

**ЕСТЕСТВОЗНАНИЕ
ХИМИЯ. ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ**



**Основные понятия
органической химии и
теория строения
органических
соединений**

Предмет органической химии. Теория строения органических веществ



– Органические вещества известны людям с давних пор. Ещё в древности люди использовали сахар, животные и растительные жиры, красящие и душистые вещества. Все эти вещества выделялись из живых *организмов*. Поэтому такие соединения стали называться *органическими*, а раздел химии, который изучал вещества, образующиеся в результате жизнедеятельности живых организмов, получил название «*органическая химия*». Это определение было дано шведским учёным Берцелиусом в 1827 году.



Берцелиус Йенс Якоб
(20.08.1779–7.08.1848) —
шведский химик.

Проверил и доказал ряд
основных законов химии,
определил атомные массы **45**
химических элементов, ввёл
современное обозначение
химических элементов **(1814)**
и первые химические
формулы, разработал понятия
«изомерия», «катализ» и
«аллотропия».

Особенности органических соединений



- Уже первые исследователи органических веществ отмечали особенности этих соединений.
- *Во-первых*, все они при сжигании образуют углекислый газ и воду, значит, все они содержат атомы углерода и водорода.
- *Во-вторых*, эти соединения имели более сложное строение, чем минеральные (неорганические) вещества.

Особенности органических соединений



– *В-третьих*, возникали серьёзные затруднения, связанные со способами получения и очистки этих соединений. Полагали даже, что органические соединения невозможно получить без участия «жизненной силы», которая присуща только живым организмам, то есть органические соединения нельзя, казалось, получить искусственно.

Особенности органических соединений



- И, наконец, были обнаружены соединения одинакового молекулярного состава, но различные по свойствам. Такое явление не было характерно для неорганических веществ. Если для неорганического вещества известен состав, то известны и его свойства.
- А химики-органики обнаружили, что вещество состава C_2H_6O у одних исследователей является достаточно инертным газом, а у других — жидкостью, активно вступающей в разнообразные реакции. Как это объяснить?

Теория строения органических соединений



- К середине 19-го века было создано немало теорий, авторы которых пытались объяснить эти и другие особенности органических соединений.
- Первой возникла в начале XIX в. **теория радикалов** (Ж. Гей-Люссак, Л. Ж. Тенар, Ф. Велер, Ю. Либих). Радикалами были названы группы атомов, переходящие без изменения при химических реакциях из одного соединения в другое. Такое понятие о радикалах сохранилось, но большинство других положений теории радикалов оказались неправильными.

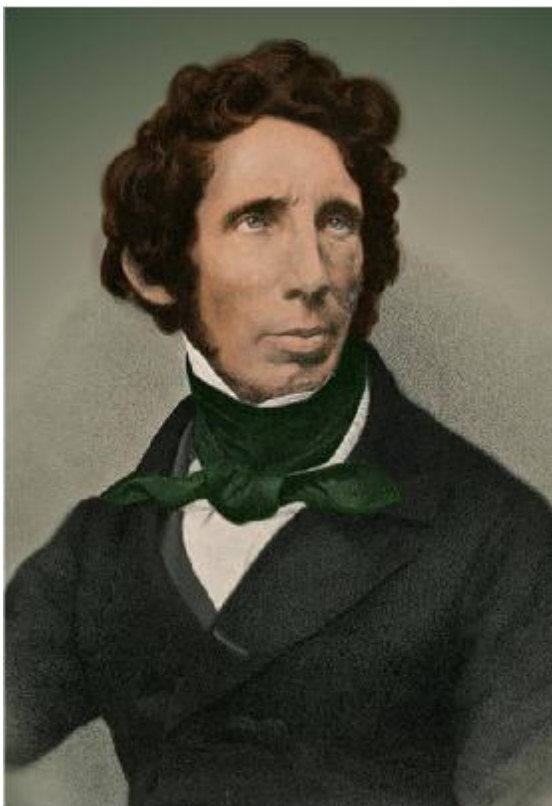


**Жозеф Луи
Гей-Люссак
06.12.1778
09.05.1850**

В 1811 г. Гей-Люссак совместно в французским химиком-аналитиком Луи Жаком Тенаром значительно усовершенствовал метод элементного анализа органических веществ.

