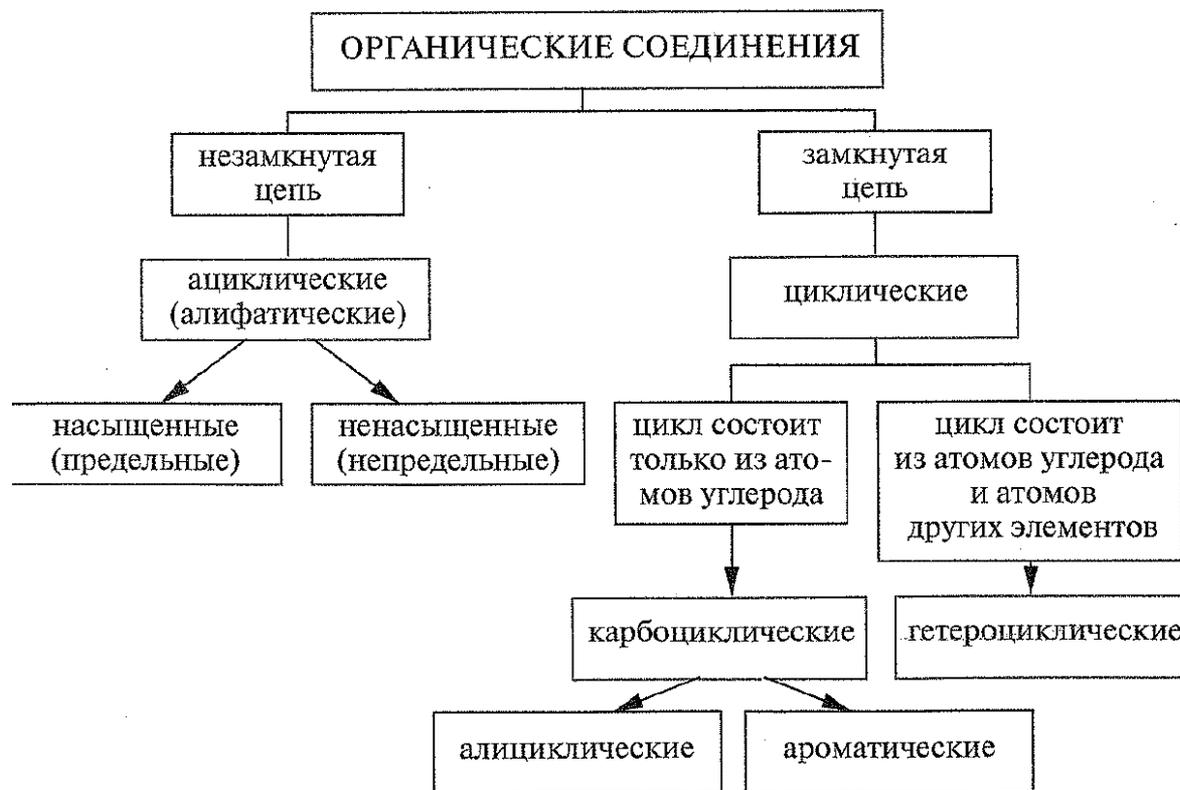


# Таблицы по номенклатуре органических соединений

Что обозначает слово «номенклатура»?

- **Номенклатура** –  
это система названий,  
употребляющихся  
в какой-либо науке.

- Органическая химия изучает соединения углерода – углеводороды и их производные, в состав которых могут входить почти все элементы периодической системы Д.И. Менделеева.
- К середине 19 века число органических веществ составляло несколько тысяч к началу 19 века было известно лишь несколько сотен чистых органических соединений.
- В середине 19 века уже известны представители разных классов органических веществ:



К этому времени появилась необходимость создания правил построения названий органических веществ.

**Номенклатура органических соединений**  
– это система правил именования  
молекул, полностью соответствующая  
строению молекулы.

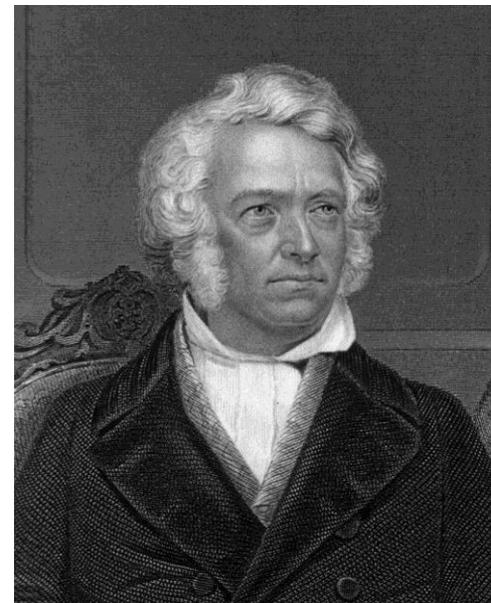
# Историческая справка.

