

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИШНПТ
Яковлев А.Н.
« 30 » 06 2020 г.

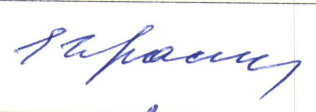
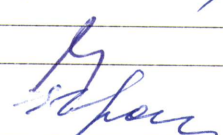
РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2017 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Органическая химия			
Направление подготовки/специальность	19.03.01 Биотехнология		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Биотехнология		
Специализация	Биотехнология		
Уровень образования	высшее образование - бакалавриат		
Курс	2	семестр	4
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	4		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	32	
	Практические занятия		
	Лабораторные занятия	48	
	ВСЕГО	80	
Самостоятельная работа, ч		64	
ИТОГО, ч		144	

Вид промежуточной аттестации

экзамен	Обеспечивающее подразделение	НОЦ Н.М. Кижнера
---------	------------------------------	------------------

Заведующий кафедрой-руководитель НОЦ Н.М. Кижнера (на правах кафедры)
Руководитель ООП
Преподаватель

	Краснокутская Е.А.
	Лесина Ю.А.
	Краснокутская Е.А.

2020г.

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 6. Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	Результаты освоения ООП	Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
			Код	Наименование
УК(У)-6	способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	Р1	УК(У)-6.В2	Владеет навыками использовать источники получения дополнительной информации для повышения уровня общих и профессиональных знаний
			УК(У)-6.У4	Умеет находить и использовать источники получения дополнительной информации
			УК(У)-6.33	Знает основные источники получения дополнительной информации
ОПК(У)-2	способностью и готовностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	Р4	ОПК(У)-2.В20	Способен прогнозировать физико-химические свойства органического вещества в зависимости от его молекулярной структуры
			ОПК(У)-2.У22	Способен проводить синтез, выделение и очистку органического вещества по заданной методике
			ОПК(У)-2.322	Знает теорию строения органических веществ, физико-химические свойства основных классов органических веществ

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к базовой части Блока 1 учебного плана образовательной программы.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Компетенция
Код	Наименование	
РД1	Владеть знаниями об основах строения органических соединений и связи строения с реакционной способностью	ОПК(У)-2 УК(У)-6
РД2	Владеть знаниями об основных классах органических соединений и основах номенклатуры органических соединений.	ОПК(У)-2 УК(У)-6
РД3	Владеть знаниями о строении, основных методах получения, химических свойствах и применении алифатических и ароматических углеводородов.	ОПК(У)-2 УК(У)-6
РД4	Владеть знаниями о строении и классификации органических галогенидов, об основных методах синтеза и реакциях алкилгалогенидов.	ОПК(У)-2 УК(У)-6

РД5	Владеть знаниями о строении, химических свойствах и основных методах синтеза кислородсодержащих органических соединений (спирты, простые эфиры, альдегиды, кетоны, карбоновые кислоты и их производные).	ОПК(У)-2 УК(У)-6
РД6	Владеть знаниями о строении, классификации, основных методах синтеза и физико-химических свойствах аминов, их основных свойствах и особенностях взаимодействия с азотистой кислотой.	ОПК(У)-2 УК(У)-6
РД7	Владеть знаниями о безопасных правилах работы в лаборатории органического синтеза.	ОПК(У)-2
РД8	Уметь выполнять синтез по заданной методике.	ОПК(У)-2
РД9	Уметь пользоваться литературой по органической химии (справочники, оригинальные статьи, монографии).	ОПК(У)-2
РД10	Уметь проводить расчет химической реакции.	ОПК(У)-2
РД11	Уметь составлять отчет о выполненном синтезе.	ОПК(У)-2
РД12	Владеть основными приемами проведения органических реакций (выбор необходимого оборудования, сборка установки).	ОПК(У)-2
РД13	Владеть основными методами очистки органических веществ (простая перегонка, перекристаллизация).	ОПК(У)-2
РД14	Владеть экспресс-методом контроля органической реакции	ОПК(У)-2

Оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации представлены в календарном рейтинг-плане дисциплины.

