



Введение в органическую химию

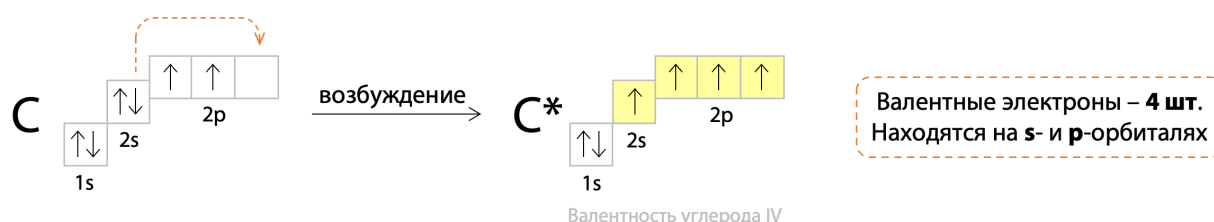
Органическая химия – химия соединений углерода, за исключением его простых соединений (оксидов углерода, угольной кислоты и ее солей). Углерод – это уникальный элемент, способный образовать множество органических и неорганических веществ.

Органических соединений известно более 100 миллионов, что включает от 16 до 40 миллионов изученных веществ, а также более 70 миллионов белковых структур.

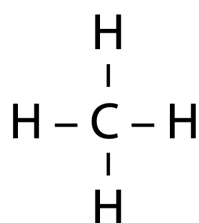
Разнообразие органических веществ поддерживается за счет «органического синтеза» – направленное получение веществ в лабораторных или промышленных условиях.

Электронное строение углерода

Углерод – элемент IV группы главной подгруппы Периодической системы. В его электронной оболочке 6 электронов, из которых **валентными электронами** являются 4.

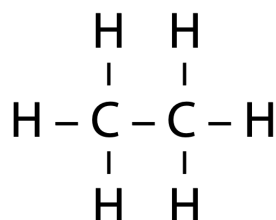


В органических соединениях **углерод** проявляет **постоянную валентность IV**. Например, простейший представитель класса алканов – метан – состоит из 1 атома углерода и 4 атомов водорода:



Метан

Второй представитель класса алканов – этан – состоит из 2 атомов углерода и 6 атомов водорода:



Этан



Строение молекул органических веществ

Главная особенность углерода заключается в возможности образования **цепочечных структур**, т.е. атомы углерода могут почти до бесконечности соединяться друг с другом в составе молекул:



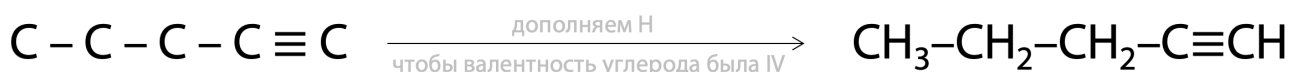
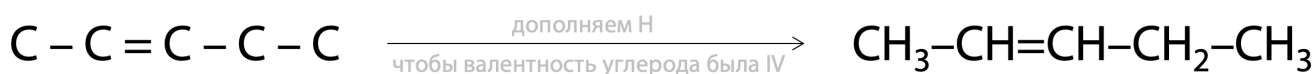
При чем связи между атомами углерода не обязательно могут быть одинарными:

Виды связей	Структурный фрагмент	Длина связи, Å	Энергия связи, кДж/моль
Одинарная	C–C	1,54	348
Двойная	C=C	1,34	612
Тройная	C≡C	1,20	838

Несколько утверждений, которые вытекают из данных таблицы:

- 1) Чем больше связей между атомами углерода, тем прочнее связь;
- 2) Чем меньше связей между атомами углерода, тем длиннее связь.

Примеры соединений с двойными и тройными связями:



Учитывая все факты особенностей строения органических соединений, заметим, что органические молекулы могут иметь линейное или разветвленное строение:

Линейное строение молекул



Разветвленное строение молекул





Формулы органических соединений

Из-за большого разнообразия и различных размеров органических молекул существует несколько возможных форматов отображения их состава с помощью формул:



Вся теория по органике на нашем бесплатном курсе «Органика с НУЛЯ».