В органической химии используются:

- **тривиальные** (исторически сложившиеся) названия: уксусная кислота, глицерин (от греч. glykys - сладкий), формальдегид (от лат. formica – муравей). Химики и сейчас редко называют ацетилен этином, а муравьиную кислоту – метановой.
- **Рациональная номенклатура**, согласно которой соединение рассматривалось как производное наиболее типичного представителя класса: метилацетилен, димитилэтилен и др.
- Химики всех стран, входящих в Международный союз теоретической и прикладной химии (ИЮПАК) создали специальный комитет, который выработал основы *единой для всех органических веществ* номенклатуры. Эту номенклатуру называют **международной** или **номенклатурой ИЮПАК**.

# Тривиальная номенклатура

- В конце 18 века и начале 19 века многие вещества получали исторические или тривиальные названия. Такие названия получались с учетом источников соединений, их характерными свойствами и др.
- В середине 19 века немецкий химик Леопольд Гмелин решил написать справочник, включающий информацию о всех известных к тому времени органических веществ.



# Тривиальная номенклатура

- Однако в конце года он увидел, что число органических соединений удвоилось. Леопольд Гмелин тогда обратился с просьбой прекратить свои исследования, чтобы он успел закончить работу над справочником. Более удачной была систематизация информации об известных неорганических веществах. Справочник по неорганической химии созданный Леопольдом Гмелиным многократно дополнялся и переиздавался и до сих пор используется химиками.
- Интересно, что отец Леопольда Гмелина Иоганн Гмелин известен не только как химик, но и как естествоиспытатель, описавший в Якутии лиственницу Гмелина.



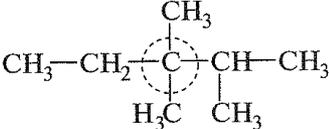
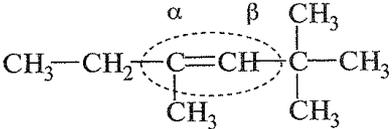
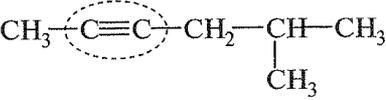
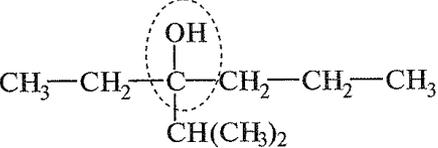
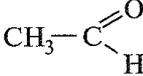
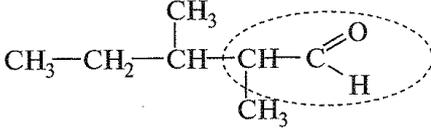
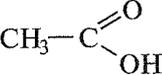
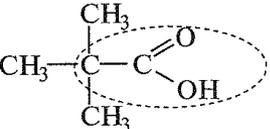
# Рациональная номенклатура

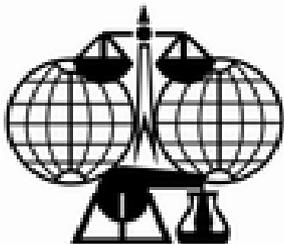
- Рациональная номенклатура была создана в середине 19 века.
- По правилам номенклатуры за основу названия органического соединения принимают название простого (чаще первого) члена данного гомологического ряда. Все остальные соединения рассматриваются как его производные, образованные замещением в нем атомов водорода алкильными группами, атомами иди функциональными группами.

