

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»**

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИБСиБ
_____ А.В. Васин
«31» мая 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

«Органическая химия»

Разработчик	Высшая школа биомедицинских систем и технологий
Направление (специальность) подготовки	06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика
Наименование ООП	06.05.01_01 Биоинженерия и биоинформатика
Квалификация (степень) выпускника	биоинженер и биоинформатик
Образовательный стандарт	СУОС
Форма обучения	Очная

СОГЛАСОВАНО
Руководитель ОП
_____ Д.И. Богомаз
«15» апреля 2025 г.

Соответствует СУОС
Утверждена протоколом заседания
высшей школы "ВШБСиТ"
от «15» апреля 2025 г. № 6

РПД разработали:
Доцент, к.б.н. Д.И. Богомаз
Доцент, к.х.н. А.Г. Иванов

1. Цели и планируемые результаты изучения дисциплины

Цели освоения дисциплины

1. Целями освоения дисциплины "Органическая химия" являются освоение теоретических основ органической химии и получение навыков работы с органическими веществами.
2. Основные задачи изучения дисциплины состоят в получении студентами знаний основных концепций теоретической органической химии, современных методов синтеза органических соединений, методов определения состава, строения и реакционной способности органических веществ, основных путей практического использования органических соединений в народном хозяйстве, экономической целесообразности использования различных видов растительного и минерального сырья в химической промышленности.
3. Полученные знания необходимы студентам при подготовке, выполнении и защите выпускной квалификационной работы, при решении научно-исследовательских, проектно-конструкторских, производственно-технологических задач в будущей профессиональной деятельности.

Результаты обучения выпускника

Код	Результат обучения (компетенция) выпускника ООП
ОПК-2	Способен использовать специализированные знания фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей)
ИД-5 ОПК-2	Использует специализированные знания фундаментальных разделов общей и неорганической химии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей)
ИД-9 ОПК-2	Использует специализированные знания фундаментальных разделов органической химии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей)

Планируемые результаты изучения дисциплины

знания:

- Знание фундаментальных разделов общей и неорганической химии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей)
- Знание специализированных фундаментальных разделов органической химии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей)

умения:

- Умение использовать специализированные знания фундаментальных разделов общей и неорганической химии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей)
- Умение использовать специализированные знания фундаментальных разделов органической химии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей)

навыки:

- Владение специализированными знаниями фундаментальных разделов общей и неорганической химии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей)
- Владение специализированными знаниями фундаментальных разделов органической химии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей)

2. Место дисциплины в структуре ООП

В учебном плане дисциплина «Органическая химия» относится к модулю «Химия».

Изучение дисциплины базируется на результатах освоения следующих дисциплин:

- Химия

3. Распределение трудоёмкости освоения дисциплины по видам учебной работы и формы текущего контроля и промежуточной аттестации

3.1. Виды учебной работы

Виды учебной работы	Трудоёмкость по семестрам
	Очная форма
Лекционные занятия	28
Лабораторные занятия	14
Самостоятельная работа	21
Часы на контроль	5
Промежуточная аттестация (зачет)	4
Общая трудоёмкость освоения дисциплины	72, ач
	2, зет

3.2. Формы текущего контроля и промежуточной аттестации

Формы текущего контроля и промежуточной аттестации	Количество по семестрам
	Очная форма
Промежуточная аттестация	
Зачеты, шт.	1

4. Содержание и результаты обучения

4.1 Разделы дисциплины и виды учебной работы

№ раздела	Разделы дисциплины, мероприятия текущего контроля	Очная форма		
		Лек, ач	Лаб, ач	СР, ач
1.	Алканы, циклоалканы.	3	1	2
2.	Алкены, алкадиены.	3	1	2
3.	Алкины. Производные ацетилена.	2	1	2
4.	Арены, гетероарилены.	4	2	2

5.	Спирты, простые эфиры, фенолы.	4	2	3
6.	Альдегиды и кетоны.	4	2	3
7.	Алифатические и ароматические амины.	4	2	3
8.	Карбоновые кислоты и их производные.	4	3	4
Итого по видам учебной работы:		28	14	21
Зачеты, ач				5
Часы на контроль, ач				5
Промежуточная аттестация (зачет)		4		
Общая трудоёмкость освоения: ач / зет		72 / 2		