Соответствует ФГОС, более 1200 тестовых заданий.
Вся школьная органика в одном месте:

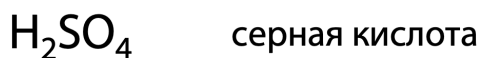
stepenin.ru/courses/organic10



1. **Молекулярная формула органического вещества:** отражение количества и природы атомов, входящих в состав молекулы. В неорганической химии мы всегда пользуемся молекулярными формулами, а в органической химии нам необходимо знать, какие именно связи входят в состав молекулы.

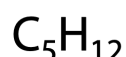
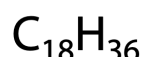
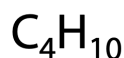
Неорганическая химия

Строение, класс вещества и свойства понятны из молекулярной формулы

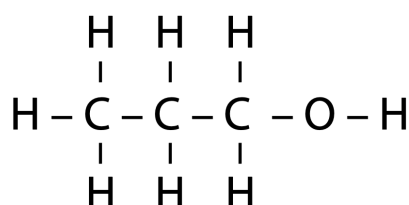
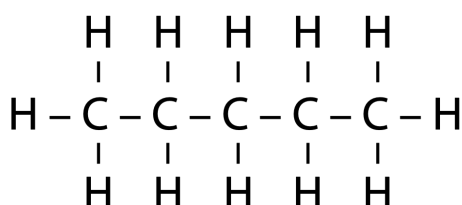


Органическая химия

Структура вещества **непонятна**, сложно определить класс вещества

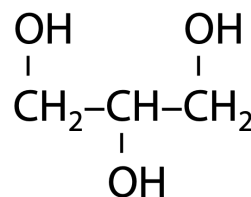
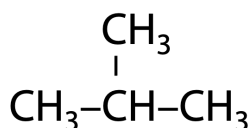
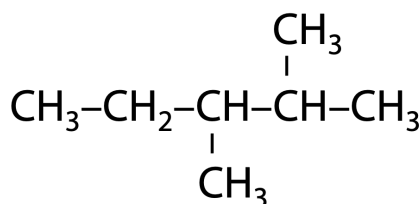


2. **Структурная формула органического вещества:** отражение количества и природы атомов, а также типов химических связей в составе вещества. Есть несколько типов структурных формул:
 - а. **Развернутая структурная формула:** самая полная формула. Отражает абсолютно все химические связи, прописываются все атомы, входящие в состав молекулы.

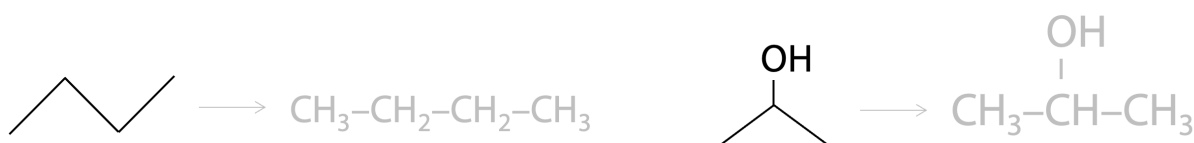




- б. **Сокращенная структурная формула:** отражает типы химических связей между атомами углерода и гетероатомами (кислород, азот, сера, фосфор и т.д.) в строении вещества. Связи между атомами углерода и водорода не показываются, они «свернуты».



- в. **Скелетная структурная формула:** молекулы изображаются ломанной линией, в которой каждый «уголок» и «окончание» – атомы углерода. В скелетных формулах прописываются гетероатомы (кислород, азот, сера, фосфор и т.д.) и связанные с ними атомы водорода, остальные атомы скрыты.