Как видно, рациональная номенклатура является довольно неудобной (громоздкой) для построения названий веществ сложной структуры.

| Структурная формула группы  | Название (краткое обозначение) | Структурная формула группы   | Название (краткое обозначение)              |
|---|--------------------------------|--|---|
| $\text{CH}_3-$  | Метил (Me)                     | $\text{CH}_2=\text{CH}-$   | Винил, этенил                               |
| $\text{CH}_3\text{CH}_2-$   | Этил (Et)                      | $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}-$  | Пропенил                                    |
| $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2-$  | Пропил (Pr)                    | $\text{CH}_2=\text{CHCH}_2-$   | Аллил                                       |
| $\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{CH}- \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$                        | Изопропил (i-Pr)               | $\begin{array}{c} \text{CH}_2=\text{C}- \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$ | Изопропенил                                 |
| $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2-$   | Бутил (Bu)                     | $\text{HC}\equiv\text{C}-$   | Этинил                                      |
| $\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}- \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$             | <i>втор</i> -Бутил (s-Bu)      | $\text{HC}\equiv\text{C}-\text{CH}_2-$                                   | Пропаргил                                   |
| $\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{CHCH}_2- \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$                    | Изобутил (i-Bu)                | $\text{C}_6\text{H}_5-$  | Фенил (Ph)                                  |
| $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3\text{C}- \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$     | <i>трет</i> -Бутил (t-Bu)      | $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4-$                                       | Толил ( <i>o</i> -, <i>m</i> -, <i>p</i> -) |
| $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{CH}_2-$  | Пентил (амил)                  | $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2-$                                       | Бензил (Bn)                                 |
| $\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{CHCH}_2\text{CH}_2- \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$         | Изопентил (изоамил)            | $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}=\text{CH}-$                               | Стирил                                      |
| $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3\text{CCH}_2- \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$ | Неопентил                      |  |   |

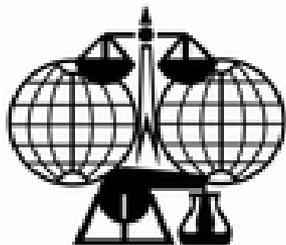
# Рациональная номенклатура

| Класс                     | Соединение –<br>основа названия  | Примеры   |
|---------------------------|--|---|
| Насыщенные углеводороды   | $\text{CH}_4$<br>метан   |  <p>диметилэтилизопропилметан</p>  |
| Ненасыщенные углеводороды | $\text{CH}_2=\text{CH}_2$<br>этилен  |  <p><math>\alpha</math>-метил-<math>\alpha</math>-этил-<math>\beta</math>-трет-бутилэтилен</p> |
| Ацетиленовые углеводороды | $\text{HC}\equiv\text{CH}$<br>ацетилен   |  <p>метилизобутилацетилен</p>  |
| Спирты                    | $\text{CH}_3\text{OH}$<br>карбинол   |  <p>Этилпропилизопропилкарбинол</p>  |
| Альдегиды                 | <br>уксусный альдегид |  <p>метил-втор-бутилуксусный альдегид</p>  |
| Кислоты                   | <br>уксусная кислота  |  <p>триметилуксусная кислота</p>   |



# Номенклатура ИЮПАК

- В 1919 г. был создан международный союз теоретической и прикладной химии *IUPAC - International Union of Pure and Applied Chemistry*.
- Членами *ИЮПАК* являются научные организации 57 стран.
- Работа над номенклатурой *ИЮПАК*, иногда называют систематической проводилась начиная с 20-х годов 20го века. Принципы этой номенклатуры обсуждались в г. Польше (1930 г), Женеве (1937 г).
- Номенклатурные правила *ИЮПАК* органической химии были изданы в Англии в 1969 году на английском языке;
- В 1979 году в СССР был издан их русскоязычный перевод.



# Номенклатура ИЮПАК

| Класс вещества     | Особенности строения           | Суффикс                 | Пример                       | Название                          |
|--------------------|--------------------------------|-------------------------|------------------------------|-----------------------------------|
| Алканы             | Все связи С-С одинарные        | <b>-ан</b>              | $\text{CH}_3 - \text{CH}_3$  | <b>Этан</b>                       |
| Алкены             | Одна двойная связь             | <b>-ен</b>              | $\text{CH}_2 = \text{CH}_2$  | <b>Этен</b>                       |
| Алкины             | Одна тройная связь             | <b>-ин</b>              | $\text{CH} \equiv \text{CH}$ | <b>Этин</b>                       |
| Карбоновые кислоты | Карбоксильная группа<br>- COOH | <b>-овая</b><br>кислота | $\text{CH}_3 - \text{COOH}$  | <b>Этановая</b><br><b>кислота</b> |