4. Структура и содержание дисциплины

Основные виды учебной деятельности

Разделы дисциплины	Формируемый результат обучения по дисциплине	Виды учебной деятельности	Объем времени, ч.
Раздел 1. Введение в теорию органической химии	РД-1, РД-2, РД-3, РД-9, РД-11, РД12, РД13, РД14	Лекции	8
		Лабораторные занятия	14
		Самостоятельная работа	15
Раздел 2. Алифатические углеводороды	РД-3, РД-7, РД-9, РД-11, РД12	Лекции	8
		Лабораторные занятия	8
		Самостоятельная работа	15
Раздел 3. Ароматические углеводороды	РД-3, РД-3, РД-8, РД-9, РД-10, РД-11, РД12. РД13, РД14	Лекции	4
		Лабораторные занятия	12
		Самостоятельная работа	10
Раздел 4. Галогенсодержащие органические соединения	РД-4, РД-9	Лекции	2
		Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	8
Раздел 5. Кислородсодержащие органические соединения	РД-5, РД-9	Лекции	6
		Лабораторные занятия	8
		Самостоятельная работа	10
Раздел 6. Амины	РД-6, РД-9	Лекции	4
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	6

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Введение в теорию органической химии

Предмет органической химии. Краткая история развития органической химии как науки. Значение органической химии для жизнедеятельности человека и промышленности, ее связь с другими науками. Современное состояние теории химического строения. Тетраэдрическая модель атома углерода, гибридизация электронных орбиталей. Понятие химической связи. Типы химической связи в органических молекулах. Электронное строение

простых и кратных углерод-углеродных связей: σ - и π - связи. Классификация реагентов и реакций в органической химии. Термодинамическое и кинетическое описание химических реакций. Интермедиаты органических реакций (карбокатионы, карбоанионы, свободные радикалы). Электронные эффекты заместителей (индукционные, резонансные). Классификация и номенклатура органических соединений.

Темы лекций:

1. Введение. Проблема химической связи
2. Энергетика органических реакций. Интермедиаты органических реакций
3. Факторы, влияющие на устойчивость интермедиатов (электронные эффекты заместителей).
4. Основы теории кислот и оснований

Названия лабораторных работ:

1. Понятие классов орг. соединений, функциональной группы. Основы номенклатуры органических соединений
2. КР№1 «Номенклатура алканов»
3. Техника безопасности. Простая перегонка
4. Индукционный и мезомерный эффекты
5. Тонкослойная хроматография
6. Индукционный и мезомерный эффекты. Устойчивость интермедиатов.
7. Кислоты и основания

Раздел 2. Алифатические углеводороды

Алканы (парафины). Гомологический ряд алканов. Общая формула, строение, изомерия, номенклатура. Природные источники алканов: нефть и природный газ. Физические свойства алканов: температуры кипения, растворимость в воде. Химические свойства алканов: горение, дегидрирование, пиролиз, каталитический крекинг, реакции радикального замещения (галогенирование, сульфохлорирование, сульфоокисление, нитрование), механизм S_R , устойчивость радикалов. Алкены (олефины). Гомологический ряд этиленовых углеводородов. Общая формула, строение, изомерия, номенклатура. Физические свойства алкенов. Химические свойства: реакции A_E (галогенирование, гидрогалогенирование, гидратация, сопряженное электрофильное присоединение, гидроборирование-окисление, механизм реакции A_E), свободнорадикальное присоединение по $C=C$ -связи, окисление (получение диолов, оксиранов, альдегидов, кетонов, карбоновых кислот), полимеризация алкенов. Алкины (ацетилены). Гомологический ряд ацетиленовых углеводородов. Общая формула, строение, изомерия, номенклатура. Физические свойства алкинов. Химические свойства: гидрирование (образованием алканов, алкенов), реакции A_E (сравнительный анализ олефинов и ацетиленов, галогенирование, гидратация по Кучерову), кислотный характер терминальных алкинов (образование ацетиленидов металлов, алкилирование).

Темы лекций:

- 1 Алканы
- 2 Алкены (I)
- 3 Алкены (II). Алкины (I).
- 4 Алкины (II).

