической химии : учеб. пособие : в составе учебно-методического комплекса / Е.И. Лагусева,

- Г.А. Масленникова, Т.Л. Кравец; Тверской гос. техн. ун-т. - 2-е изд. - Тверь : ТвГТУ, 2010. - (УМК-У). - Сервер. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-7995-0484-7 : 0-00. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/81779> . - (ID=81779-1)
7. Лагусева, Е.И. Лабораторный практикум по методам органической химии / Е.И. Лагусева, Г.А. Масленникова, Ю.А. Шульман; Тверской гос. техн. ун-т, Каф. Химии. - Тверь : ТвГТУ, 2003. - 108 с. - Сервер. - Текст : электронный. - ISBN 5-7995-0249-3 : [б. ц.]. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/58576> . - (ID=58576-1)
 8. Лагусева, Е.И. Лабораторный практикум по методам органической химии / Е.И. Лагусева, Г.А. Масленникова, Ю.А. Шульман; Тверской гос. техн. ун-т. - 1-е изд. - Тверь : ТвГТУ, 2003. - 108 с. - Библиогр. : с. 106. - Текст : непосредственный. - ISBN 5-7995-0249-3 : 55 р. 80 к. - (ID=15778-16)
 9. План-конспект лекций по дисциплине "Органическая химия". Специальность 240501.65 - Химическая технология высокомолекулярных соединений. Специальность 020101.65 - Химия. Специальность 020201.65 - Фундаментальная и прикладная химия. Направление 240100.62 - Химическая технология и биотехнология. Направление 240100.62 - Химическая технология. Направление 240700.62 - Биотехнология. Направление 240100.62 - Химическая технология, профиль Технология и переработка полимеров. Направление 020400.62 - Химия Направление 020100.62 - Химия : в составе учебно-методического комплекса / Тверской гос. техн. ун-т, Каф. ТПМ ; сост. Г.А. Масленникова. - Тверь : ТвГТУ, 2011. - (УМК-Л). - Сервер. - Текст : электронный. - 0-00. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/101128> . - (ID=101128-1)
 10. Вопросы для подготовки к экзамену по дисциплине "Органическая химия". Специальность 240501.65 - Химическая технология высокомолекулярных соединений. Специальность 020101.65 - Химия. Специальность 020201.65 - Фундаментальная и прикладная химия. Направление 240100.62 - Химическая технология и биотехнология. Направление 240100.62 - Химическая технология. Направление 240700.62 - Биотехнология. Направление 240100.62 - Химическая технология, профиль Технология и переработка полимеров. Направление 020400.62 - Химия Направление 020100.62 - Химия : 4 семестр : в составе учебно-методического комплекса / Тверской гос. техн. ун-т, Каф. ТПМ ; сост. Г.А. Масленникова. - Тверь : ТвГТУ, 2011. - (УМК-В). - Сервер. - Текст : электронный. - 0-00. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/101126> . - (ID=101126-1)

7.4. Программное обеспечение по дисциплине

1. Операционная система Microsoft Windows: лицензии № ICM-176609 и № ICM-176613 (Azure Dev Tools for Teaching).

2. Microsoft Office 2019 Russian Academic: OPEN No Level: лицензия № 41902814.

7.5. Специализированные базы данных, справочные системы, электронно-библиотечные системы, профессиональные порталы в Интернет

ЭБС и лицензионные ресурсы ТвГТУ размещены:

1. Ресурсы: <https://lib.tstu.tver.ru/header/obr-res>
2. ЭК ТвГТУ: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/Web>
3. ЭБС "Лань": <https://e.lanbook.com/>
4. ЭБС "Университетская библиотека онлайн": <https://www.biblioclub.ru/>
5. ЭБС «IPRBooks»: <https://www.iprbookshop.ru/>
6. Электронная образовательная платформа "Юрайт" (ЭБС «Юрайт»): <https://urait.ru/>
7. Научная электронная библиотека eLIBRARY: <https://elibrary.ru/>
8. Информационная система "ТЕХНОРМАТИВ". Конфигурация "МАКСИМУМ": сетевая версия (годовое обновление): [нормативно-технические, нормативно-правовые и руководящие документы (ГОСТы, РД, СНИПы и др.). Диск 1, 2, 3, 4. - М.: Технорматив, 2014. - (Документация для профессионалов). - CD. - Текст: электронный. - 119600 р. – (105501-1)
9. База данных учебно-методических комплексов: <https://lib.tstu.tver.ru/header/umk.html>

УМК размещен: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/91621>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

При изучении дисциплины «Органическая химия» используются современные средства обучения, возможна демонстрация лекционного материала с помощью проектора. Аудитория для проведения лекционных занятий, проведения защит и презентаций курсовых работ оснащена современной компьютерной и офисной техникой, необходимым программным обеспечением, электронными учебными пособиями и законодательно-правовой поисковой системой, имеющий выход в глобальную сеть.