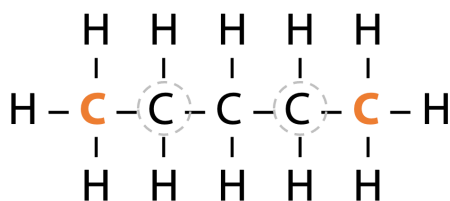


Типы атомов углерода

При таком разнообразии органических соединений и строений отдельно взятых веществ трудно не заметить, что в структурах молекул есть различные атомы углерода. Их делят по принципу «количества соседних атомов углерода».

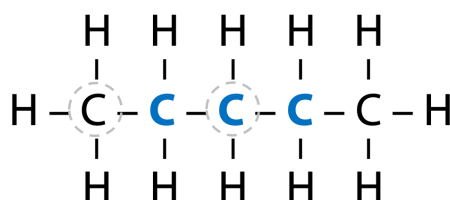
Соседи для атомов – атомы, находящиеся в ближайшем окружении, т.е. на расстоянии одной связи.

1. **Первичный атом углерода** – атом углерода, у которого по соседству (в ближайшем окружении) есть только один атом углерода.



С – первичные атомы углерода
○ – соседний атом углерода

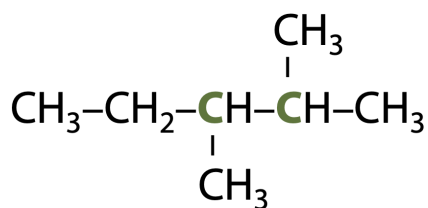
2. **Вторичный атом углерода** – атом углерода, у которого по соседству есть два атома углерода.



С – вторичные атомы углерода
○ – соседние атомы углерода

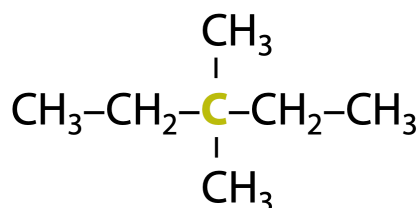


3. **Третичный атом углерода** – атом углерода, у которого по соседству есть три атома углерода.

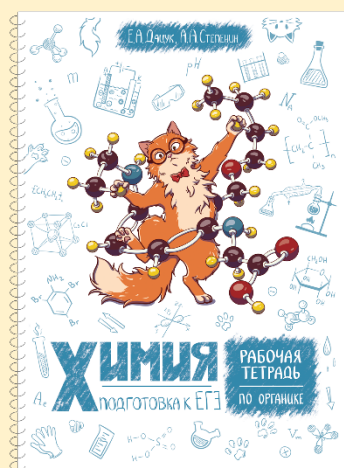


С – третичные атомы углерода

4. **Четвертичный атом углерода** – атом углерода, у которого все 4 соседа – атомы углерода.



С – четвертичный атом углерода



Еще больше информации и письменных заданий в нашей бумажной рабочей тетради.

Это полный курс органической химии для 10 класса и подготовки к ЕГЭ на 176 цветных страницах с картонной обложкой на пружине.

Подробнее о ней на сайте:

stepenin.ru/tasks/organic-book





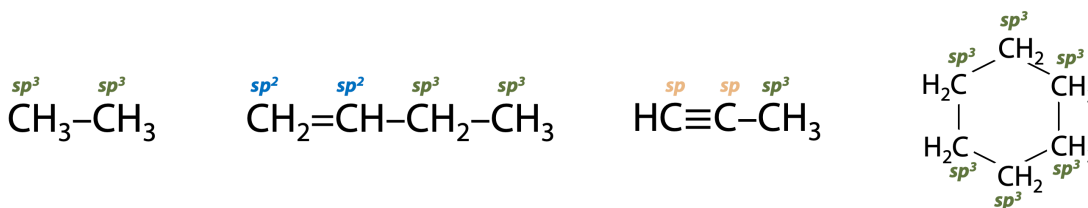
Гибридизация атомов углерода

Вспомним, что валентные электроны атома углерода находятся на s- и p-орбиталях. Во время образования химических связей валентные электронные орбитали атома углерода смешиваются и выравниваются по энергии и форме – этот процесс называется **гибридизацией**. Он необходим для образования идентичных химических связей.