Названия лабораторных работ:

- 1 Реакции S_R в ряду алканов
- 2 Качественные реакции на $C=C$ -связь
- 3 Реакции A_E в ряду алкенов

Раздел 3. Ароматические углеводороды

Классификация (ароматические карбоциклические и гетероциклические соединения). Строение (понятие ароматичности, критерии ароматичности). Номенклатура производных бензола. Промышленные методы получения бензола (каталитический риформинг, пиролиз). Реакции электрофильного замещения в ряду аренов (механизм S_E , галогенирование, нитрование, сульфирование, алкилирование и ацилирование по Фриделю-Крафтсу). Реакционная способность ароматических систем в реакциях S_E (влияние заместителей, влияние гетероатома в гетероциклических ароматических соединениях). Функциональные производные ароматических соединений (фенолы, анилины, арилгалогениды): сравнительный анализ влияния функциональных групп (кисотно-основные свойства фенолов, основные свойства анилинов, О-, N-алкилирование, N-ацилирование, влияние OH-, NH₂-групп на реакционную способность ароматического кольца в реакциях S_E)

Темы лекций:

- 1 Арены (I)
- 2 Арены II

Названия лабораторных работ:

1. Расчет синтеза *n*-нитробромбензола
2. Синтез *n*-нитробром-бензола
3. Очистка *n*-нитробромбензола
4. Решение задач по теме «Ароматические УВ». Реакции S_E в ароматическом ряду (алкилирование, галогенирование, нитрование, сульфирование)
5. Влияние заместителей на реакционную способность ароматического кольца
6. КР №3 «Ароматические соединения»

Раздел 4. Галогенсодержащие органические соединения

Классификация, номенклатура. Физические свойства. Примеры наиболее практически важных галогенорганических соединений: растворители, мономеры, фреоны, диоксины, как высокотоксичные соединения и загрязнители окружающей среды. Химические свойства алкилгалогенидов (реакции S_N и E), реакция Вюрца, получение реактивов Гриньяра.

Темы лекций:

1. Органические галогениды

Названия лабораторных работ:

1. Реакции S_N , E алкилгалогенидов, реакция Вюрца. Получение реактивов Гриньяра

Раздел 5. Кислородсодержащие органические соединения

Спирты и простые эфиры. Строение, классификация и номенклатура спиртов. Физические свойства. Синтез спиртов: гидролиз алифатических галогенидов, гидратация и гидроборирование-окисление алкенов, взаимодействие ацетиленидов с карбонильными соединениями, с использованием реагентов Гриньяра. Химические свойства спиртов: кислотнo-основные свойства, взаимодействие с металлами, синтез простых эфиров по Вильямсону, взаимодействие с галогенирующими агентами (PBr₃, SOCl₂), дегидратация спиртов (получение алкенов, простых и сложных эфиров), окисление спиртов (под действием KMnO₄, O₂/Cu, CuO, CuO-Cr₂O₃, реагентом Кори).

Карбонильные соединения. Строение, номенклатура. Синтез альдегидов и кетонов: окисление спиртов, гидратация ацетиленов, ацилирование по Фриделю-Крафтсу. Реакции альдегидов и кетонов: взаимодействие с реактивами Гриньяра, литийорганическими

соединениями, ацетиленидами металлов, присоединение воды и спиртов (получение ацеталей, кеталей), цианидов, бисульфита, производных аммиака (получение оснований Шиффа, оксимов, гидразонов, фенилгидразонов, семигидразонов). Реакции восстановления и окисления (восстановление до спиртов, до алканов - реакция Кижнера, окисление до карбоновых кислот, с разрывом С-С-связи). Реакция Канниццаро. Качественные реакции на карбонильную группу.

Карбоновые кислоты и их производные. Строение, классификация и номенклатура карбоновых кислот. Физические свойства карбоновых кислот. Кислотные свойства карбоновых кислот (теория кислот и оснований Бренстеда-Лоури). Синтез карбоновых кислот: окислительные методы (окисление алкенов, спиртов, альдегидов, алкилбензолов), синтез Гриньяра, гидролиз нитрилов. Основные представители дикарбоновых кислот, кислотность дикарбоновых кислот, реакция поликонденсации (синтез полиамидов, полиэфиров). Номенклатура производных карбоновых кислот. Взаимопревращения производных карбоновых кислот: синтез сложных эфиров (этерификация по Фишеру, ацилирование спиртов), гидролиз сложных эфиров (кислотный, основной катализ, получение мылов), синтез амидов (ацилирование аминов, аммонолиз сложных эфиров), кислотно-основно-катализируемый гидролиз амидов, синтез галогенангидридов карбоновых кислот, получение ангидридов карбоновых кислот (использование водоотнимающих агентов, ацилирующих агентов, кетена), синтез нитрилов (из амидов карбоновых кислот, из органических галогенидов), получение α -галогенкарбоновых кислот (реакция Геля-Фольгарда-Зелинского) и их дальнейшая функционализация.