Для проведения лабораторных работ имеются лаборатории органического синтеза с необходимыми реактивами и оборудованием.

9. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

9.1. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме экзамена

1. Экзаменационный билет соответствует форме, утвержденной Положением о рабочих программах дисциплин, соответствующих федеральным государственным образовательным стандартам высшего образования с учетом

профессиональных стандартов. Типовой образец экзаменационного билета приведен в Приложении. Обучающемуся даётся право выбора заданий из числа, содержащихся в билете, принимая во внимание оценку, на которую он претендует.

Число экзаменационных билетов – 20. Число вопросов (заданий) в экзаменационном билете – 3 (1 вопрос для категории «знать» и 2 вопроса для категории «уметь»).

Продолжительность экзамена – 60 минут.

2. Шкала оценивания промежуточной аттестации в форме экзамена – «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

3. Критерии оценки за экзамен:

для категории «знать»:

выше базового – 2;

базовый – 1;

ниже базового – 0;

критерии оценки и ее значение для категории «уметь»:

отсутствие умения – 0 балл;

наличие умения – 2 балла.

«отлично» - при сумме баллов 5 или 6;

«хорошо» - при сумме баллов 4;

«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;

«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

4. Вид экзамена – письменный экзамен, включающий решение задач с использованием справочного материала и непрограммируемого калькулятора.

5. База заданий, предъявляемая обучающимся на экзамене:

1. Предельные углеводороды. Общая формула, гомологический ряд, изомерия и номенклатура. Пространственное строение метана. Конформация. Химические свойства на примере триметилметана: галоидирование (механизм), парофазное нитрование, сульфохлорирование, окисление.

2. Алициклические углеводороды. Общая формула, гомологический ряд, изомерия и номенклатура. Устойчивость циклов (угловое, торсионное, стерическое напряжение). Банановая связь. Химические свойства: реакции присоединения и замещения.

3. Этиленовые углеводороды. Общая формула, гомологический ряд, изомерия и номенклатура. Строение этилена, π -связь, sp^2 -гибридизация. Химические свойства на примере алкена: гидрирование, гидрогалогенирование (механизм), прямая и сернокислотная гидратация.

4. Ацетиленовые углеводороды. Общая формула, гомологический ряд, изомерия и номенклатура. Строение ацетилена. Физические свойства. Химические свойства на примере алкина: гидрирование, гидрогалогенирование, галоидирование, взаимодействие с пропаналем, пропионовой кислотой.

5. Строение ацетиленовых углеводородов. sp -Состояние атома углерода. Характеристика тройной связи С (длина, энергия, полярность, поляризуемость). Кислые свойства алкилов с концевой тройной связью. Привести уравнения реакций.

6. Диеновые углеводороды. Общая формула. Классификация. Изомерия и номенклатура. Строение диеновых углеводородов. Особенности химических свойств диеновых углеводородов с сопряженными связями: гидрирование, галоидирование, гидратация, окисление диенов с сопряженными связями.

7. Ароматические углеводороды. Классификация. Гомологи бензола. Изомерия. Номенклатура. Строение бензола. Физические свойства. Реакцией алкилирования (галогенопроизводным и этиленовым углеводородом) получить изопропилбензол и написать для него реакцию хлорирования на свету и в присутствии катализатора (механизм реакций).

8. Заместители I и II рода. Правила ориентации в бензольном кольце на примерах хлорметилирования толуола, алкилирования бензойного альдегида. Механизмы реакций.

9. Механизм электрофильного замещения в бензольном кольце на примере нитрования толуола; сульфирования нитробензола; ацилирования изопропилбензола. Окисление бензола и его гомологов.