# Названия алканов и их радикалов

| Состав алкана  | Название | Радикал         | Название     |
|----------------|----------|-----------------|--------------|
| $C_n H_{2n+2}$ | алкан    | $-C_n H_{2n+1}$ | алкил        |
| $C H_4$        | метан    | $-CH_3$         | <b>метил</b> |
| $C_2 H_6$      | этан     | $-C_2 H_5$      | этил         |
| $C_3 H_8$      | пропан   | $-C_3 H_7$      | пропил       |
| $C_4 H_{10}$   | бутан    | $-C_4 H_9$      | бутил        |
| $C_5 H_{12}$   | пентан   | $-C_5 H_{11}$   | амил         |
| $C_6 H_{14}$   | гексан   | $-C_6 H_{13}$   | гексил       |
| $C_7 H_{16}$   | гептан   | $-C_7 H_{15}$   | гептил       |

## Родоначальная структура:

- в **ациклических соединениях** – это главная цепь.  
В состав главной цепи обязательно должна входить старшая характеристическая группа. Главная цепь должна содержать наибольшее число заместителей, максимальное количество кратных (двойных и тройных) связей и должна быть длинной.
- если есть, то это **циклическая** или **гетероциклическая** система (или ее часть), лежащая в основе соединения.

## Для того чтобы назвать органические соединения по номенклатуре ИЮПАК нужно:

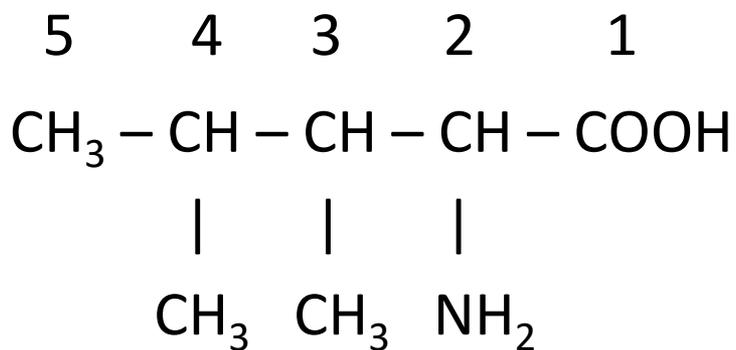
- 1) Выбрать родоначальную структуру.
- 2) Выявить все имеющиеся в соединении функциональные группы.
- 3) Установить какая группа является старшей; название этой группы отражается в названии соединения в виде суффикса и его ставят в конце названия соединения; все остальные группы дают в названии в виде префиксов (приставок).
- 4) Обозначить ненасыщенность соответствующим суффиксом (-ен или -ин), а также префиксом (дегидро-, тетрагидро и др.)
- 5) Пронумеровать главную цепь, придавая старшей группе наименьшей из номеров.
- 6) Перечислить префиксы (приставки) в алфавитном порядке.
- 7) Составить полное название соединения, перечислить заместители в алфавитном порядке.

# Алгоритм названия веществ ациклического строения (ещё один вариант алгоритма):

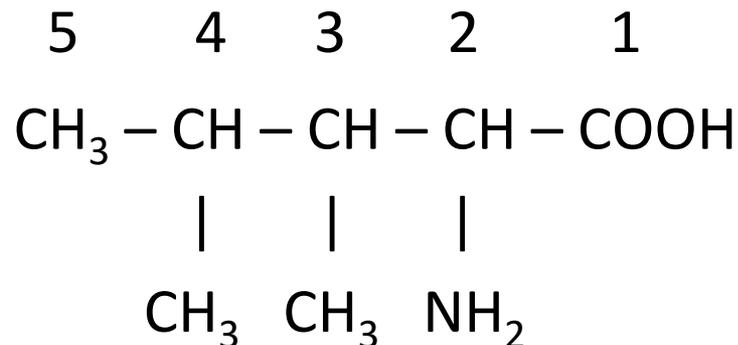
- 1. Выбрать родоначальную структуру.
- 2. Пронумеровать её с той стороны, к которой ближе радикалы, или старший заместитель, или кратная связь (в зависимости от класса вещества). Порядок старшинства основных групп указан на отдельной таблице ниже.
- 3. Указать в *префиксе* **положение** (номер атома углерода) и **название** радикала, заместителя, функциональной группы в алфавитном порядке.
- 4. **Записать корень**, соответствующий числу атомов углерода в главной цепи.