Гибридизацию атома углерода можно определить по химическим связям, которые он образует с соседними атомами:

Вид гибридизации	Какие орбитали смешиваются?	Связи при атоме углерода
sp^3 –	Одна s- и три p-орбитали	Четыре одинарные связи
sp^2 –	Одна s- и две p-орбитали	Две одинарные и одна двойная связь
sp –	Одна s- и одна p-орбитали	Одна одинарная и одна тройная связь

Примеры определения гибридизации атомов углерода в составе некоторых молекул:



Основы номенклатуры органических веществ

Номенклатура органических веществ строится на основе строгих правил, рекомендованных IUPAC (Международный союз теоретической и прикладной химии). Эти правила распространяются на каждый отдельно взятый класс органических соединений: алканы, алкены, алкины и т.д.

Но есть основные принципы построения названий, который необходимо знать для формирования названий веществ в любом классе соединений:

- [1] Для формирования названия органического вещества необходимо найти **главную углеродную цепь** – самая длинная последовательность атомов углерода в молекуле вещества. И отразить количество атомов углерода в ней с помощью корня в названии:

Число атомов углерода в главной цепи	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Корень в названии	мет-	эт-	проп-	бут-	пент-	гекс-	гепт-	окт-	нон-

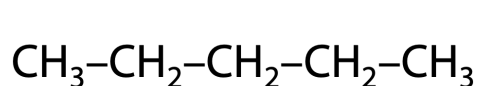


[2] Выбор **суффикса**, используемого при формировании названия вещества, будет основан на том, к какому классу принадлежит конкретно взятое соединение.

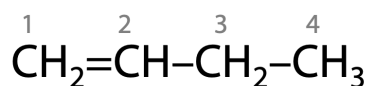
Например, алканы, алкены и алкины – простейшие три класса органических веществ, которые отличаются только типом химических связей в составе молекул.

Класс вещества	Характер химических связей	Суффикс в названии
Алканы	Только одинарные связи C–C	-ан
Алкены	Одна двойная связь C=C	-ен
Алкины	Одна тройная связь C≡C	-ин

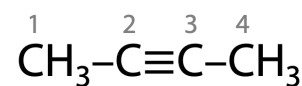
Примеры названий простейших органических веществ:



Пентан



Бутен-1



Бутин-2



Видеоразборы органических цепочек на нашем сайте и YouTube-канале

Все классы соединений, разные форматы заданий и письменные решения на сайте.

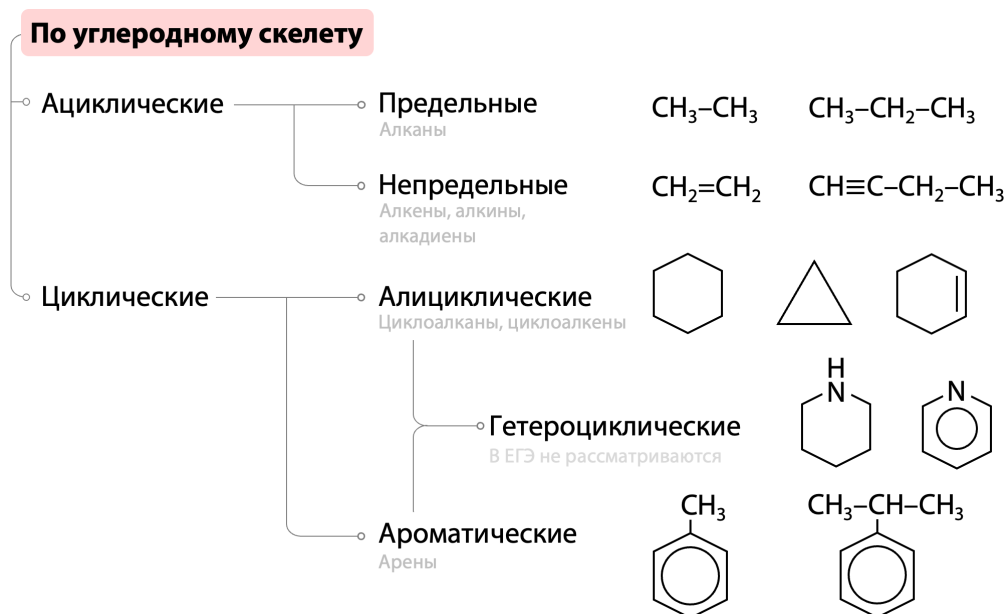
youtube.com/playlist/organic10



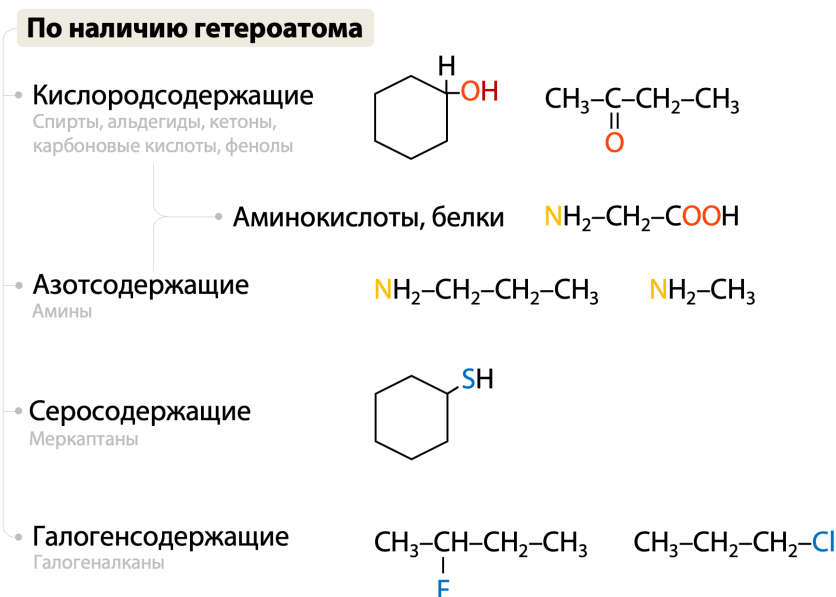


Классификация органических веществ

1. Классификация по углеродному скелету



2. Классификация по наличию гетероатомов



Гомологический ряд

Гомологи – вещества, которые представляют один класс органических соединений, отличающиеся друг от друга по составу на одну или несколько структурных единиц. Такая разность между составом гомологов называется «гомологическая разность».

Разность между гомологами алканов, алкенов или алкинов равна $\text{--CH}_2\text{--}$. Составьте молекулярные формулы следующих соединений и разность будет видна.



Начало гомологического ряда алканов и алкенов:

Число атомов углерода	Алканы		Алкены	
1	CH_4	метан	–	
2	$\text{CH}_3\text{--CH}_3$	этан	$\text{CH}_2=\text{CH}_2$	этен
3	$\text{CH}_3\text{--CH}_2\text{--CH}_3$	пропан	$\text{CH}_2=\text{CH--CH}_3$	пропен
4	$\text{CH}_3\text{--CH}_2\text{--CH}_2\text{--CH}_3$	бутан	$\text{CH}_2=\text{CH--CH}_2\text{--CH}_3$	бутен-1

Начало гомологического ряда алкинов:

Число атомов углерода	Алкины	
1	–	
2	$\text{HC}\equiv\text{CH}$	этин
3	$\text{HC}\equiv\text{C--CH}_3$	пропин
4	$\text{HC}\equiv\text{C--CH}_2\text{--CH}_3$	бутин-1



Свыше **1500 бесплатных заданий** и много органических цепочек есть на нашем сайте.

stepenin.ru/tasks/organic

Беги решать!