10. Получение фенолоформальдегидных смол новолачного типа.

11. Спирты. Классификация. Изомерия и номенклатура. Физические свойства. Ассоциация спиртов. Химические свойства: образование алколюлятов, простых и сложных эфиров, галогенопроизводных, эфиров минеральных кислот. Механизм образования сложных эфиров. Различие реакционной способности первичных, вторичных и третичных спиртов в приведенных реакциях.

12. Ориентирующее влияние гидроксильной группы «С»-алкилирование; «С»-ацилирование; нитрование; нитрозирование; бромирование.

13. Фенолы. Реакции конденсации с альдегидами, кетонами. Полимеры на основе полученных соединений.

14. Двухатомные спирты. Химические свойства: внутримолекулярная дегидратация 1,2-; 1,3-; 1,4-гликолей. Дегидратация двутретичных гликолей: взаимодействие гликолей с окисями; получение полиэтиленгликольтерефталата (лавсана).

15. Внутримолекулярная дегидратация двухатомного спирта (1,4-гликоля). Для полученного диена (соединения) написать два вида полимеризации.

16. Трехатомные спирты. Классификация. Номенклатура. Получение глицерина из хлористого аллила. Взаимодействие глицерина с хлористым водородом, с азотной кислотой, с фталевой кислотой.

17. Галогенопроизводные. Классификация. Изомерия. Номенклатура, физические свойства. Химические свойства.

18. Галогенопроизводные. Химические свойства: из вторичного хлористого пропила получить нитроалкан, простой эфир, алкилацетат, алкен, тетраизопротил аммоний бромистый.

19. Ароматические и жирно-ароматические галогенпроизводные. Сравнение реакционной способности галогена в этих соединениях. Получить из бензола хлорбензол и хлористый бензил и написать для них реакции с фенолятом натрия; с цианистым натрием. Введение, каких заместителей увеличивает подвижность галогена в хлорбензоле?

20. Предельные альдегиды. Образование полуацеталей и ацеталей. Альдольная конденсация, кротоновая конденсация, сложноэфирная конденсация Тищенко.

21. Формальдегид, его реакционная способность. Конденсация формальдегида с ацетиленом, фенолами, линейная и циклическая полимеризация формальдегида.

22. Непредельные альдегиды и кетоны. Виды изомерии, номенклатура. Виды изомерии, номенклатура. Акролеин, кротоновый альдегид, винилуксусный альдегид, метилвинилкетон. Особенности химических свойств α - и β -непредельных альдегидов и кетонов в реакциях присоединения бромистоводородной кислоты. Реакции по карбонильной группе и подвойной связи.

23. Ароматические альдегиды и кетоны. Химические свойства – восстановление, окисление. Взаимодействие ароматических альдегидов с хлором на свету и в присутствии катализатора; реакция Канниццаро (самоокисление–самовосстановление).

24. Галогенопроизводные ряда бензола и нафталина. Получение. Объясните прочность связи галогена с ядром с электронной точки зрения. Реакции замещения галогена, зависимость этого замещения от заместителя в бензольном кольце. Реакции ароматических галогенопроизводных по бензольному кольцу.

25. Карбоновые кислоты. Классификация, изомерия, номенклатура. Гомологический ряд. Физические свойства. Ассоциация карбоновых кислот. Зависимость ионизации от строения радикала; образование солей, типы связи анион кислоты – металл; образование ангидридов, хлорангидридов, сложных эфиров.

26. Ароматические карбоновые кислоты. Классификация, изомерия, номенклатура. Гомологический рад. Физические свойства. Ассоциация карбоновых кислот. Зависимость ионизации от строения радикала; образование солей, типы связи анион кислоты-металл; реакции электрофильного замещения по ароматическому кольцу.

27. Двухосновные карбоновые кислоты. Химические свойства: диссоциация; получение эфиров на примере образования диметилового эфира терефталевой кислоты, его поликонденсация с гликолем; образование ангидридов для различных двухосновных кислот; получение амидов и имидов; отношение к нагреванию.

28. Простые эфиры. Определение. Классификация. Номенклатура. Методы получения. Химические свойства: образование оксониевых солей, расщепление эфиров.

29. Сложные эфиры. Общая формула. Способы получения. Химические свойства сложных эфиров на примере бутилацетата: гидролиз, алкоголиз, ацидолиз, собственно переэтерификация.

30. Сложные эфиры карбоновых кислот, классификация. Промышленная переработка жиров и масел: омыление, гидрирование.

31. Ацетоуксусный эфир: написать Кето-енольную таутомерию. Привести реакции ацетоуксусного эфира в кетонной форме: присоединения водорода, бисульфита натрия, замещения карбонильного кислорода.

32. Ортоэфиры. На примере триэтилортоацетата рассмотреть получение, гидролиз в кислой среде.

33. Оксикислоты. Химические свойства оксикислот на примере 2-окси-бутановой кислоты: получение простых эфиров, особенности образования сложных эфиров, взаимодействие с PCl_5 , галогенидами карбоновых кислот.

34. Ангидриды карбоновых кислот. Общая формула. Различия в способности образовывать ангидриды у одноосновных и двухосновных карбоновых кислот. Взаимодействие ангидридов с водой, основаниями, спиртами, фенолами.

35. Нитросоединения. Нитроалканы. Классификация по числу нитрогрупп и их положению. Строение нитрогруппы. Химические свойства нитроалканов: восстановление, образование аци-формы, взаимодействие с азотистой кислотой, отношение к минеральным кислотам.

36. Ароматические нитросоединения. Механизм электрофильного замещения на примере *n*-нитротолуола. Восстановление нитробензола в кислой и щелочной средах.

37. Нитрилы. Общая формула. Химические свойства нитрилов на примере адипонитрила: гидролиз (щелочной, кислотный); этерификация; восстановление. Полимеризация акрилонитрила.

38. Изонитрилы. Особенности строения. Химические свойства нитрилов: гидролиз, реакции присоединения по атому углерода.

39. Амины. Классификация. Химические свойства ароматических аминов по аминогруппе: реакции замещения атома водорода, взаимодействие с азотистой кислотой.

40. Амиды карбоновых кислот. Общая формула. Способы получения. Химические свойства амидов на примере амида масляной кислоты: гидролиз в кислой и щелочной средах, дегидратация, взаимодействие с гипобромидом натрия, восстановление.

41. Азосоединения. Классификация по виду радикала. Получение азокрасителя диазотированием из *p*-нитроанилина и сочетанием с α -нафтолом.

42. Диазосоединения. Определение. Образование солей диазония с различными диазотирующими агентами. Побочные реакции в процессе диазотирования. Реакции без выделения азота.

43. Галогенокислоты. Классификация по числу карбоксильных групп и атомов галогена, положению галогена. Химические свойства галогенокислот по карбоксильной группе. Отношение к нагреванию.

44. Галогенангидриды карбоновых кислот. Общая формула. Способы получения. Особенности получения фтор- и иодангидридов. Взаимодействие хлорангидридов с алкоголями, аренами и фенолами в присутствии кислот Льюиса, солями карбоновых кислот.

45. Гидропероксиды алкилов и перкислоты. Получение и применение.

46. Моносахариды. Классификация. Оксо- и полуацетальные (циклические) формы, изомеры. Явление мутаротации. Особенности свойств полуацетального гидроксила.

47. Олигосахариды. Химические свойства редуцирующих и не редуцирующих дисахаридов.

48. Полисахариды. Целлюлоза. Простые эфиры целлюлозы (метил-, этил-, карбоксиметилцеллюлоза). Способы получения.

49. Полисахариды. Крахмал. Строение макромолекулы. Две фракции крахмала. Стадии гидролиза.

50. Аминокислоты. Классификация. Химические свойства аминокислот по аминогруппе аминокислотной кислоты.

51. Гетероциклические соединения. Пиррол. Строение. Получение пиррола. Химические свойства: действие минеральных кислот, реакции электрофильного замещения. Отличие от фурана и тиофена.

52. Гетероциклические соединения. Пиридин, его строение. Типы реакций, характерные для пиридина, реакции электрофильного и нуклеофильного замещения.

53. Гетероциклические соединения. Тиофен. Способы получения. Химические свойства: реакции электрофильного замещения. Отличие от фурана и пиррола. Очистка бензола от тиофена.

54. Гетероциклические соединения. Фуран. Строение. Получение фурана. Химические свойства: реакции присоединения, окисления, электрофильного замещения.

