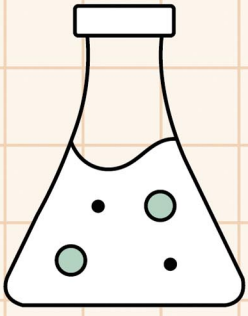
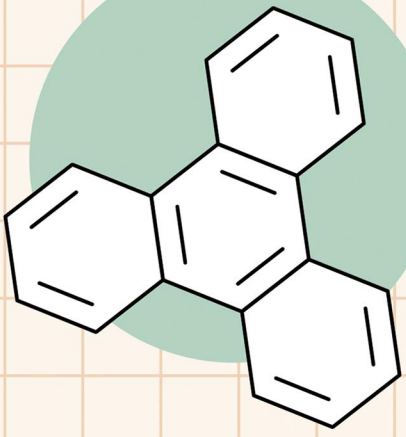
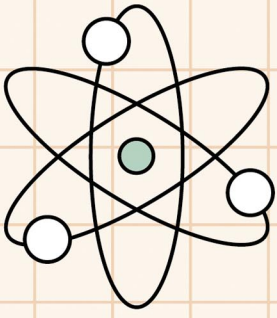
ЭДУАРД ОГАНЕСЯН

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ







Подготовка к ЕГЭ
Школьникам
Абитуриентам
Студентам

10–11 классы

УДК 373.167.1:54
ББК 24я72
КТК 444
О-36

Оганесян Э. Т.

О-36 Органическая химия [Электронный ресурс] / Э. Т. Оганесян. — Электрон. текстовые дан. (1 файл pdf : 190 с. : ил.). — Ростов н/Д : Феникс, 2024. — (Большая перемена). — ISBN 978-5-222-41606-8

В предлагаемом издании представлен расширенный курс органической химии для выпускников средних школ и абитуриентов при подготовке к сдаче ЕГЭ. Материал в книге изложен с позиций современных представлений о взаимосвязи между строением и свойствами органических молекул.

Книга может быть полезна также для учащихся СПО и вузов нехимического профиля.

Пособие содержит электронное приложение, которое включает в себя материалы как по общей и неорганической химии, так и по органической. В электронное приложение входят: блок заданий для самоподготовки и понятийный словарь. Ознакомиться с электронным приложением можно, пройдя по ссылке

http://www.phoenixpub.ru/books/extra/84

или отсканировав QR-код.

Деривативное электронное издание на основе печатного издания:

Органическая химия / Э. Т. Оганесян. — Ростов н/Д : Феникс, 2024. — 189 с. : ил. — (Большая перемена). — ISBN 978-5-222-41606-8

© Оганесян Э. Т., 2019
© Оформление: ООО «Феникс», 2019
© В оформлении обложки использованы иллюстрации по лицензии Shutterstock.com

Оглавление

Предисловие 3

ГЛАВА 1
ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ПРЕДСТАВЛЕНИЯ
В ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ 5
§ 1. Предмет органической химии 5
§ 2. Теория строения органических соединений 6
§ 3. Классификация органических соединений 10
§ 4. Основные принципы номенклатуры
органических молекул 13
§ 5. Виды изомерии 26
§ 6. Классификация и механизмы
органических реакций 29
§ 7. Природные источники получения органических
соединений. Переработка нефти 32

ГЛАВА 2
УГЛЕВОДОРОДЫ 36
§ 1. Предельные углеводороды (алканы). 36
§ 2. Циклоалканы 45
§ 3. Этиленовые углеводороды (алкены) 47
§ 4. Диеновые углеводороды. Каучуки 59
§ 5. Ацетиленовые углеводороды (алкины) 64
§ 6. Ароматические углеводороды. Бензол 73

ГЛАВА 3
ГАЛОГЕНОПРОИЗВОДНЫЕ 86
Классификация, номенклатура и строение 86

ГЛАВА 4
ГИДРОКСИПРОИЗВОДНЫЕ УГЛЕВОДОРОДОВ 94
§ 1. Предельные одноатомные спирты 94
§ 2. Этиленгликоль и глицерин 101
§ 3. Фенолы. 106

ГЛАВА 5
АЛЬДЕГИДЫ И КЕТОНЫ 113
§ 1. Строение карбонильной группы 113
§ 2. Способы получения 115
§ 3. Свойства 119