- 5. Если есть **двойная связь**, то после корня поставить *суффикс -ен* с указанием **положения связи в цепи**; для **тройной связи** использовать *суффикс -ин*. Если кратных связей нет – *суффикс -ан*.
- 6. После этого указать **суффикс**, соответствующий кетону, альдегиду или кислоте, если есть соответствующие функциональные группы. Для кетонов указывается положение функциональной группы.
- 7. Если в веществе несколько одинаковых радикалов, заместителей, связей или функциональных групп, то они называются вместе, с использованием числительных:  
2 – **ди**, 3 – **три**, 4 – **тетра** и т.д.
- 8. При написании названия все цифры отделяются друг от друга запятыми, а от букв – дефисами.

- Главную цепь нумеруют в соответствии с наименьшей суммой цифровых индексов, указывающих положения заместителей и кратных связей. Наименьшая сумма цифровых индексов – это ряд чисел, в котором первое отличающееся число должно быть наименьшим.

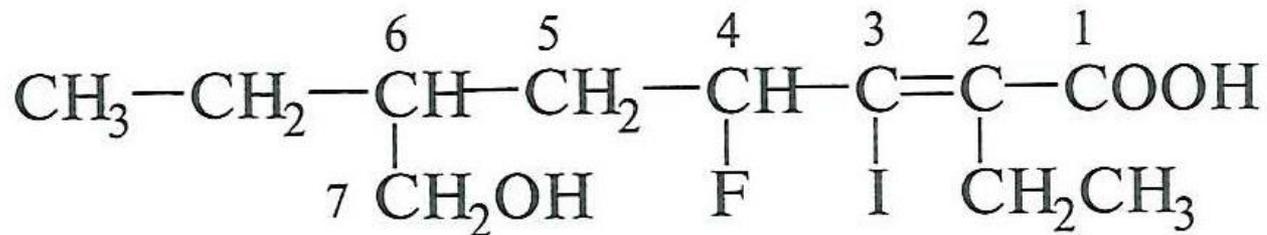


2 - амино – 3,4 – диметилпентановая кислота.



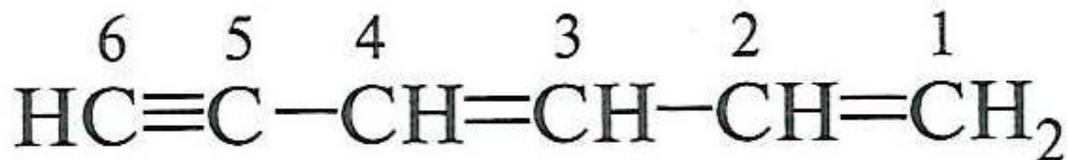
2 - амино – 3,4 – диметилпентановая кислота.

- 1. Поскольку в главной цепи пять атомов углерода, основа названия – **пентан**.
- 2. В молекуле есть функциональная группа -COOH карбоксильная. На её наличие указывает **-овая кислота**
- 3. В главной цепи есть три заместителя:  
**аминогруппа** - NH<sub>2</sub>,  
 её положение указывается цифрой **2**,  
 и **две метильные группы** - CH<sub>3</sub>.  
 На число метильных групп указывает частица **ди-**,  
 а на их положение в цепи цифры **3,4**.
- 4. Между цифрами есть запятая, цифры от букв отделены дефисом.



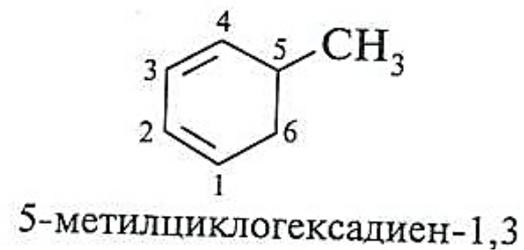
7-гидрокси-3-иод-4-фтор-2,6-диэтил-  
 2-гептеновая кислота  
*(в этой нумерации в главную цепь включены  
 старшая группа COOH  
 и один из заместителей — OH)*

В случае кратных связей при одинаковых индексах двойных и тройных связей предпочтение отдается двойной связи:

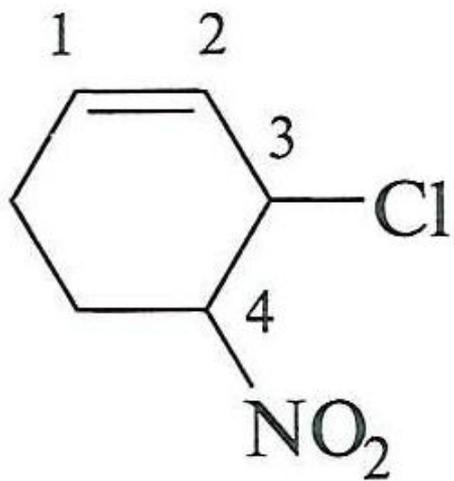


1,3-гексадиен-5-ин

В ациклических соединениях главной цепью считают замкнутую цепь углеродных атомов. В названии этой цепи применяют префикс **цикло-**



После того как определена структура, выбрана группа (обозначается суффиксом), проведена нумерация, выявлены другие группы, составляют полное название. При этом цифровые индексы, указывающие положение заместителей и кратных связей, дают перед префиксом и перед суффиксом.