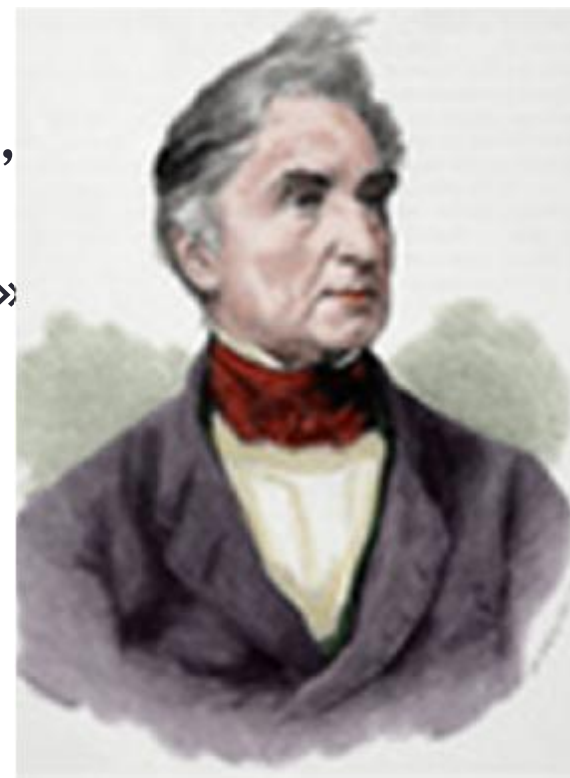


**Луи Жак Тенар
04.05.1777
25.06.1857**



Фридрих Вёлер
30.07.1800
23.09.1882

В 1832 году Фридрих Вёлер и Юстус Либих, изучая производные «горькоминдального» масла, показали, что радикал бензоил C_7H_5O без изменений переходит из одного соединения в другое, чем сильно укрепили теорию радикалов.

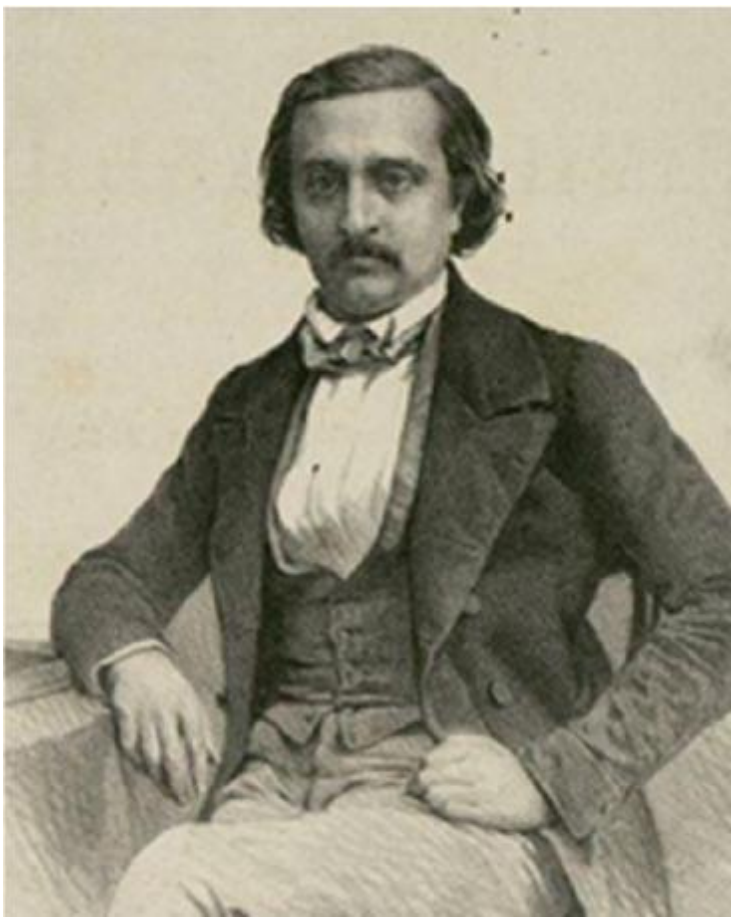


Юстус фон Либих
12.05.1803
18.04.1874

Теория строения органических соединений



- Согласно **теории типов** (Ш. Жерар) все органические вещества можно разделить на типы, соответствующие определенным неорганическим веществам. Например, спирты **R-OH** и простые эфиры **R-O-R** рассматривались как представители типа воды **H-OH**, в которой атомы водорода замещены радикалами. Теория типов создала классификацию органических веществ, некоторые принципы которой применяются в настоящее время.
- Современная теория строения органических соединений создана выдающимся русским учёным **А.М. Бутлеровым**.