ГЛАВА 6
КАРБОНОВЫЕ КИСЛОТЫ 125
§ 1. Одноосновные карбоновые кислоты 125
§ 2. Сложные эфиры 133
§ 3. Жиры 137

ГЛАВА 7
УГЛЕВОДЫ 143
§ 1. Моносахариды 143
§ 2. Сложные сахара. Дисахариды и полисахариды 150

ГЛАВА 8
АМИНЫ 157
§ 1. Классификация, номенклатура
и строение аминов 157
§ 2. Получение аминов. 160
§ 3. Свойства аминов 162

ГЛАВА 9
АМИНОКИСЛОТЫ 167

ГЛАВА 10
БЕЛКИ И НУКЛЕИНОВЫЕ КИСЛОТЫ 176
§ 1. Белки 176
§ 2. Нуклеиновые кислоты. 182

ГЛАВА 1
ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ПРЕДСТАВЛЕНИЯ В ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

Изучив главу, следует уметь:
сформулировать понятия «органическая химия» и «органические вещества»; изложить основные положения теории строения органических соединений; обосновать классификацию органических соединений; объяснить понятия «функциональная группа», «гомологический ряд», «изомерия», знать классификацию органических реакций и механизм реакции замещения, исходя из природы атакующей частицы; использовать важнейшие положения заместительной номенклатуры при составлении названий органических соединений; написать структурную формулу соединения, исходя из предложенного номенклатурного названия; составить номенклатурное название соединения в соответствии со структурной формулой; привести примеры структурных изомеров; правильно изобразить структурные формулы геометрических изомеров.

§ 1. Предмет органической химии

Постепенно накапливая знания в области химических и биохимических превращений органических веществ, человек научился проводить различные опыты с органическими веществами. Вначале это, как правило, был переход сложных веществ в более простые: например, брожением сахара получали этиловый спирт и уксус, окислением ископаемой смолы — янтаря — янтарную кислоту.

При окислении сахара образуется муравьиная кислота, которая до этого была известна как вещество животного происхождения. Позже установили, что жиры, углеводы и другие вещества характерны как для растений, так и для животных организмов.

Работами выдающихся химиков — Ф. Велера (синтез щавелевой кислоты и мочевины), А. Кольбе (синтез уксусной кислоты), П. Бертло (синтез жиров; получение ацетилена из углерода и водорода), А.М. Бутлерова (синтез сахаристого вещества из муравьиного альдегида) — была показана тесная взаимосвязь между органическими и неорганическими веществами, а также возможность взаимопревращения веществ.

Качественной особенностью органической химии является изучение углеводородов и их производных. Поэтому *органическая химия — это химия углеводородов и их производных,* что более точно отражает содержание предмета.

Число соединений углерода гораздо больше всех остальных соединений, его не содержащих. Причиной такого многообразия является строение атома углерода, способного:

1) образовывать прочные связи с другими атомами углерода, что приводит к формированию цепей и циклов;

2) формировать простые, двойные и тройные связи не только с одноименными атомами, но и атомами других элементов;

3) соединяться с четырьмя различными атомами, что позволяет углеродным цепям разветвляться, давая множество сложных структур.

Положение органической химии в системе наук обусловлено многими факторами, важнейшие из которых: *большое число и многообразие органических соединений; наличие специфических свойств, отличающих органические вещества от соединений других элементов; их исключительное значение в жизни человека.*

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ



1. Почему органическая химия выделена в самостоятельную науку?
2. Органическую химию называют иногда химией соединений углерода. Верно ли это название? Почему?
3. В чем причина многообразия органических веществ?

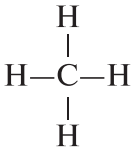
§ 2. Теория строения органических соединений

Развитие органической химии в первой половине XIX столетия создало предпосылки для систематизации накопленных научных данных об органических веществах и создания теоретического фундамента этой науки. Важными достижениями явились доказательства

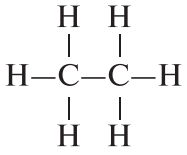
четырехвалентности углерода и его способности к образованию замкнутых и открытых цепей. Эти и другие факты были использованы А.М. Бутлеровым при создании теории строения органических соединений, являющейся основой современной органической химии. Важнейшие положения теории можно свести к следующему.