4-нитро-3-хлор-1-циклогексен

Таблица 1.3. Порядок старшинства характеристических групп, обозначаемых префиксами и суффиксами

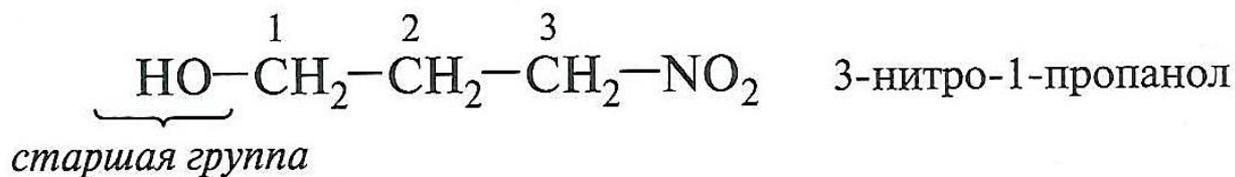
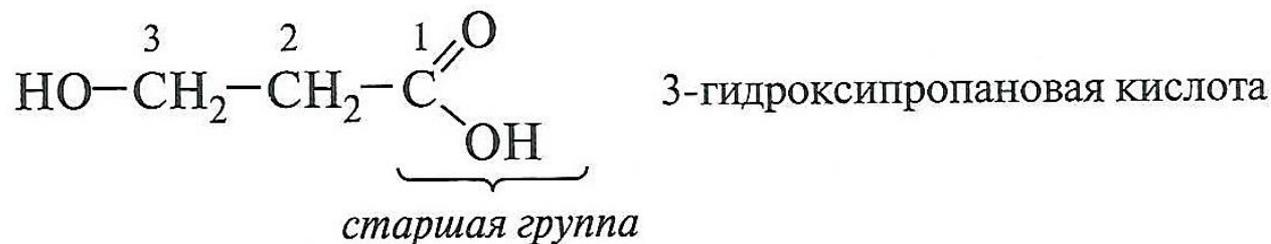
| Функциональная группа   | Префикс     | Суффикс              |
|---|-------------|----------------------|
| $-(C)OOH^*$   | —           | -овая кислота        |
| $-COOH$   | карбокси-   | -карбоновая кислота  |
| $-SO_3H$  | сульфо-     | -сульфоновая кислота |
| $-(C)\equiv N$  | —           | -нитрил              |
| $-(C)\begin{matrix} \text{O} \\ // \\ \text{H} \end{matrix}$          | оксо-       | -аль                 |
| $-\begin{matrix} \text{O} \\ // \\ \text{C} \\ \text{H} \end{matrix}$ | формил-     | -карбальдегид        |
| $>(C)=O$  | оксо-       | -он                  |
| $-OH$   | гидрокси-** | -ол                  |
| $-SH$   | меркапто-   | -тиол                |
| $-NH_2$   | амино-      | -амин                |

Убывание старшинства ↓

\* Атом углерода, заключенный в скобки, входит в состав родоначальной структуры.

\*\* В отечественной литературе группа ОН называлась ранее оксигруппой.

При выборе старшей группы важно старшинство заместителей относительно друг друга.

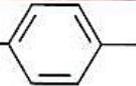
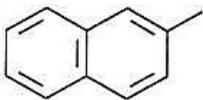
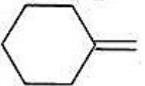
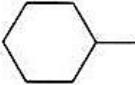
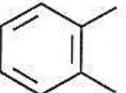


**Т а б л и ц а 1.2. Некоторые характеристические группы, обозначаемые только префиксами**

| Класс соединений    | Группа           | Префикс                       |
|---------------------|------------------|-------------------------------|
| Галогенопроизводные | —Br, —I, —F, —Cl | Бromo-, иодо-, фторо-, хлоро- |
| Простые эфиры       | —OR              | Алкокси-                      |
| Сульфиды            | —SR              | Алкилтио-                     |
| Нитросоединения     | —NO <sub>2</sub> | Нитро-                        |