55. Тиолы (меркаптаны). Общая формула. Классификация. Химические свойства тиолов на примере пропантиола-2: взаимодействие со щелочами и солями тяжелых металлов; образование простых и сложных эфиров; окисление в различных условиях. Применение меркаптанов.

56. Тиоэфиры. Классификация. Химические свойства: образование солей сульфония, окисление. Иприт, его получение и обезвреживание. Тиоколовые каучуки.

57. Магнийорганические соединения. Методы получения. Реакции гриньяровских реактивов: получение спиртов, карбоновых кислот.

Пользование различными техническими устройствами, кроме ЭВМ компьютерного класса и программным обеспечением, необходимым для решения поставленных задач, не допускается. При желании студента покинуть пределы аудитории во время экзамена экзаменационный билет после его возвращения заменяется.

Преподаватель имеет право после проверки письменных ответов на экзаменационные вопросы и решенных на компьютере задач задавать студенту в устной форме уточняющие вопросы в рамках содержания экзаменационного билета, выданного студенту.

Иные нормы, регламентирующие процедуру проведения экзамена, представлены в Положении о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

9.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме зачета

Учебным планом зачет по дисциплине не предусмотрен.

9.3. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме курсового проекта или курсовой работы

1. Шкала оценивания курсовой работы (проекта) – «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

2. Примерная тематика курсовой работы:

1. Сопряжение и ароматичность (системы с открытой цепью сопряжения, системы с замкнутой цепью сопряжения).

2. Стереоизометрия органических соединений.

3. Сульфирование алканов (виды сульфлирующих реагентов, механизм реакции, использование в народном хозяйстве).

4. Диеновые углеводороды в природе и технике (изопреноиды и каучуки).

5. Адамantan, строение, нахождение в природе. Химические свойства.

6. Фторуглеводороды.

7. Органические амины и диамины, применение.

8. Терпеновые углеводороды. Камфора.

9. Органические красители.

10. Пестициды (производные ароматического ряда). ДДТ и его аналоги.

11. Взрывчатые вещества.

12. Пятичленные гетероциклические соединения с двумя гетероатомами (пиразол и его производные).

13. Шестичленные гетероциклические соединения с двумя гетероатомами (пиримидин и его производные).

14. Порфирины в природе и технике.

15. Производные моносахаридов (дезоксисахара, аминсахара).

16. Витамин С.

17. Уроновые кислоты – компоненты растительных и бактериальных полисахаридов.

18. Белки и полипептиды (состав, строение, свойства).

19. Качественные реакции на белки (биуретовая, ксантопротеиновая, реакции Миллона, нингидринная).

Студент по согласованию с преподавателем может самостоятельно выбрать объект курсовой работы на базе организации или предприятия, на котором проводится практика или научно-исследовательская работа.

3. Критерии итоговой оценки за курсовую работу.

Таблица 5. Оцениваемые показатели для проведения промежуточной аттестации в форме курсовой работы

№ раздела	Наименование раздела	Баллы по шкале уровня
-----------	----------------------	-----------------------

	Термины и определения	Выше базового – 2 Базовый – 1 Ниже базового – 0
	Введение	Выше базового – 2 Базовый – 1 Ниже базового – 0
1	Общая часть (обзор литературы по выбранной теме курсовой работы)	Выше базового – 6 Базовый – 3 Ниже базового – 0
2	Специальная часть	Выше базового – 10 Базовый – 6 Ниже базового – 0
	Заключение	Выше базового – 2 Базовый – 1 Ниже базового – 0
	Список использованных источников	Выше базового – 2 Базовый – 1 Ниже базового – 0

Критерии итоговой оценки за курсовую работу (проект):

«отлично» – при сумме баллов от 22;

«хорошо» – при сумме баллов от 17 до 20;

«удовлетворительно» – при сумме баллов от 12 до 16;

«неудовлетворительно» – при сумме баллов менее 11, а также при любой другой сумме, если по разделу «Специальная часть», работа имеет 0 баллов.

4. В процессе выполнения курсовой работы руководитель осуществляет систематическое консультирование.