Шарль Фредерик Жерар
21.08.1816
19.08.1856

Желая классифицировать многочисленные органические соединения, Жерар в 1842 высказал следующий принцип классификации: органические соединения должны быть распределены на группы, «связь между членами которых должна быть такова, чтобы можно было при помощи состава химических функций и превращений какого-нибудь отдельного индивида данной группы предвидеть состав и превращения всякого другого вещества, входящего в ту же группу».



Бутлеров Александр Михайлович (15.09.1928 –17.08.1886) — русский химик. Создал теорию химического строения органических веществ, лежащей в основе современной химии. Предсказал изомерию многих органических соединений, заложил основы учения о таутомерии.

Основные положения теории строения органических соединений А.М. Бутлерова



- Некоторые её положения были изложены А. М. Бутлеровым в 1861 году на конференции в г. Шпейере, другие были сформулированы позже в научных работах А. М. Бутлерова. В целом, *основные положения этой теории* в современном изложении можно сформулировать так.
- **1.** Атомы в молекулах располагаются в строгом порядке, согласно их валентности.
- **2.** Атом углерода в органических молекулах всегда имеет валентность равную **четырёх**.
- **3.** Порядок соединений атомов в молекуле и характер химических связей между атомами называется *химическим строением*.

Основные положения теории строения органических соединений А.М. Бутлерова



- **4.** *Свойства* органических соединений *зависят* не только от того, какие атомы и в каких количествах входят в состав молекулы, но и *от химического строения*:
 - вещества *разного* строения имеют *разные* свойства;
 - вещества *похожего* строения имеют *похожие* свойства.
- **5.** Изучая свойства органических соединений, можно сделать вывод о строении данного вещества и описать это строение одной-единственной химической формулой.
- **6.** Атомы в молекуле влияют друг на друга, и это влияние сказывается на свойствах вещества.

Особенности строения органических соединений



На внешнем уровне атома углерода находится **четыре** электрона. Являясь неметаллом, атом углерода может и отдавать четыре электрона, и принимать до завершения внешнего уровня также **четыре** электрона. Поэтому:

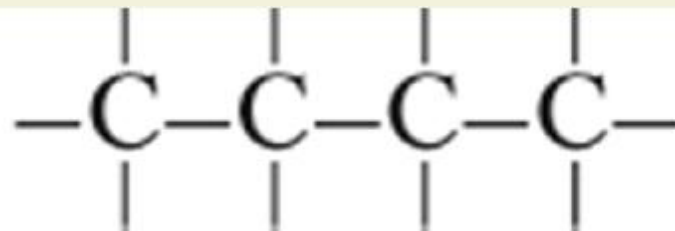
- атом углерода в органических соединениях всегда **четырёхвалентен**;
- атомы углерода способны соединяться друг с другом, образуя **цепи** различной длины и строения;
- атомы углерода соединяются друг с другом и с другими атомами при помощи ковалентной связи, которую в формуле обозначают чёрточкой; так как валентность атома углерода равна четырём, — общее число чёрточек (химических связей) у одного атома углерода тоже равно четырём.

Особенности строения органических соединений



- В состав углеродных цепочек может входить разное число атомов углерода: от одного до нескольких тысяч. Кроме того, цепочки могут иметь разное строение:

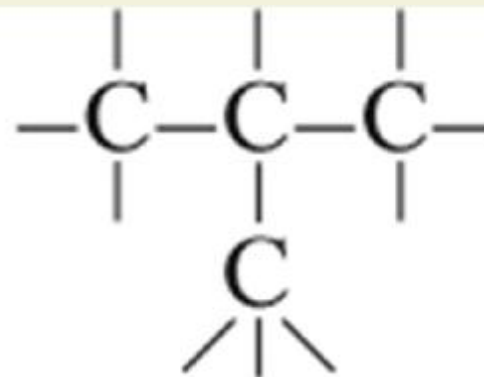
линейное —



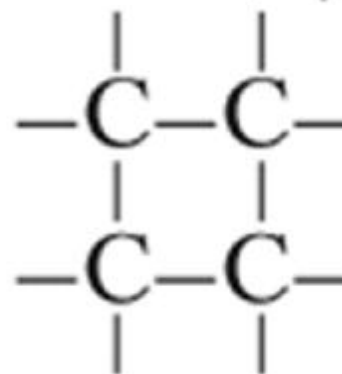
Особенности строения органических соединений



разветвлённое —



циклическое —



Особенности строения органических соединений



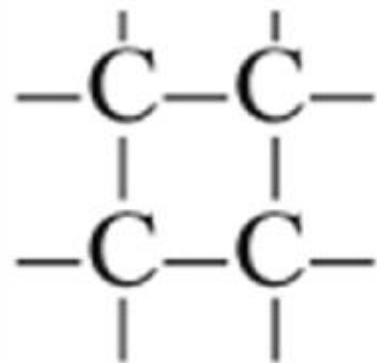
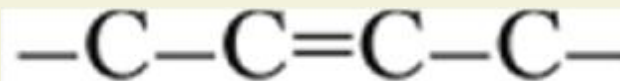
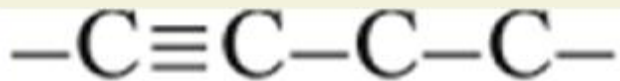
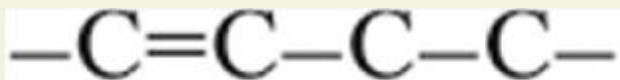
Между атомами углерода могут возникать химические связи разного типа:

<i>простые</i>	$C-C$] <i>кратные связи</i>
<i>двойные</i>	$C=C$	
<i>тройные</i>	$C\equiv C$	

Особенности строения органических соединений



Поэтому всего лишь четыре (!) атома углерода могут образовать более 10 соединений разного строения, даже если в состав таких соединений будут входить только атомы углерода и водорода. Эти соединения будут иметь, например, следующие «углеродные скелеты»:



Классификация органических соединений



Поскольку органических соединений очень много, их классифицируют по разным признакам:

- *по строению углеродной цепи* — линейные, разветвлённые, циклические соединения;
- *по типу химической связи* — предельные, непредельные и ароматические соединения;
- *по составу* — углеводороды, кислородсодержащие соединения, азотсодержащие соединения и другие.

Формулы органических соединений



- Формулы органических соединений можно изображать по-разному. Состав молекулы отражает *молекулярная (эмпирическая) формула*:

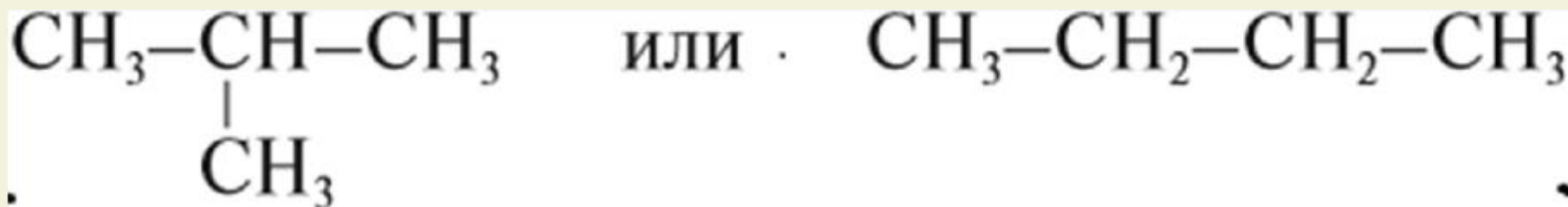


- Но эта формула не показывает расположения атомов в молекуле, т. е. строения молекулы вещества. А в органической химии это понятие — химическое строение молекулы вещества — самое главное!