4.2. Содержание разделов и результаты изучения дисциплины

Раздел дисциплины	Содержание
1. Алканы, циклоалканы.	Гомологический ряд. Изомерия. Номенклатура. Атом углерода в состоянии sp^3 -гибридизации. Асимметрический атом углерода. Понятие хиральности. Природа C-C и C-H связей. Химические свойства. Галогенирование, сульфохлорирование, нитрование. Механизм свободно-радикальных реакций замещения (на примере реакции хлорирования, сульфохлорирования). Различие в реакционной способности атома водорода при первичном, вторичном и третичном атомах углерода. Гомологический ряд. Изомерия. Типы напряжений в циклоалканах. Устойчивость циклов. Конформации циклобутанов, цикlopентанов и циклогексанов. Аксиальные и экваториальные заместители в циклогексанах. Химические свойства. Методы получения карбоциклов. Особенности химических свойств малых циклов (на примере циклопропана).
2. Алкены, алкадиены.	Атом углерода в состоянии sp^2 -гибридизации. Природа и геометрия двойной связи. Изомерия. Номенклатура. E,Z-номенклатура. Способы получения алкенов. Получение алкенов из алкилгалогенидов и спиртов, правило Зайцева. Влияние алкильных заместителей на относительную стабильность алкенов. Электрофильное присоединение к алкенам (механизм на примере реакций галогенирования и гидрогалогенирования). Stereo- и региоселективность реакций присоединения. Правило Марковникова (современная трактовка). Гидратация алкенов. Радикальные реакции алкенов. Гидрирование алкенов. Окисление алкенов: эпоксидирование (Прилежаев), гидроксилирование (Вагнер), окислительное расщепление алкенов, озонлиз.
3. Алкины. Производные ацетилена.	Атом углерода в состоянии sp -гибридизации. Геометрия тройной связи. Изомерия. Номенклатура. Способы получения алкинов. Химические свойства алкинов: реакции электрофильного присоединения: гидрогалогенирование, галогенирование, гидратация по Кучерову, восстановление. Stereоселективность реакций восстановления. Сравнение химических свойств алкенов и алкинов. Химические свойства терминальных алкинов: кислотность терминальных алкинов, реакции с участием подвижного ацетиленового атома водорода, ацетилениды металлов. Реакции нуклеофильного присоединения к алкинам.

<p>4. Арены, гетероарилены.</p>	<p>Строение бензола. Энергия сопряжения. Ароматичность. Правило Хюккеля. Ароматические карбо- и гетероциклы. Особенности химических свойств ароматических соединений (отличие от алканов и непредельных соединений). Получение гомологов бензола. Механизм электрофильного замещения в ароматическом ядре. Электрофильное замещение в бензоле: нитрование, галогенирование, сульфирование, алкилирование, ацилирование. Электронодонорные и электроноакцепторные заместители. Ориентация вступления новой группы при наличии заместителей в бензольном ядре. Ориентанты I и II рода. Согласованная и несогласованная ориентация. Реакции алкилбензолов с участием боковых цепей и ароматического кольца (галогенирование, нитрование, окисление).</p>
<p>5. Спирты, простые эфиры, фенолы.</p>	<p>Классификация спиртов. Рациональная и систематическая номенклатура спиртов. Физические свойства, влияние водородных связей на физические свойства спиртов. Способы получения одноатомных спиртов: алкенов, галогеналканов и карбонильных соединений. Химические свойства спиртов: кислотность, дегидратация, ацилирование, нуклеофильное замещение, окисление.</p>
<p>6. Альдегиды и кетоны.</p>	<p>Изомерия, номенклатура. Строение карбонильной группы. Влияние заместителей на реакционную способность C=O группы. Способы получения оксоединений: окисление спиртов, гидролиз дигалогенпроизводных, получение из карбоновых кислот и их производных, из ацетиленов по реакции Кучерова. Химические свойства альдегидов и кетонов: взаимодействие с водородом, бисульфитом натрия, синильной кислотой, магниорганическими соединениями. Реакции со слабыми нуклеофилами: спиртами (образование полуацеталей и ацеталей (кеталей)), тиоспиртами, водой. Реакции с аминами. Восстановление C=O группы до CH₂ и CH-OH групп. Реакции оксоединений с гидроксиламином, гидразином и его производными, семикарбазидом. Различие в химических свойствах альдегидов и кетонов.</p>