5. Дополнительные процедурные сведения:

- студенты выбирают тему для курсовой работы самостоятельно из предложенного списка и согласовывают свой выбор с преподавателем в течение двух первых недель обучения;

- проверку и оценку работы осуществляет руководитель, который доводит до сведения обучающего достоинства и недостатки курсовой работы и ее оценку. Оценка проставляется в зачетную книжку обучающегося и ведомость для курсовой работы. Если обучающийся не согласен с оценкой руководителя, проводится защита работы перед комиссией, которую назначает заведующий кафедрой;

- защита курсовой работы проводится в течение двух последних недель семестра и выполняется в форме устной защиты в виде доклада и презентации на 5-7 минут с последующим ответом на поставленные вопросы, в ходе которых выясняется глубина знаний студента и самостоятельность выполнения работы;

- работа не подлежит обязательному внешнему рецензированию;

- курсовые работы хранятся на кафедре в течение трех лет.

10. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Студенты перед началом изучения дисциплины ознакомлены с системами кредитных единиц и балльно-рейтинговой оценки.

Студенты, изучающие дисциплину, обеспечиваются электронными изданиями или доступом к ним, учебно-методическим комплексом по дисциплине, включая методические указания к выполнению лабораторных работ, всех видов самостоятельной работы.

В учебный процесс рекомендуется внедрение субъект-субъектной педагогической технологии, при которой в расписании каждого преподавателя определяется время консультаций студентов по закрепленному за ним модулю дисциплины.

11. Внесение изменений и дополнений в рабочую программу дисциплины

Протоколами заседаний кафедры ежегодно обновляется содержание рабочих программ дисциплин, по утвержденной «Положением о рабочих программах дисциплин» форме.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Тверской государственный технический университет»

Направление подготовки бакалавров 18.03.01 Химическая технология
Направленность (профиль) – Химическая технология высокомолекулярных соединений
Кафедра «Химия и технология полимеров»
Дисциплина «Органическая химия»
Семестр 3

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Задание для проверки уровня «знать» – или 0, или 1, или 2 балла:

Предельные углеводороды. Общая формула, гомологический ряд, изомерия и номенклатура. Пространственное строение метана. Конформация. Химические свойства на примере триметилметана: галогенирование (механизм), парофазное нитрование, сульфохлорирование, окисление.

2. Задание для проверки уровня «уметь» – или 0, или 2 балла:

Внутримолекулярная дегидратация двухатомного спирта (1,4-гликоля). Для полученного диена (соединения) написать два вида полимеризации.

3. Задание для проверки уровня «уметь» – или 0, или 2 балла:

Фенол массой 4,7 г прореагировал с избытком бромной воды. Напишите структурную формулу образовавшегося вещества и приведите его название. Определите массу полученного продукта реакции.

Критерии итоговой оценки за экзамен:

«отлично» - при сумме баллов 5 или 6;

«хорошо» - при сумме баллов 4;

«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;

«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2 балла;

Составитель: к.х.н., доц. кафедры ХТП

А.И. Пичугина

Заведующий кафедрой ХТП: д.х.н., проф.

В.И. Луцик

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Тверской государственный технический университет»

Направление подготовки бакалавров 18.03.01 Химическая технология
Направленность (профиль) – Химическая технология высокомолекулярных соединений
Кафедра «Химия и технология полимеров»
Дисциплина «Органическая химия»
Семестр 4

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Задание для проверки уровня «знать» – или 0, или 1, или 2 балла:

Сложные эфиры. Общая формула. Способы получения. Химические свойства сложных эфиров на примере бутилацетата: гидролиз, алкоголиз, ацидолиз, собственно переэтерификация.

2. Задание для проверки уровня «уметь» – или 0, или 2 балла:

Ацетоуксусный эфир: написать Кето-енольную таутомерию. Привести реакции ацетоуксусного эфира в кетонной форме: присоединения водорода, бисульфита натрия, замещения карбонильного кислорода.

3. Задание для проверки уровня «уметь» – или 0, или 2 балла:

Написать реакцию образования азокрасителя, используя в качестве diazosоставляющей п-нитроанилин, а в качестве азосоставляющей – фенол.

Критерии итоговой оценки за экзамен:

«отлично» - при сумме баллов 5 или 6;

«хорошо» - при сумме баллов 4;

«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;

«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2 балла;

Составитель: к.х.н., доц. кафедры ХТП

А.И. Пичугина

Заведующий кафедрой ХТП: д.х.н., проф.

В.Ю. Долуда