# Также допускаются названия углеводородов и углеводородных групп, полученные ими ранее

Таблица 1.5. Названия важнейших углеводородных групп

| Группа  | Название    | Группа   | Название                         |
|---|-------------|--|----------------------------------|
| <i>Одновалентные</i>  |             |  |                                  |
| $\text{CH}_3-$  | Метил       | $\text{CH}_3-$  | Толил (показан пара-изомер)      |
| $\text{CH}_3\text{CH}_2-$   | Этил        | $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2-$   | Бензил                           |
| $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2-$  | Пропил      | $(\text{C}_6\text{H}_5)_3\text{C}-$  | Тритил<br>(трифенилметил)        |
| $(\text{CH}_3)_2\text{CH}-$   | Изопропил   |                 | Нафтил (показан 2-изомер)        |
| $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2-$                                     | Бутил       |  |                                  |
| $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2-$   | Изобутил    | <i>Двухвалентные</i>   |                                  |
| $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)-$                                     | втор-Бутил  | $-\text{CH}_2-$  | Метилен                          |
| $(\text{CH}_3)_3\text{C}-$  | трет-Бутил  | $-\text{CH}_2\text{CH}_2-$   | Этилен                           |
| $\text{CH}_3[\text{CH}_2]_4-$   | Пентил      | $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}-$  | Этилиден                         |
| $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{CH}_2-$  | Изопентил   | $-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2-$  | Триметилен                       |
| $(\text{CH}_3)_3\text{CCH}_2-$  | Неопентил   | $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH}-$   | Пропилиден                       |
| $\text{CH}_2=\text{CH}-$  | Винил       | $(\text{CH}_3)_2\text{C}=\text{CH}_2$  | Изопропилиден                    |
| $\text{CH}_2=\text{CHCH}_2-$  | Аллил       |               | Циклогексилиден                  |
| $\text{CH}\equiv\text{C}-$  | Этинил      | $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}=\text{CH}_2$  | Бензилиден                       |
|  | Циклогексил |               | Фенилен<br>(показан орто-изомер) |
|  | Фенил*      |  |                                  |

\* Далее обозначается как  $\text{C}_6\text{H}_5$ .

При построении названий углеводородов по номенклатуре ИЮПАК для них сохраняются названия неразветвленных алканов, используемые ранее:

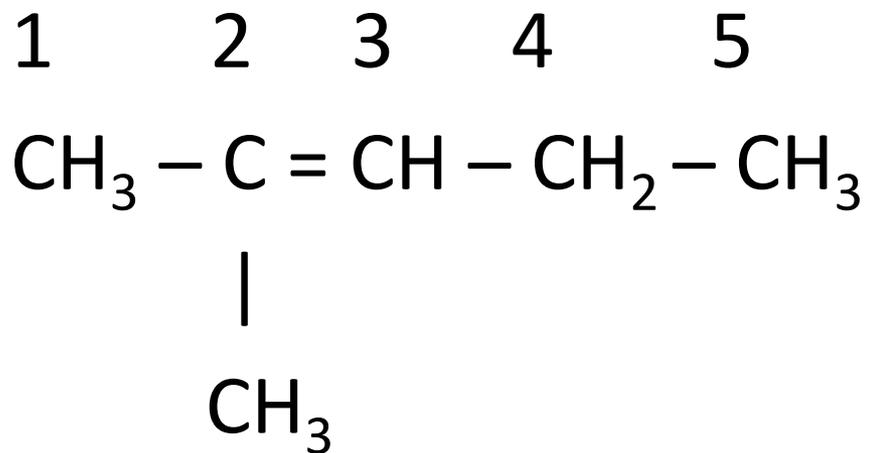
Таблица 1.4. Названия насыщенных неразветвлённых углеводородов