1. *Молекула любого вещества не является беспорядочным скоплением атомов. Все атомы, входящие в состав молекулы, связаны между собой в строго определенной последовательности, и на их соединение затрачивается определенная доля химического сродства.* Порядок взаимосвязи атомов в молекуле А.М. Бутлеров называл химическим строением.

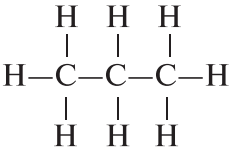
Обозначив каждую связь в метане черточкой, представим его структурную формулу, а также структурные формулы этана C_2H_6 и пропана C_3H_8:



метан

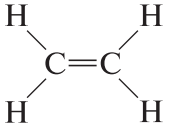


этан



пропан

Однако между атомами углерода могут формироваться не только простые связи, но и кратные (двойные и тройные):

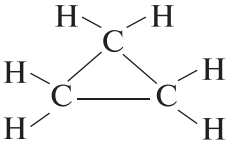


этилен

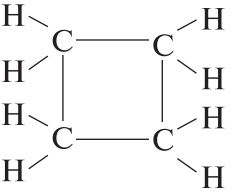


ацетилен

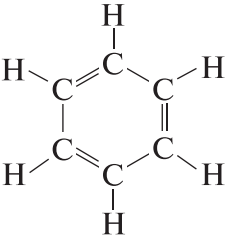
Кроме открытых цепей атомы углерода могут образовать замкнутые цепи:



циклопропан



циклобутан



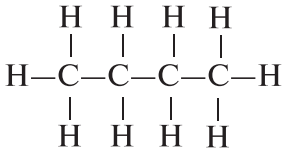
бензол

2. *Свойства веществ зависят от строения молекул, т.е. от того, в каком порядке атомы взаимосвязаны между собой.*

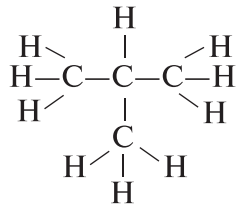
Данное положение теории явилось ключом к объяснению явления изомерии: *два или более вещества, характеризующиеся одинаковым*

качественным и количественным составом (и относительной молекулярной массой), но отличающиеся порядком взаимосвязи атомов в молекуле, т.е. строением и, следовательно, физическими и химическими свойствами, называются изомерами.

Например, формуле C_4H_{10} отвечают два вещества, структуры которых можно представить:



бутан (I)



изобутан (II)

В структуре I атомы углерода образуют неразветвленную цепь, а во втором — разветвленную цепь (II). Вещества (I) и (II) имеют различное строение (различный порядок взаимосвязи атомов), и поэтому их свойства тоже будут отличаться друг от друга, следовательно, они являются изомерами (бутан, изобутан).

Явление изомерии — одна из причин многообразия органических веществ.

3. *Изучая продукты химического превращения вещества, можно определить его строение и выразить это конкретной структурной формулой.*

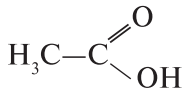
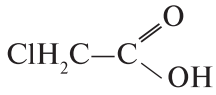
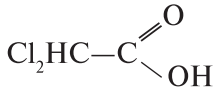
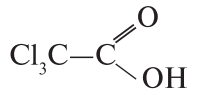
При изложении последующих разделов органической химии данное положение теории будет проиллюстрировано на конкретных примерах.

4. *В молекулах имеет место взаимное влияние атомов как связанных, так и непосредственно между собой не связанных.*

Это положение утверждает, что реакционная способность атомов (или атомных групп), входящих в состав молекулы, меняется в зависимости от того, с какими атомами они связаны в данной молекуле.

Сравнивая между собой, например, хлоруксусные кислоты, можно заметить, что константа диссоциации возрастает при переходе от уксусной кислоты к трихлоруксусной, причем кислотные свойства последней сопоставимы с таковыми сильных минеральных кислот:

Таблица 1.1

Кислота	Формула	$K_{дисс}$
уксусная		$1{,}75 \cdot 10^{-5}$
монохлоруксусная		$1{,}5 \cdot 10^{-3}$
дихлоруксусная		$5 \cdot 10^{-2}$
трихлоруксусная		$2 \cdot 10^{-1}$

Увеличение константы диссоциации при введении галогена в радикал кислоты объясняется тем, что хлор, как более электроотрицательный элемент, оттягивает к себе электроны от соседнего углеродного атома, вследствие чего последний приобретает некоторый положительный заряд. В свою очередь, этот атом углерода притягивает электроны от соседнего атома углерода. Таким образом, сдвиг электронов в сторону хлора происходит по всей цепи атомов, и в конечном итоге атом водорода в карбоксильной группе легче отщепляется в виде иона, чем водород в карбоксильной группе уксусной кислоты. Этот сдвиг электронов усиливается по мере увеличения числа атомов галогена, и поэтому трихлоруксусная кислота в данном ряду является самой сильной кислотой.

В дальнейшем положение о взаимном влиянии атомов было блестяще подтверждено и развито учеником А.М. Бутлерова — выдающимся химиком-органиком В.В. Марковниковым.

Создание теории строения сыграло важнейшую роль в развитии органической химии: из науки преимущественно аналитической она превращается в синтетическую. Теория строения создала предпосылки для объяснения и прогнозирования различных видов изомерии органических молекул, а также направлений и механизмов протекания химических реакций.

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Раскройте сущность понятия «изомерия».
2. Объясните причину существования изомеров.
3. Как проявляется взаимное влияние атомов в молекуле?
4. Напишите возможные изомеры для соединения состава C_6H_{12}.
5. Является ли изомерия одной из причин многообразия органических соединений?

§ 3. Классификация органических соединений

Несмотря на многочисленность и разнообразие органических веществ, изучение их строения и свойств удается осуществить благодаря стройной системе классификации. Основываясь прежде всего на теории строения, она учитывает следующие важнейшие признаки:

1) строение скелета (остова) молекулы;

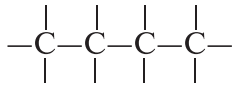
2) степень насыщенности, определяемой природой связи между атомами углерода;

3) наличие функциональных групп и их природу.

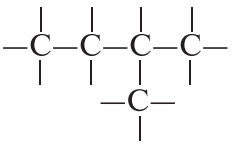
В формировании скелета молекулы могут участвовать не только атомы углерода, но и другие атомы, называемые *гетероатомами* (например, O, S, N, P и др.). Они могут соединяться между собой в различной последовательности, образуя *разветвленные и неразветвленные цепи, открытые (нециклические) и замкнутые (циклические) цепи*.

В соответствии с этим все органические соединения делят на три ряда.

1. Алифатические (ациклические) соединения[1]. К ним относятся соединения, в молекулах которых содержатся незамкнутые (разветвленные и неразветвленные) цепи:



неразветвленная цепь

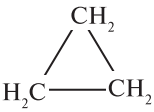


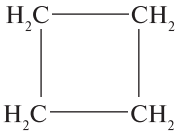
разветвленная цепь

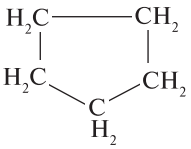
2. Карбоциклические соединения. В молекулах соединений данного ряда содержатся циклы, образованные *только атомами углерода*. Внутри ряда различают **алициклические** и **ароматические** соединения:

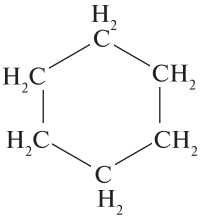
[1] Их иначе называют соединениями жирного ряда.

алициклические

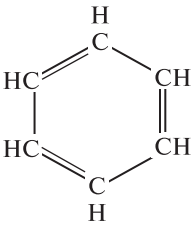

циклопропан

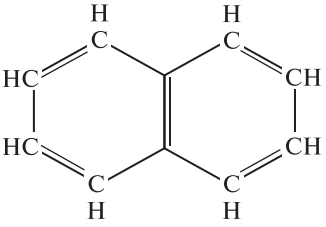

циклобутан


циклопентан

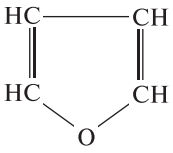

циклогексан

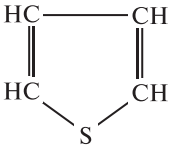
ароматические

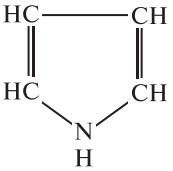

бензол

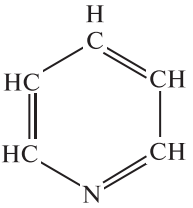

нафталин

3. Гетероциклические соединения. В соединения этого ряда в формировании циклов кроме атомов углерода участвуют атомы других химических элементов, называемых гетероатомами:

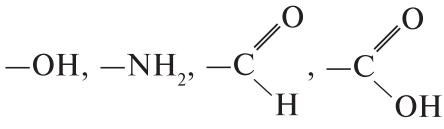

фуран


тиофен


пиррол

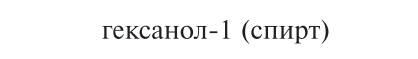

пиридин

В каждом соединении, относящемся к одному из перечисленных рядов, атом водорода можно заместить на различные атомные группы:

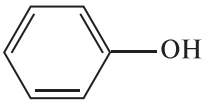

и т.д.

Введение этих групп в значительной степени определяет химические свойства соответствующих молекул, поэтому их называют *функциональными группами* (химическими функциями). Соединение может содержать несколько одинаковых или различных функциональных групп. О структурах последнего типа принято говорить как о соединениях *со смешанными функциями*.

Наличие конкретной функциональной группы в составе органических молекул является причиной общности их свойств, и на этом основана их классификация. Необходимо отметить, что существенную роль в проявлении конкретной функции играет строение скелета молекулы. Например, гидроксигруппа может быть связана как с алифатическим, так и с ароматическим углеводородным радикалом[1]. В первом случае соединение будет относиться к классу спиртов, во втором — к классу фенолов:



гексанол-1 (спирт)



гидроксибензол (фенол)

Из этого примера следует, что для объективного суждения о свойствах молекул необходимо учитывать взаимное влияние атомов и атомных групп в молекуле.

В зависимости от природы функциональных групп различают, например, спирты (OH-группа с алифатическим, алкильным радикалом), альдегиды (—C[O]H-группа), кислоты (—C[O]OH-группа), сложные эфиры (—C[O]OR-группа), амины (–NH_2-группа).

Для каждого класса существует свой гомологический ряд — *вещества, сходные по строению и химическим свойствам, но отличающиеся между собой на одну или несколько групп* CH_2.

Путем соответствующих химических превращений можно осуществлять переход от одного класса соединений к другому. Так, окислением спирта можно получить альдегид, от последнего перейти к кислоте и т.д. Это свидетельствует о генетической связи между классами органических соединений.

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Какие признаки лежат в основе классификации органических веществ? Сравните ее с классификацией неорганических соединений.
2. Объясните понятия «гомолог» и «гомологический ряд»; «функциональная группа».
3. Что такое гетероатом?

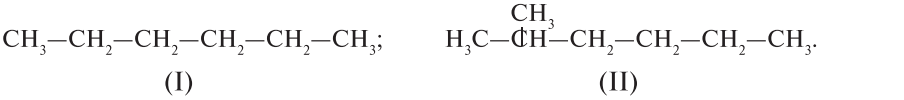
[1] Углеводородный радикал — это остаток углеводорода, содержащий неспаренный электрон.

§ 4. Основные принципы номенклатуры органических молекул

При изучении органической химии важнейшее место отводится вопросам номенклатуры. В современных правилах ИЮПАК наиболее широко представлены заместительная и радикально-функциональная номенклатуры.

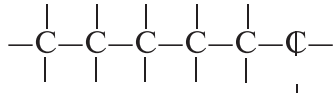
В заместительной номенклатуре используют два основных понятия — *родоначальная структура* и *характеристическая группа*.

Под родоначальной структурой подразумевают главную цепь, лежащую в основе рассматриваемого соединения. Такой структурой может быть цепь углеродных атомов в ациклической молекуле, карбоцикл или гетероцикл — в циклических системах. Рассмотрим в качестве примера два соединения:



(I) (II)

Соединение (I) имеет неразветвленную цепь углеродных атомов и представляет собой гексан. Если в молекуле гексана один атом водорода заместить на метильный радикал [соединение (II)], то получим другой углеводород, содержащий семь углеродных атомов. Соединение (II) следует рассматривать как производное гексана, в котором один атом водорода замещен на метильную группу. Поэтому в соединении (II) родоначальной структурой следует считать неразветвленную цепь углеродных атомов (C_6), т.е.:



Соединения (I) и (II), относятся к насыщенным углеводородам, и, следовательно, для них характерен одинаковый набор химических свойств. Поэтому можно утверждать, что введение метильной группы не оказывает принципиального влияния на свойства, поскольку исходное соединение (I) было углеводородом и после введения метильной группы вновь образовался углеводород.

В соответствии с номенклатурными правилами ИЮПАК (*IUPAC* — международный союз теоретической и прикладной химии.) *характеристическая группа* — это атом или группа атомов, введенные в родоначальную структуру вместо атома водорода.

По существу, характеристические группы помимо атомов углерода содержат и другие (неуглеродные) атомы или вообще состоят из

неуглеродных атомов и определяют принадлежность данного вещества к конкретному классу соединений.

Такое представление о характеристических группах объединяет два понятия — **нефункциональные** и **функциональные группы**.

Нефункциональные группы: –F, –Cl, –Br, –I, $-OCH_3$, $-NO_2$, –NO обозначаются в *префиксе названия*.

Функциональные группы указываются и в префиксе, и в окончании (приводятся в порядке убывания старшинства):

Таблица 1.2

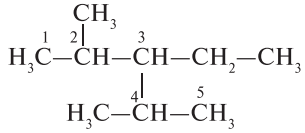
Класс соединений	Характеристическая группа		
	Формула	Название	
		в префиксе	в суффиксе
Карбоновые кислоты	—COOH	карбокси	карбоновая кислота
Сульфокислоты	$-SO_3H$	сульфо	сульфоновая кислота
Сложные эфиры	—C[O]OR		R-оат
Амиды	— $C[O]NH_2$		амид
Нитрилы	—C≡N		нитрил
Альдегиды	—CHO	формил	-аль
Кетоны	>C=O	оксо	-он
Спирты, фенолы	—OH	гидрокси	-ол
Амины	$-NH_2$	амино	амин

Рассмотрим конкретные примеры формирования названий органических молекул в соответствии с *заместительной номенклатурой*.

1. Выбор родоначальной структуры производится таким образом, чтобы учитывались:

- максимальная длина цепи;
- степень ненасыщенности по совокупности двойных и тройных связей;
- максимальное число характеристических групп.

Так, в представленной структуре:

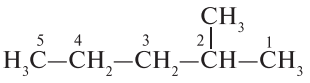


в качестве родоначальной структуры следует выбрать цепь углеродных атомов, обозначенную цифрами, поскольку она имеет максимальную длину и характеризуется наибольшим числом разветвлений.

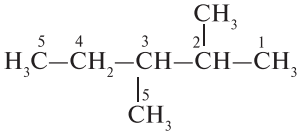
2. После выбора родоначальной структуры определяют порядок нумерации таким образом, чтобы разветвление было ближе к началу цепи.

3. В название соединения в качестве суффиксов включают обозначения двойных и тройных связей, а также старшую характеристическую группу. Нумерацию начинают с того конца углеродной цепи, к которому ближе расположена старшая характеристическая группа.

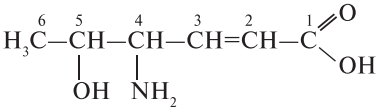
4. Заместители перечисляют в алфавитном порядке при помощи приставок с указанием их положения в родоначальной структуре. Если соединение содержит несколько одинаковых заместителей, то число их обозначают греческими числительными:



2-метилпентан

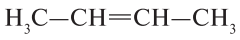


2,3-диметилпентан

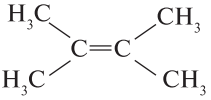


4-амино-5-гидрокси	гекс	ен-2-	овая кислота
заместители и характеристические группы в алфавитном порядке	родоначальная структура	суффикс двойной связи и ее положение	окончание

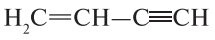
Радикало-функциональная номенклатура применяется реже, чем заместительная, но все же занимает значительное место в органической химии. Данная номенклатура основывается на выборе наиболее простого представителя гомологического ряда и последующего рассмотрения всего соединения в качестве производного этой исходной молекулы. Приведенные примеры иллюстрируют порядок формирования названия по радикально-функциональной номенклатуре:



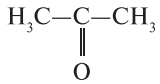
диметилэтилен



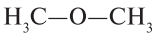
тетраметилэтилен



винилацетилен



диметилкетон



диметиловый эфир



метилхлорид

Несмотря на различные номенклатурные правила, до сих пор достаточно распространены тривиальные названия, которые комиссия ИЮПАК рекомендует использовать как укоренившиеся названия. Происхождение их часто связано с источником получения (винная, уксусная, щавелевая кислоты) или с другими особенностями. Однако эти названия ни в коей мере не отражают структурные особенности органических молекул.

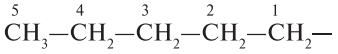
Алканы (предельные углеводороды). Четыре первых представителя алканов — CH_4, C_2H_6, C_3H_8 и C_4H_{10} — имеют соответственно названия ***метан, этан, пропан, бутан***. Остальные алканы называют с помощью корня соответствующего греческого числительного с добавлением суффикса **-ан** как определяющего в названиях признака принадлежности вещества к ряду алканов. Окончание **-а** у числительного в этом случае опускается:

Таблица 1.3

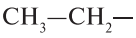
Гомологический ряд алканов C_nH_{2n+2}

Формула	Название радикала	*T* пл., °C	*T* кип., °C	Название радикала	Формула
CH_4	Метан	–184	–162	Метил	CH_3
C_2H_6	Этан	–172	–88	Этил	C_2H_5
C_3H_8	Пропан	–187	–42	Пропил	C_3H_7
C_4H_{10}	Бутан	–138	–0,5	Бутил	C_4H_9
C_5H_{12}	Пентан	–132	36	Пентил	C_5H_{11}
C_6H_{14}	Гексан	–94,3	69	Гексил	C_6H_{13}
C_7H_{16}	Гептан	–90	98	Гептил	C_7H_{15}
C_8H_{18}	Октан	–56,5	124	Октил	C_8H_{17}
C_9H_{20}	Нонан	–51	150,8	Нонил	C_9H_{19}
$C_{10}H_{22}$	Декан	–32	174	Децил	$C_{10}H_{21}$

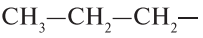
Одновалентные радикалы, производимые от насыщенных неразветвленных ациклических углеводородов, называют путем замены окончания **-ан** в исходном алкане на **-ил**. Атом углерода со свободной валентностью получает номер 1. Такие радикалы называют нормальными, или неразветвленными, алкилами:



пентил

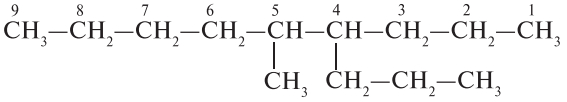


этил



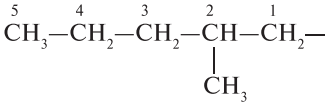
пропил

Для обозначения насыщенных ациклических углеводородов с разветвленной цепью углеродных атомов к названию наиболее длинной цепи атомов углерода добавляют префиксы, обозначающие названия боковых цепей. Наиболее длинная цепь нумеруется таким образом, чтобы номера, указывающие положения боковых цепей, были наименьшими. Если при нумерации положений боковых цепей образуется несколько наборов номеров, то предпочтение отдается той нумерации, при которой получается набор, включающий наименьшие номера, начиная от боковой цепи, ближайшей к концу основной цепи. Этот принцип применяется независимо от природы заместителей:

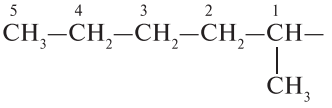


5-метил-4-пропилнонан

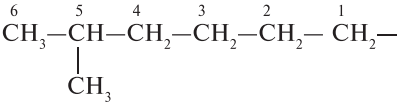
Названия одновалентных разветвленных радикалов, производимых от алканов, формируют прибавлением префиксов, обозначающих боковые цепи, к названию неразветвленного алкильного радикала, имеющего наиболее длинную из всех возможных цепь углеродных атомов. При этом счет начинают с атома, несущего свободную валентность, который приобретает номер 1:



2-метилпентил

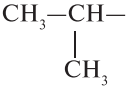


1-метилпентил

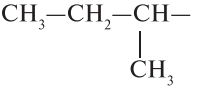


5-метилгексил

Следующие названия сохраняются для незамещенных радикалов:

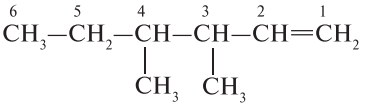


изопропил

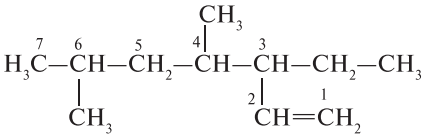


втор-бутил

Алкены (этиленовые углеводороды). Непредельные ациклические углеводороды, имеющие одну двойную связь, получают названия путем замены суффикса **-ан** в наименовании соответствующего насыщенного углеводорода — алкана — на **-ен**. Здесь в качестве главной выбирают наиболее длинную углеродную цепь, содержащую двойную связь, и нумеруют так, чтобы положение двойной связи соответствовало наименьшим возможным номерам. Цифру, обозначающую двойную связь, можно ставить вслед за суффиксом **-ен** или, наоборот, выносить вперед перед корнем слова, но после префиксов, обозначающих заместители:

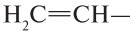


3,4-диметилгексен-1
или 3,4-диметил-1-гексен



4,6-диметил-3-этилгептен-1
или 4,6-диметил-3-этил-1-гептен

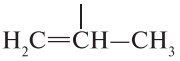
Одновалентные радикалы, образованные от алкенов, имеют суффикс **-енил**. Для некоторых простейших радикалов сохраняются несистематические названия:



винил или этенил



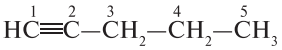
аллил или 2-пропенил



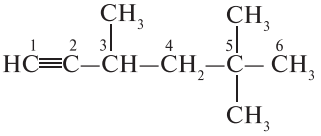
изопропенил

Для обозначения заместителей и их перечисления руководствуются положениями, описанными выше для алканов.

Алкины (ацетиленовые углеводороды). Названия углеводородов данного ряда формируют от названий соответствующих алканов, заменяя суффикс **-ан** на **-ин**. Здесь нумерация цепи и порядок перечисления заместителей осуществляется, как для алкенов:

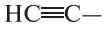


пентин-1 или 1-пентин

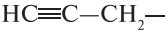


3,5,5-триметилгексин-1 или
3,5,5-триметил-1-гексин

Одновалентные радикалы, образованные от алкинов, имеют суффикс **-инил**:



этинил

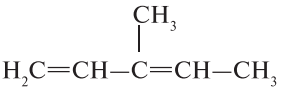


2-пропинил

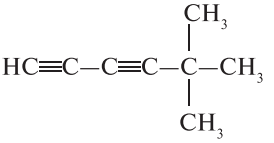
Углеводороды, содержащие более одной непредельной связи. Если в молекуле углеводорода имеется две или большее число двойных связей, то название получает соответственно суффиксы **-диен**, **-триен**, **-тетраен** и т.д. Углеводороды с двумя (и более) тройными связями получают соответственно суффиксы **-диин**, **-триин** и т.д.

Родовые названия для диенов, триенов и т.д., соответственно, *алкадиены, алкатриены* и т.д. Аналогично для соединений с несколькими тройными связями — *алкадиины, алкатриины* и т.д.

Ненасыщенные неразветвленные ациклические углеводороды, имеющие как двойные, так и тройные связи, получают названия путем замены суффикса **-ан** в названии соответствующего алкана на **-енин, -адиенин, -атриенин, -ендиин** и т.п. Двойным и тройным связям должны соответствовать наиболее низкие цифровые обозначения. Если возможны несколько вариантов нумерации, то ***двойным связям присваивают наименьшие номера***:

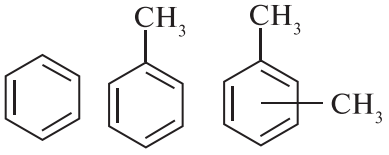


3-метилпентадиен-1,3 или
3-метил-1,3-пентадиен

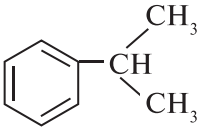


5,5-диметилгексадиин-1,3
или 5,5-диметил-1,3-гексадиин

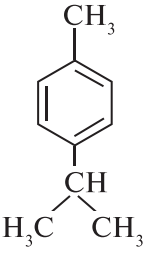
Ароматические углеводороды (арены). Моноциклические и полициклические ароматические углеводороды называют *аренами*. Для перечисленных ниже структур сохранены систематические названия:



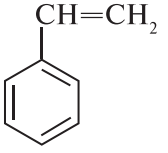
бензол толуол ксилолы



кумол



n-цимол



стирол

Комиссия ИЮПАК рекомендует вместо приведенных традиционных названий с суффиксом **-ол** более соответствующие общей системе названия ***бензен, толуен, ксилен, кумен, цимен, стирен.***

Прочие моноциклические замещенные ароматические углеводороды называют как производные бензола или одного из углеводородов, показанных выше. Однако если заместитель, введенный в такое