Формулы органических соединений



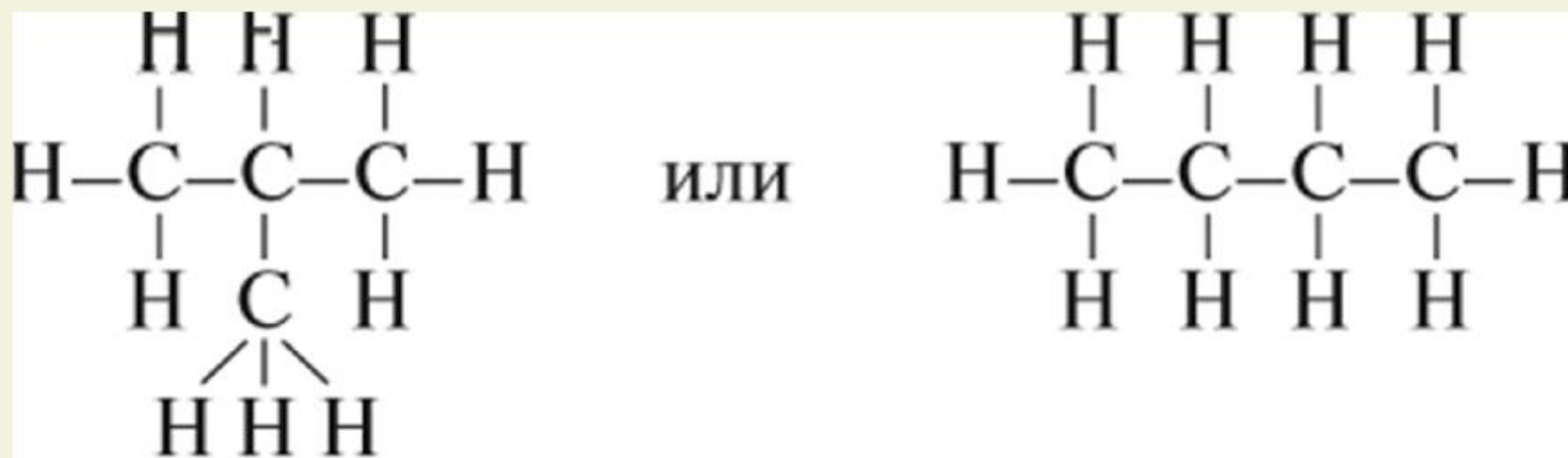
– Последовательность соединения атомов в молекуле показывает *графическая (структурная) формула*. Например, для вещества строения C_4H_{10} можно написать две такие формулы:



Формулы органических соединений



– Можно показать **все** химические связи:



– Такие развёрнутые графические формулы наглядно показывают, что атом углерода в органических молекулах четырёхвалентен.

Изомерия



- К середине 19-го века, когда было получено и изучено достаточно много органических соединений, химики-органики обнаружили непонятное явление: соединения, имеющие одинаковый состав, имели разные свойства.
- Существование соединений, которые имеют одинаковый состав, но разное химическое строение, называется *изомерией*.
- **ИЗОМЕРЫ** — это соединения, которые имеют одинаковый состав, но *разное* химическое строение, а значит, и *разные* свойства.

Изомерия



изомеры

- Поэтому молекулы органических соединений следует изображать при помощи графических (структурных) формул, так как в этом случае будет видно *строение* изучаемого вещества, а значит, будет видно, как и за счёт чего происходит химическая реакция.

Гомологи

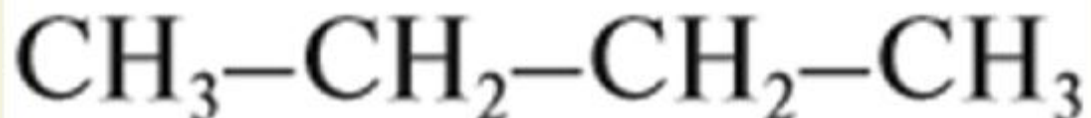
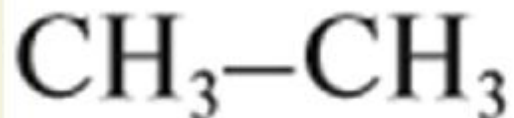


- Из положения теории строения органических соединений Бутлерова следует, что вещества, имеющие *похожее* (сходное) строение молекул, должны иметь и *похожие* (сходные) свойства. Органические соединения, которые имеют похожее строение, а, значит, и похожие свойства, образуют гомологические ряды.