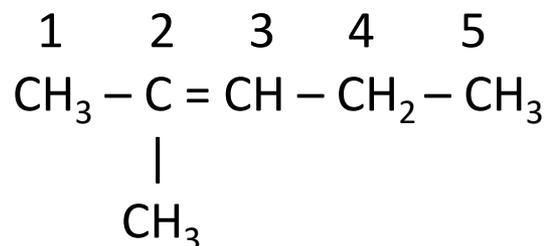
| Формула                   | Название | Формула                      | Название   |
|---------------------------|----------|------------------------------|------------|
| $\text{CH}_4$             | Метан    | $\text{C}_9\text{H}_{20}$    | Нонан      |
| $\text{C}_2\text{H}_6$    | Этан     | $\text{C}_{10}\text{H}_{22}$ | Декан      |
| $\text{C}_3\text{H}_8$    | Пропан   | $\text{C}_{11}\text{H}_{24}$ | Ундекан    |
| $\text{C}_4\text{H}_{10}$ | Бутан    | $\text{C}_{12}\text{H}_{26}$ | Додекан    |
| $\text{C}_5\text{H}_{12}$ | Пентан   | $\text{C}_{14}\text{H}_{30}$ | Тетрадекан |
| $\text{C}_6\text{H}_{14}$ | Гексан   | $\text{C}_{16}\text{H}_{34}$ | Гексадекан |
| $\text{C}_7\text{H}_{16}$ | Гептан   | $\text{C}_{18}\text{H}_{38}$ | Октадекан  |
| $\text{C}_8\text{H}_{18}$ | Октан    | $\text{C}_{20}\text{H}_{42}$ | Эйкозан    |

\* Последние правила ИЮПАК (1993) рекомендуют помещать локанты *перед* префиксами и *перед* суффиксами. В данной книге использован принятый в русскоязычной литературе принцип, который мотивируется тем, что слово при этом меньше разбивается цифрами и лучше воспринимается на слух.

Заметим также, что ряд веществ, имеющих важное значение для существования и развития живых систем могут сохранять в номенклатуре ИЮПАК свои тривиальные названия (углеводы, липиды,  $\alpha$ -аминокислоты, нуклеозиды, нуклеотиды и др.)

1. Назовите вещество и *расшифруйте* его название

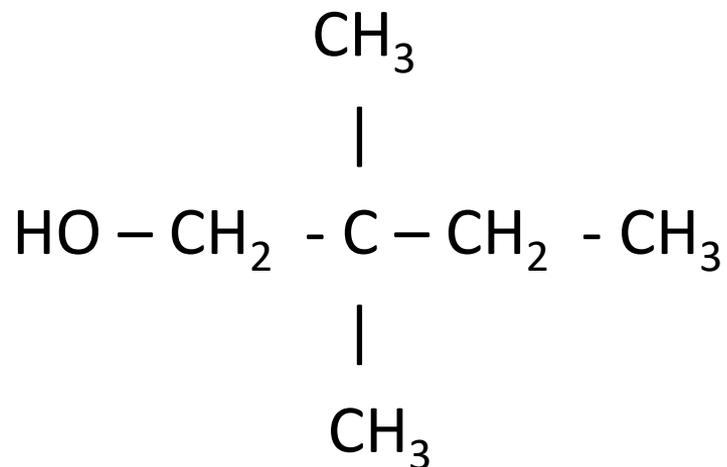




**2 – метилпентен – 2**

- 1. В главной цепочке **5** углеродных атомов, поэтому основа названия – **пентан** (по названию соответствующего алкана).
- 2. Так как в молекуле имеется **двойная** связь, *суффикс -ан* в основе названия изменяется на – **ен**.
- 3. После основы названия указано положение двойной связи в цепи: она начинается от **второго** углеродного атома.
- 4. В главной цепи имеется один заместитель - **метил CH<sub>3</sub>**. Он называется в *префиксе* (перед основной названия) с указанием положения в цепи: при **втором** атоме углерода.

2. Назовите вещество по международной номенклатуре

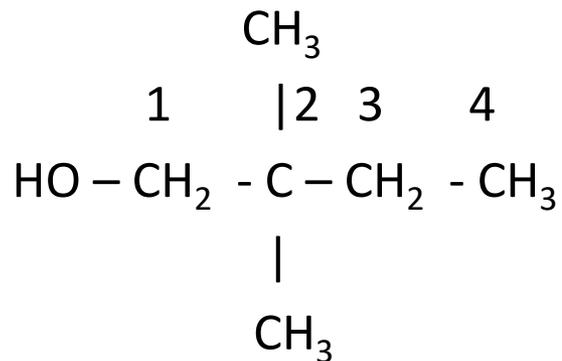


3. Составьте формулу вещества:

4 – этилгексин – 2

Проверьте правильность выполнения задания.

2. Назовите вещество по международной номенклатуре:



2,2 – диметил**бутанол** – 1

3. Составьте формулу вещества: 4 – этилгексин – 2.