Темы лекций:

1. Спирты и простые эфиры
2. Альдегиды и кетоны
3. Карбоновые кислоты и их производные

Названия лабораторных работ:

1. Получение спиртов с использованием реагентов Гриньяра. Реакции спиртов (взаимодействие с металлами, получение галогенидов, дегидратация, получение простых эфиров, окисление).
2. Карбонильные соединения (Окисление, восстановление, A_N , р. Канниццаро)
3. Кислотные свойства карбоновых кислот. Синтез и взаимодействие производных карбоновых кислот
4. **КР №4** «Кислородсодержащие соединения»

Раздел 6. Амины

Строение, классификация и номенклатура аминов. Физические свойства. Отдельные представители, проявляющие биологическую активность. Синтез аминов: алкилирование аммиака и аминов, восстановление азотсодержащих соединений (нитросоединений, нитрилов, амидов карбоновых кислот, иминов). Основные свойства аминов (теория кислот и оснований Бренстеда-Лоури). Реакции аминов: взаимодействие с кислотами, взаимодействие с азотистой кислотой, ацилирование аминов. Анализ аминов (изонитрильная проба, проба на β -нафтол, проба Гинсберга).

Темы лекций:

1. Амины (I)
2. Амины (II)

Названия лабораторных работ:

1. Основные свойства аминов. Синтез по Гофману.
2. Алкилирование алифатических аминов. Реакции аминов с азотистой кислотой.

5. Организация самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины предусмотрена в следующих видах и формах:

- Работа с лекционным материалом.
- Выполнение домашних заданий;
- Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература

1. Березин Д.Б. Органическая химия. Базовый курс: учебное пособие / Д. Б. Березин, О.В. Шухто, С.А. Сырбу, О.И. Койфман. — 2-е изд. испр. и доп. — Санкт-Петербург: Лань, 2014. — 238 с.
2. Краснокутская Е.А., Филимонов В.Д. Основы теории реакционной способности органических соединений: учебное пособие [Электронный ресурс] / Е. А. Краснокутская, В. Д. Филимонов. — Томск: Изд-во ТПУ, 2016. — 81 с. — Режим доступа: <https://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2017/m028.pdf> (дата обращения: 20.06.2017 г).
3. Сарычева Т.А., Тимощенко Л.В., Штрыкова В.В. Сборник задач по органической химии с решениями. Часть 2 «Галоген- и кислородсодержащие соединения»: учебное пособие [Электронный ресурс] / Т.А. Сарычева, Л.В. Тимощенко, В.В. Штрыкова. — Томск : Изд-во ТПУ, 2012. — 196 с. — Режим доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2012/m425.pdf> (дата обращения: 20.06.2017 г).
4. Сарычева Т.А., Тимощенко Л.В., Штрыкова В.В., Юсубова Р.Я. Сборник задач по органической химии с решениями. Часть 3 «Азотсодержащие соединения»: учебное пособие [Электронный ресурс] / Т.А. Сарычева, Л.В. Тимощенко, В.В. Штрыкова, Р.Я. Юсубова. — Томск : Изд-во ТПУ, 2015-2016. — 106 с. — Режим доступа: : <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2017/m027.pdf> (дата обращения: 20.06.2017 г).

Дополнительная литература

1. Хельвинкель Д. Систематическая номенклатура органических соединений: пер. с англ. / Д. Хельвинкель. — Москва: Бином. Лаборатория знаний, 2012. — 232 с.: ил. — Химия. — Библиогр.: с. 227-228. — Режим доступа: Хельвинкель, Д. Систематическая номенклатура органических соединений : учебное пособие / Д. Хельвинкель. — 2-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2014. — 231 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/50533> (дата обращения: 20.06.2017 г.). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Боровлев, И. В. Органическая химия: термины и основные реакции : учебное пособие / И. В. Боровлев. — 2-е изд. (эл.). — Москва : Лаборатория знаний, 2013. — 359 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/4362> (дата обращения: 20.06.2017 г.). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6.2. Информационное и программное обеспечение