<p>7. Алифатические и ароматические амины.</p>	<p>Классификация, номенклатура, изомерия. Способы получения аминов: реакция Гофмана, восстановительное аминирование карбонильных соединений, восстановление азотистых производных, перегруппировка Гофмана, реакция Габриэля. Химические свойства аминов. Амины как основания, влияние строения на основные свойства аминов: сравнение основных свойств аммиака, первичных, вторичных и третичных аминов, а также амидов. Нуклеофильные свойства: алкилирование и ацилирование аминов. Реакции различных аминов с азотистой кислотой. Анилин, толуидин. Получение восстановления нитросоединений. Взаимное влияние аминогруппы и бензольного кольца. Реакции электрофильного замещения, ацилирование аминогруппы как защита бензольного ядра. Сравнение основных и нуклеофильных свойств ароматических и алифатических аминов. Влияние заместителей в кольце на основные свойства аминогруппы. Парацетамол. Сульфаниловая кислота. Цвиттер-ионы. Понятие о сульфамидных препаратах. Ароматические соли диазония, их устойчивость по сравнению с алифатическими солями, реакции солей диазония, протекающие с выделением и без выделения азота.</p>
<p>8. Карбоновые кислоты и их производные.</p>	<p>Гомологический ряд. Изомерия и номенклатура. Строение карбоксильной группы и карбоксилат-аниона. Влияние заместителей на кислотные свойства. Способы получения карбоновых кислот: окисление углеводов, спиртов, альдегидов, кетонов, гидролиз производных кислот, взаимодействие магнийорганических соединений с диоксидом углерода. Химические свойства карбоновых кислот: кислотные свойства, галогенирование по Геллю-Фольгардту-Зелинскому, получение различных производных кислот. Муравьиная, уксусная, пальмитиновая и стеариновая кислоты. Галогенангидриды, ангидриды, сложные эфиры, амиды, нитрилы. Получение, взаимные превращения. Перегруппировка Гофмана амидов карбоновых кислот. Ацилирование аминов, спиртов и фенолов хлорангидридами и ангидридами кислот. Сравнение ацилирующих свойств различных производных кислот. Реакция этерификации и гидролиз сложных эфиров.</p>

5. Образовательные технологии

Образовательные технологии включают лекции, практические занятия, самостоятельную работу студентов.

6. Лабораторный практикум

№ раздела	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ач
		Очная форма
1.	Техника безопасности при работе в химической лаборатории. Методы выделения и очистки индивидуальных веществ: простая, вакуумная перегонка и перекристаллизация. Колоночная хроматография. Тонкослойная хроматография. Поиск методик синтеза вещества по поисковым системам интернета.	4
2.	Синтез сложных эфиров (этилацетат). Реакция ацилирования. Синтез аспирина.	5
3.	Получение иминов. Синтез бензилиденанилина.	5
Итого часов		14

7. Практические занятия

Не предусмотрено

8. Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

Примерное распределение времени самостоятельной работы студентов

Вид самостоятельной работы	Примерная трудоемкость, ач
	Очная форма
Текущая СР	
работа с лекционным материалом, с учебной литературой	4
опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях)	0
самостоятельное изучение разделов дисциплины	4
выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ	3
подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям	4
подготовка к контрольным работам, коллоквиумам	4
Итого текущей СР:	19
Творческая проблемно-ориентированная СР	
выполнение расчётно-графических работ	0
выполнение курсового проекта или курсовой работы	0
поиск, изучение и презентация информации по заданной проблеме, анализ научных публикаций по заданной теме	0
работа над междисциплинарным проектом	0
исследовательская работа, участие в конференциях, семинарах, олимпиадах	2
анализ данных по заданной теме, выполнение расчётов, составление схем и моделей на основе собранных данных	0
Итого творческой СР:	2
Общая трудоемкость СР:	21

9. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

9.1. Адрес сайта курса

<https://dl-vsbtpt.spbstu.ru>

9.2. Рекомендуемая литература

Основная литература

№	Автор, название, место издания, издательство, год (годы) издания	Год изд.	Источник
1	Шабаров Ю.С. Органическая химия: СПб.: Лань, 2011.	2011	ИБК СПбПУ
2	Моррисон Р., Бойд Р. Органическая химия: Москва: Мир, 1974.	1974	ИБК СПбПУ

Дополнительная литература

№	Автор, название, место издания, издательство, год (годы) издания	Год изд.	Источник
1	Робертс Д., Касерио М. Основы органической химии. Т.1 Т.1: Москва: Мир, 1978.	1978	ИБК СПбПУ
2	Робертс Д., Касерио М. Основы органической химии. Т.2 Т.2: Москва: Мир, 1978.	1978	ИБК СПбПУ
3	Титце Л., Айхер Т. Препаративная органическая химия. Реакции и синтезы в практикуме органической химии и научно-исследовательской лаборатории: Москва: Мир, 1999.	1999	ИБК СПбПУ

Ресурсы Интернета

1. The Organic Chemistry Portal offers an overview of recent topics, interesting reactions, and information on important chemicals for organic chemists.: <https://www.organic-chemistry.org>
2. The Organic Chemistry Reaction and Mechanism Guide will help you understand more than 185 of the most common reactions encountered in undergraduate organic chemistry.: <https://www.masterorganicchemistry.com>

9.3. Технические средства обеспечения дисциплины

1. Программный продукт Microsoft ES Desktop Edu All Lng Lic/SA OLVFIYr Acdmc Ent. Договор № 234/16-Д от 14.10.2016
2. Kaspersky Total Security 1000-1499, EDU.1D0A16110111141075711. Договор №234/16-Д от 14.10.2016

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Аудитория , оборудованная доской и обеспечивающая возможность демонстрации компьютерных презентаций

Оборудование:

- мультимедийная установка
- персональные компьютеры для проведения необходимого научного поиска и доступа в электронную библиотеку для работы с литературными источниками.

Материалы

1. Демонстрационные материалы в виде таблиц, схем, рисунков

11. Критерии оценивания и оценочные средства

11.1. Критерии оценивания

Для дисциплины «Органическая химия» формой аттестации является зачёт. Оценивание качества освоения дисциплины производится с использованием рейтинговой системы.

Ответ студента на зачете оценивается одной из следующих оценок: «Отлично», «Хорошо», «Удовлетворительно» или "Неудовлетворительно", которые выставляются по определенным критериям.

11.2. Оценочные средства

Примеры вопросов к зачету:

1. Определите принадлежность к классу следующих соединений:

а) б) в) г) д) е) ж) з) и) к)

2. По названию напишите структурные формулы следующих соединений:

а) диметилдиизопропилметан; б) 4-метил-2-пропил-4-гексен-1-ол;

в) 5-иод-5-метил-1-гексин; г) 4,4-диметил-2-пентен;

д) 1-хлор-2-бутанол; е) 3-убтеналь;

ж) 2-метил-7-нитро-5-фтор-2-гептеневая кислота;

з) ✓ -хлормасляная кислота; и) 2-бром-3-метилциклопентанол;

к) 4-хлортолуол; л) 2-гидроксibenзойная кислота.

3. Изобразите структуры Льюиса для следующих соединений:

а) SiH_4 , б) SiCl_4 , в) C_2H_6 , г) CH_3NH_2 , д) MgCl_2 ,

е) Br_2 , ж) CS_2 , з) H_2CO_3 , и) C_3H_6 , к) HF ,

л) NaF , м) MgO , н) CH_3Cl , о) CH_3CN , п) CH_3OH .

4. Изобразите структуры Льюиса: все атомы (кроме H) должны иметь октет электронов. Какие из них имеют семиполярную связь?

а) CH_3OH , метанол; б) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$, этанол; в) $\text{H}_2\text{C}=\text{C}=\text{O}$, кетен;

г) CH_3NO_2 , нитрометан; д) HCOOH , муравьиная кислота.