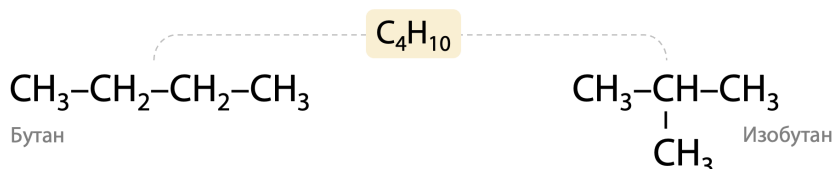


Изомерия

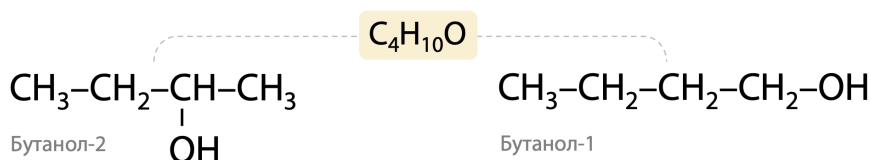
Изомеры – вещества, имеющие одну молекулярную формулу (одинаковый качественный и количественный состав молекул) и разные структурные формулы.

Структурная изомерия делится на несколько видов:

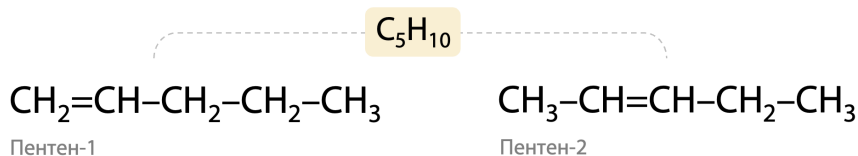
1. Изомерия углеродного скелета



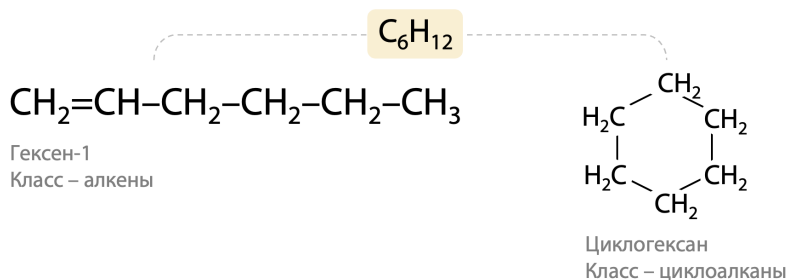
2. Изомерия положения функциональной группы



3. Изомерия положения кратной связи



4. Межклассовая изомерия





Обобщенная шпаргалка по видам изомерии в органике:

Виды изомерии



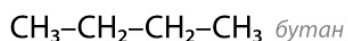
Екатерина
Дацук



Андрей
Степенин

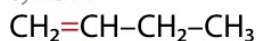
Структурная

- Углеродного скелета

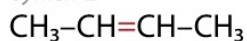


- Положения
кратной связи

бутен-1

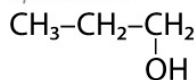


бутен-2

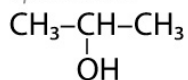


- функциональной группы

пропанол-1

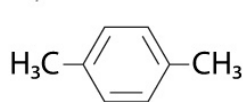


пропанол-2

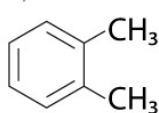


- заместителей

пара-ксилол



орто-ксилол

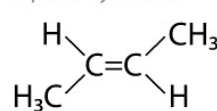


- Межклассовая
(или изомерия функциональной
группы)

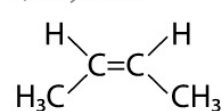
Пространственная

- Геометрическая (цис-транс)

транс-бутен-2



цис-бутен-2



Также возможна у циклоалканов.

- Оптическая

не входит в программу ЕГЭ



- алкены ↔ циклоалканы C_nH_{2n}
- алкины ↔ диены ↔ циклоалкены $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$
- спирты ↔ простые эфиры $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}\text{O}$
- альдегиды ↔ кетоны $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}$
- карбоновые кислоты ↔ сложные эфиры $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}_2$
- аминокислоты ↔ нитроалканы $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{NO}_2$