Internet-ресурсы (в т.ч. в среде LMS MOODLE и др. образовательные и библиотечные ресурсы):

1. Образовательный портал по органической химии, где приведены последние достижения в области органического синтеза с ссылками на оригинальные работы: <http://www.organic-chemistry.or>.
2. Программный продукт издательства «Elsevier» «Reaxys» <http://www.reaxys.com>.
3. Персональный сайт Е.А. Краснокутской: <http://portal.tpu.ru:7777/SHARED/e/EAK>
4. Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы доступны по ссылке: <https://www.lib.tpu.ru/html/irs-and-pdb>.

Лицензионное программное обеспечение (в соответствии с **Перечнем лицензионного программного обеспечения ТПУ**):

- 1 7-Zip;
- 2 Adobe Acrobat Reader DC;
- 3 Adobe Flash Player;
- 4 AkelPad;
- 5 Cisco Webex Meetings;
- 6 Design Science MathType 6.9 Lite;
- 7 Document Foundation LibreOffice;
- 8 Google Chrome;
- 9 Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic;
- 10 Mozilla Firefox ESR;
- 11 Tracker Software PDF-XChange Viewer;
- 12 WinDjView;
- 13 Zoom Zoom

7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

В учебном процессе используется следующее лабораторное оборудование для практических и лабораторных занятий:

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 43а, 301	Комплект учебной мебели на 110 посадочных мест Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория) 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 43а, 307	Весы KERN 440-33N. 0.01г - 1 шт.; Ротационный испаритель ROTOVAPOR R215/V - 1 шт.; Камера тепловая KC-65 - 1 шт.; Мешалка магнитная с подогревом (тип 2) MSH-20D-Unit - 3 шт.; Весы лабораторные WPS 510/C/2 - 1 шт.; Аквадистиллятор АЭ-5 "ЛИВАМ" медицинский электрический - 1 шт.; Шкаф вакуумный сушильный VD23 - 1 шт.; Мешалка магнитная с подогревом (тип 1) MSH-20A - 9 шт.; Мешалка магнитная без подогрева MS300 - 2 шт.; Насос вакуумный НВР-4,5Д - 1 шт.; Плитка нагревательная НР-20D-Unit - 22 шт. Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Стол-мойка - 1 шт.; Стол для весов - 2 шт.; Комплект учебной мебели на 40 посадочных мест; Проектор - 1 шт.; Компьютер - 2 шт.

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 19.03.01 Биотехнология/ ОПП Биотехнология/ специализация Биотехнология (приема 2017 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность	Подпись	ФИО
Заведующий кафедрой- руководитель НОЦ Н.М. Кижнера (на правах кафедры)		Краснокутская Елена Александровна

Программа одобрена на заседании выпускающей кафедры биотехнологии и органической химии (протокол от «22» июня 2017 г. № 12).

Заведующий кафедрой – руководитель
НОЦ Н.М. Кижнера (на правах кафедры)
д.х.н, доцент


подпись /Краснокутская Е.А./

Лист изменений рабочей программы дисциплины

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании НОЦ Н,М. Кижнера (протокол)
2018/2019 учебный год	Изменена система оценивания во всех дисциплинах, реализация которых начнется с осеннего семестра 2018/19 учебного года и далее до завершения реализации программы	от 03 сентября 2018 г. № 10
	1 Обновлено программное обеспечение 2 Обновлен состав профессиональных баз данных и информационно-справочных систем 3 Обновлено содержание дисциплин и практик 4 Обновлен список литературы, в том числе ссылок ЭБС	от 18 июня 2018 г. № 8/1
2019/2020 учебный год	1 Обновлено программное обеспечение 2 Обновлен состав профессиональных баз данных и информационно-справочных систем	от 26 июня 2019 г. № 4
2020/2021 учебный год	1 Изменены формы документов ООП в соответствии с приказом ТПУ от 06.05.2020 г. № 127-7/об «Об утверждении форм документов ООП». 2 Обновлено программное обеспечение 3 Обновлен состав профессиональных баз данных и информационно-справочных систем	от 01 сентября 2020 г. № 5/1