5. Назовите атомные орбитали, которые следует включать

для расчета следующих молекул в валентном базисе: метан, этан, метанол, бромметан, формальдегид, нитрометан, этилен, ацетилен, бутадиен.

Предскажите общее число МО, номера ВЗМО и НСМО, которые будут получены в результате расчета.

6. Назовите атомные орбитали, которые следует включать для расчета следующих молекул в π -приближении: этилен, бутадиен, бензол, нафталин, фуран, стирол, пиррол, пиридин, тιοфен. Предскажите общее число π -орбиталей, а также номера ВЗМО и НСМО, которые будут получены в результате расчета.
7. По данным расчета методом молекулярных орбиталей Хюккеля молекул этилена, бутадиена, бензола, нафталина, стирола, фурана, пиридина, бензальдегида и анилина определите собственные коэффициенты и собственные энергии их ВЗМО и НСМО. Приведите графическое изображение граничных МО. Оцените участие отдельных атомов в формировании этих молекулярных π -орбиталей.
8. Названные ниже основания расположите в порядке возрастания основных свойств. Приведите объяснения.
- а) метанол, метиламин, анилин; б) метанол, 2-пропанол, фенол;
в) аммиак, этиламин, диэтиламин, ацетамид.
9. Запишите уравнение кислотной диссоциации для каждого из следующих соединений:
- а) этан; б) толуол (CH_3 -группа); в) нитрометан;
г) ацетилен; д) тринитрометан.
- Расположите эти соединения в порядке возрастания кислотности. Отнесите следующие значения pK_a к указанным соединениям: 0; 50; 41; 25; 10,2. Изобразите там, где это возможно, структуры сопряженных оснований перечисленных соединений в терминах теории резонанса.
10. Расположите нижеперечисленные карбоновые кислоты в порядке возрастания кислотности. Для этого отнесите данные значения pK_a (2,47; 4,76; 2,85; 4,31; 2,57; 1,68) к указанным соединениям:
- а) $\text{NO}_2\text{-CH}_2\text{COOH}$, б) $\text{Cl-CH}_2\text{COOH}$, в) $\text{Ph-CH}_2\text{COOH}$,
г) $\text{F-CH}_2\text{COOH}$, д) $\text{NC-CH}_2\text{COOH}$, е) CH_3COOH .
- Объясните ряд возрастания кислотности обозначением электронных эффектов в сопряженных основаниях.
11. Названные ниже соединения классифицируйте как кислоту или основание в соответствии с теориями Брэнстеда и Льюиса:
- а) этиламин, б) хлорид алюминия, в) хлорид аммония, г) метанол,
д) FeCl_3 , е) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$, ж) фенол, з) анилин,
и) ацетон, к) нитрометан, л) ацетилен.

12. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Освоение дисциплины студентами предусмотрено на лекционных и практических (семинарских) занятиях, а также при самостоятельной работе, включающей конспектирование источников, пользование Интернет ресурсов, дополнительной литературы и периодическими изданиями.

Лекции являются основным методом доведения содержательной части курса. Практические (семинарские) занятия имеют целью углубить и закрепить полученные теоретические знания, проводятся с целью более глубокого изучения тем учебной дисциплины, привития студентам навыков самостоятельного поиска и анализа необходимой учебной информации, умения активно участвовать в творческой дискуссии, делать правильные выводы, аргументировано излагать и отстаивать свое мнение.

Самостоятельная работа заключается в подготовке письменных конспектов по теме занятия на основе вопросов к разделу. Контроль за успеваемостью осуществляется систематически в виде текущего и итогового контроля.

Формой итогового контроля является зачет. Подготовка к нему позволяет студентам систематизировать и обобщать все знания, умения и навыки, полученные в ходе изучения курса.

13. Адаптация рабочей программы для лиц с ОВЗ

Адаптированная программа разрабатывается при наличии заявления со стороны обучающегося (родителей, законных представителей) и медицинских показаний (рекомендациями психолого-медико-педагогической комиссии). Для инвалидов адаптированная образовательная программа разрабатывается в соответствии с индивидуальной программой реабилитации.