Гомологи



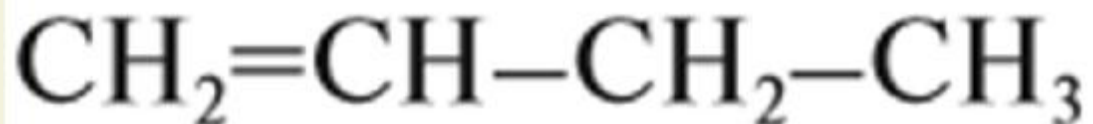
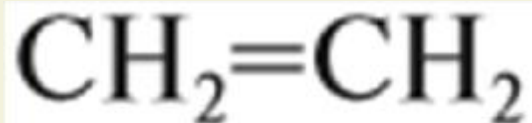
- Углеводороды, в молекулах которых имеются *только простые связи*, образуют гомологический ряд *алканов*:



Гомологи



- Углеводороды, в составе молекул которых есть только *одна двойная связь*, образуют гомологический ряд *алкенов*:



- и так далее.

Гомологи



- **Гомологи** — это органические соединения, которые похожи по химическому строению и, значит, по свойствам. Гомологи отличаются друг от друга *по составу* на группу CH_2 или $(\text{CH}_2)_n$.
- Члены любого гомологического ряда называются *гомологами*.
- Гомологи похожи по строению, а значит, и по свойствам; гомологи отличаются по составу на группу CH_2 .
- Группа CH_2 называется *гомологической разностью*.

Названия углеводородов. Правила международной номенклатуры



- Для того чтобы понимать друг друга, нужен язык. Люди говорят на разных языках и не всегда понимают друг друга. Химики же, для того чтобы понимать друг друга, пользуются одним и тем же международным языком. Основу этого языка составляют названия соединений (номенклатура).
- Правила номенклатуры (названий) органических соединений были приняты в 1965 году. Они называются правилами **ИЮПАК (IUPAC)***.

Названия углеводородов. Правила международной номенклатуры



- Для того чтобы понимать друг друга, нужен язык. Люди говорят на разных языках и не всегда понимают друг друга. Химики же, для того чтобы понимать друг друга, пользуются одним и тем же международным языком. Основу этого языка составляют названия соединений (номенклатура).
- Правила номенклатуры (названий) органических соединений были приняты в 1965 году. Они называются правилами **ИЮПАК (IUPAC)***.



Международный союз теоретической и прикладной химии (рус. аббр. МСТПХ; ИЮПАК, англ. *International Union of Pure and Applied Chemistry, IUPAC*) — международная неправительственная организация в области химии. Состоит из национальных организаций-участниц. Занят разработкой и распространением стандартов в области наименований химических соединений через межрегиональную комиссию по номенклатуре и обозначениям. Является членом Международного совета по науке (англ. *International Council for Science, ICSU*).



Предшественником ИЮПАК была Международная ассоциация химических обществ, созданная в 1911 году (см. также I Съезд химиков в Карлсруэ). ИЮПАК создан в 1919 году. Устав ИЮПАК, как и его предшественника, был написан на французском языке, а штаб-квартира изначально располагалась в Париже. Вероятно, во второй половине XX века штаб-квартира была перемещена в Цюрих.

Академия наук СССР стала Национальной организацией-участницей ИЮПАК в 1930 году. Это была первая международная организация, членом которой стала Академия наук СССР.

К **1973** году членами ИЮПАК были научные организации 45 стран. ИЮПАК выпускает журнал «Теоретическая и прикладная химия» («Pure and Applied Chemistry»).



*Почтовая марка СССР,
посвящённая 20 конгрессу
ИЮПАК, проводившемуся
в 1965 году в Москве*

Названия углеводородов. Правила международной номенклатуры



– За основу названий органических соединений принимаются названия ГОМОЛОГОВ-алканов:

CH_4 — МЕТан,

C_2H_6 — ЭТан,

C_3H_8 — ПРОПан,

C_4H_{10} — БУТан,

C_5H_{12} — ПЕНТан,

C_6H_{14} — ГЕКСан,

C_7H_{16} — ГЕПТан,

C_8H_{18} — ОКТан.

Названия углеводородов. Правила международной номенклатуры



Правила составления названий углеводородов:

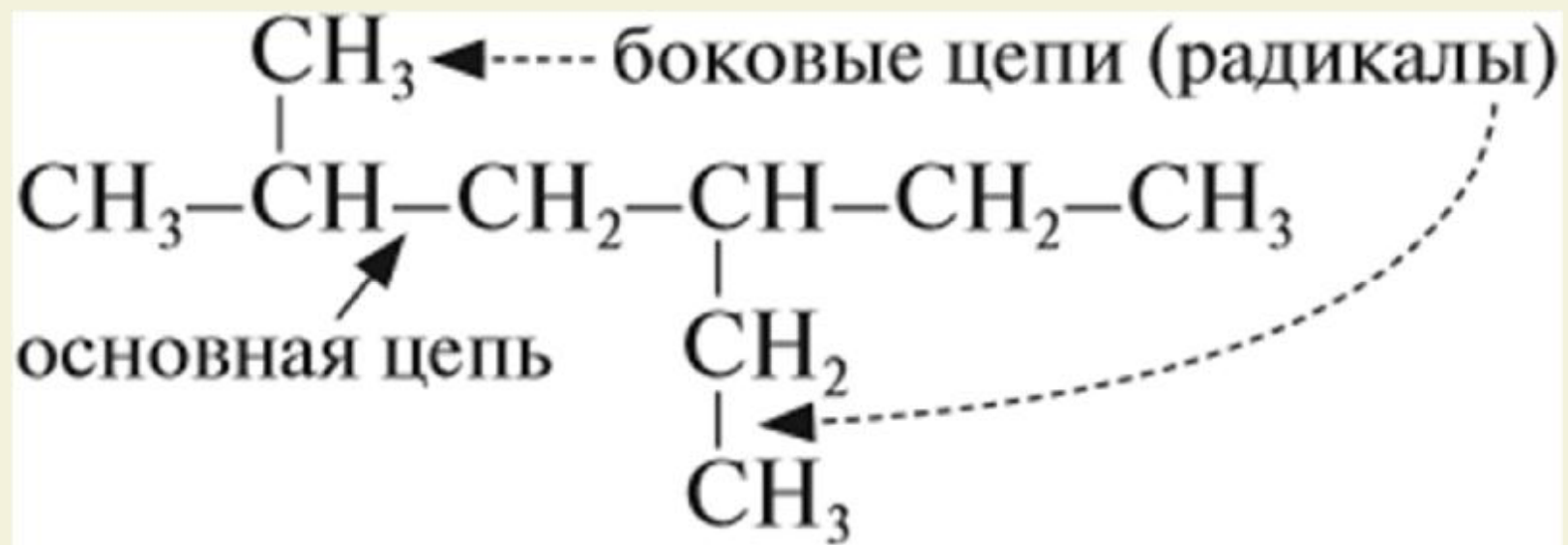
- **1)** выбрать главную цепь: она должна быть *самой длинной* и *самой разветвлённой* (содержать максимальное число радикалов);
- **2)** атомы углерода, которые не вошли в состав главной цепи, образуют боковые цепи (радикалы);
- **3)** нумерацию атомов главной (основной) цепи начинают с того конца, от которого ближе кратная связь, а для предельных углеводородов — с того конца, к которому ближе радикал. В любом случае сумма номеров, которые появились в названии, должна быть наименьшей;

Названия углеводородов. Правила международной номенклатуры



- **4)** перед названием радикала ставят номер атома углерода (адрес), с которым он соединён;
- **5)** если одинаковых радикалов несколько, то их число обозначают так:
 - два радикала **ди-**,
 - три радикала **три-**,
 - четыре радикала **тетра-** и т. д.;
- **6)** затем записывают названия соответствующих радикалов (начиная с самых простых) и в конце названия записывают название углеводорода — основной цепи, указывая тип связи и место положения этой связи.

Названия углеводородов. Правила международной номенклатуры



Названия углеводородов. Правила международной номенклатуры



Ответвления от основной (главной) цепи называются радикалами.

Радикалы *по составу* отличаются от соответствующего углеводорода на один атом водорода:

