

**Казанский (Приволжский) федеральный университет
СУНЦ IT-лицей КФУ**

**Л.Е. НИКИТИНА
Е.О. МАССАРОВА
Г.Г. ЗАЛЯЛЕТДИНОВА**

**ВВЕДЕНИЕ В НОМЕНКЛАТУРУ
ХИМИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ**

Методическая библиотека

КАЗАНСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

**Специализированный учебный научный центр –
общеобразовательная школа-интернат IT-лицей**

**Л.Е. НИКИТИНА
Е.О. МАССАРОВА
Г.Г. ЗАЛЯЛЕТДИНОВА**

**ВВЕДЕНИЕ В НОМЕНКЛАТУРУ
ХИМИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ**

Учебное пособие



**КАЗАНЬ
2021**

УДК 54(075.8)
ББК 24.12я73
Н 62

Печатается по рекомендации педагогического совета Специализированного учебного научного центра – общеобразовательная школа-интернат «IT-лицей» федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Казанский (Приволжский) федеральный университет» (протокол № 2 от 15.10.2021)

Авторы:

Л.Е. Никитина, доктор химических наук, профессор,
ведущий научный сотрудник НИЛ Молекулярная генетика микроорганизмов
Института фундаментальной медицины и биологии КФУ,
заведующий кафедрой общей и неорганической химии КГМУ
Е.О. Массарова, учитель химии высшей квалификационной категории
СУНЦ IT-лицей КФУ
Г.Г. Залялетдинова, учитель химии гимназии № 10
Авиастроительного района г. Казани

Рецензенты:

кандидат химических наук, заведующий лабораторией кафедры физической и коллоидной химии Казанского национального исследовательского технологического университета

Е.Ю. Громова;

кандидат химических наук, доцент кафедры физической и коллоидной химии Казанского национального исследовательского технологического университета **Е.М. Кулагина**;
учитель химии СУНЦ «IT-лицей» КФУ, доцент кафедры химического образования
Химического института им. А.М. Бутлерова КФУ, кандидат педагогических наук

Ф.Д. Халикова

Никитина Л.Е.

Н 62 Введение в номенклатуру химических соединений: учеб. пособие [Электронный ресурс] / Л.Е. Никитина, Е.О. Массарова, Г.Г. Залялетдинова. – Электрон. текстовые дан. (1 файл: 36,4 Мб). – Казань: Издательство Казанского университета, 2021. – 44 с. – Систем. требования: Adobe Acrobat Reader. – Режим доступа: https://kpfu.ru/portal/docs/F_2134710072/Vvedenie.v.nomenklaturu.khimicheskikh.soyedinenij.pdf. – Загл. с титул. экрана.

ISBN 978-5-00130-541-5

В учебном пособии представлены правила научной номенклатуры, используемые для названия неорганических и органических соединений. Подробно описаны принципы построения названий отдельных классов веществ соединений в соответствии ИЮПАК (включая тривиальные названия).

Данное пособие может быть полезно школьникам, для углубленного изучения неорганической и органической химии, и абитуриентам.

УДК 54(075.8)
ББК 24.12я73

ISBN 978-5-00130-541-5

Предисловие

Разработка номенклатуры – процесс непрерывный, усовершенствование номенклатуры происходит постоянно. В настоящее время многие химические издания широко используют номенклатуру, основанную на рекомендациях Международного союза по теоретической и прикладной химии (ИЮПАК).

Вместе с тем в химической терминологии в достаточном количестве сохранились традиционные, исторически сложившиеся названия соединений, что представляет определенные трудности при изучении химических дисциплин.

На сегодняшний день не представляется возможным использовать для построения названий соединений какую-либо одну номенклатуру, поэтому ИЮПАК закрепляет альтернативные названия как равные.

Альтернативные (систематические и традиционные) названия наиболее распространенных веществ, с учетом их принадлежности к определенным классам соединений, представлены в виде таблиц, что способствует большей наглядности изложения и лучшему усвоению материала.

Современные правила ИЮПАК охватывают терминологию всех классов химических соединений и всех проблем химии и смежных дисциплин – все они описаны в многотомном издании, которое постоянно пополняется. Но даже краткий обзор правил систематической номенклатуры позволяет описать достаточно сложные соединения. Часто такие названия могут получаться громоздкими и малоудобными в обращении, поэтому совместное использование систематической, рациональной и тривиальной номенклатур становится все более привлекательным в повседневной практике.

В то же время, учитывая огромное количество известных органических соединений (около 6 миллионов), которое увеличивается со скоростью 50–60 тысяч в год, требуется применение единой универсальной и последовательной терминологии, чтобы можно было успешно использовать компьютерный подход при реферировании, создании банков данных и информационном обеспечении этой области знаний. Таковой является систематическая номенклатура ИЮПАК и параллельно ей развивающаяся номенклатура СА (Chemical Abstracts).

Глава 1

Неорганические соединения

Неорганические вещества делятся на простые (химические элементы – O, N, Na), одноэлементные вещества (O_2 , N_2) и сложные соединения (двух- и многоэлементные – H_2O , $CuSO_4$).

Символы химических элементов, согласно правилам ИЮПАК, приведены в Периодической системе элементов.

Для составления производных терминов используются корни латинских названий элементов (табл. 1).

Таблица 1

Латинские корни названий некоторых элементов

Fe	ферро	Si	силиц (силик)
Cu	купр	S	сульф
Au	аур	As	арсен
Ag	аргент	Sn	стан
Hg	меркур	Sb	стильбен (антимон)
C	карбон	Pb	плюмб
N	нитр		

Классификация сложных соединений достаточно неоднозначна, при этом можно выделить следующие основные классы неорганических веществ:

- 1) оксиды,
- 2) основания,
- 3) кислоты,
- 4) соли,
- 5) бинарные и псевдобинарные соединения,
- 6) комплексные соединения.

Каждый класс соединений имеет свои особенности формирования названий, вместе с тем существуют единые правила номенклатуры неорганических соединений.

1.1. Общие правила номенклатуры неорганических соединений

1. Стехиометрические отношения в формулах соединений должны выражаться простыми целыми числами.

2. В формулах химических соединений на первое место всегда ставится электроположительная составляющая, например, PCl_3 , HBr . В порядке исключения пишется NH_3 и N_2H_4 .

Аналогично изображают и более сложные соединения, например, $PBrCl_2$.

3. В русской химической литературе перечисление частей в названии следует начинать с конца формулы: KCl – хлорид калия, Na_2SO_4 – сульфат

натрия^{*}. При составлении названий не делается различий между ионными и ковалентными веществами.

4. Количественные соотношения между составляющими в названиях обозначаются числовыми приставками (табл. 2).

Префикс «моно-» обычно опускается; умножающие факторы выше 12 изображаются цифрами. Умножающие числовые префиксы («бис-», «трис-», «тетракис-») используются только тогда, когда в названии уже есть числовой префикс, а также если можно неоднозначно понять написание названия. Конечные гласные префиксов никогда не опускаются, например, пентаоксид, а не пентоксид.

Таблица 2

Умножающий фактор	Префикс	Умножающий фактор	Префикс
1	моно	7	гепта
2	ди	8	окта
3	три	9	нона
4	тетра	10	дека
5	пента	11	ундека
6	гекса	12	додека

1.2. Оксиды

Оксиды – это соединения, молекулы которых состоят из двух элементов, один из которых кислород. Следует отметить, что такие соединения, как вода, пероксиды, надпероксиды, озониды, хотя и состоят из двух элементов, одним из которых является кислород, относятся к классу бинарных соединений. Исключение составляет также фторид кислорода – OF₂ (это фторид, а не оксид, поскольку по электроотрицательности кислород является вторым после фтора элементом в таблице Менделеева). По химическим свойствам оксиды классифицируют на **несолеобразующие** и **солеобразующие**. К несолеобразующим оксидам относятся: NO, CO, N₂O, SiO. Солеобразующие делятся на три группы: **основные, кислотные, амфотерные**.

Отнесение оксидов к тому или иному типу никоим образом не отражается на построении названия соединения. В соответствии с современной международной номенклатурой, если электроположительный элемент оксида проявляет постоянную степень окисления, то название оксида строится следующим образом: сначала приводится слово «оксид», далее в родительном падеже следует название электроположительной части: Li₂O – оксид лития.

^{*} В английской литературе перечисление частей традиционно обратное: KCl — potassium chloride.

Если электроположительный элемент имеет несколько степеней окисления, то название оксида строится по одному из следующих способов:

1. Степень окисления для электроположительной части оксида указывается римской цифрой в скобках за символом элемента (способ Штока): N_2O_5 – оксид азота (V), N_2O – оксид азота (I), NO – оксид азота (II).

2. Для обозначения стехиометрического состава используются приставки: N_2O_5 – пентаоксид диазота, N_2O – оксид диазота, NO – монооксид азота (табл. 3).

Таблица 3

Названия наиболее распространенных оксидов

Формула	Название по номенклатуре ИЮПАК	Традиционное название
N_2O	Оксид азота (I); оксид диазота	Закись азота, веселящий газ
NO	Оксид азота (II); монооксид азота	—
N_2O_3	Оксид азота (III); триоксид диазота	Азотистый ангидрид
NO_2 (N_2O_4)	Оксид азота (IV); диоксид азота	—
N_2O_5	Оксид азота (V); пентаоксид диазота	Азотный ангидрид
SO_2	Оксид серы (IV); диоксид серы	Сернистый ангидрид
SO_3	Оксид серы (VI); триоксид серы	Серный ангидрид
SiO_2	Оксид кремния (IV); диоксид кремния	Кремнезем, песок
CaO	Оксид кальция	Негашеная известь
Al_2O_3	Оксид алюминия	Глинозем
CO_2	Оксид углерода (IV); диоксид углерода	Углекислый газ
CO	Оксид углерода (II); монооксид углерода	Угарный газ
Fe_2O_3	Оксид железа (III); триоксид дижелеза	Окись железа
FeO	Оксид железа (II); монооксид железа	Закись железа
Fe_3O_4	Тетраоксид трижелеза	Закись-окись железа, железная окалина

Необходимо отметить, что с обычными оксидами не следует путать **пероксиды**, электроотрицательная часть которых представлена группой $(O_2)^{2-}$, например, Na_2O_2 – пероксид натрия*.

Названия их строятся аналогично названиям оксидов, но вместо слова «оксид» употребляют термин «пероксид».

* Где «2-» означает суммарный заряд двух атомов кислорода, каждый из которых имеет степень окисления «1-».

Существуют также кислородсодержащие соединения, электроотрицательная часть которых представлена группой $(O_2)^-$, например, KO_2 , PbO_2 , CsO_2 . Эти соединения называются надпероксидами, соответственно, при образовании названий этих соединений употребляют термин *надпероксид*, например, KO_2 – надпероксид калия.

Соединения, содержащие группу $(O_3)^-$, носят названия *озониды*, например, KO_3 – озонид калия.

1.3. Основания

Основания – это сложные соединения, состоящие из катиона металла (или NH_3^+) и одной или нескольких гидроксогрупп.

В соответствии с современной международной номенклатурой, основания называют следующим образом: в начале приводится слово «гидроксид», далее добавляется название металла в родительном падеже. В том случае, если металл имеет несколько степеней окисления, то степень окисления его в данном соединении указывается римскими цифрами в скобках после названия металла KOH – гидроксид калия; $Cu(OH)_2$ – гидроксид меди (II); $CuOH$ – гидроксид меди (I) (табл. 4).

Таблица 4

Названия наиболее распространенных гидроксидов

Формула	Название по номенклатуре ИЮПАК	Традиционное название
KOH	Гидроксид калия	Едкое кали
$NaOH$	Гидроксид натрия	Едкий натр, каустическая сода
$Ca(OH)_2$	Гидроксид кальция	Гашеная известь, известковое молочко
$Ba(OH)_2$	Гидроксид бария	Едкий барит, баритовая вода

К устаревшим можно отнести названия гидроксидов, составленные путем прибавления к тривиальному названию соответствующего оксида слова «гидрат». Например: $Fe(OH)_2$ – гидрат закиси железа, $Ba(OH)_2$ – гидрат окиси бария.

1.4. Кислоты

С точки зрения теории электролитической диссоциации, **кислотами** называются сложные соединения, при диссоциации которых в качестве катионов образуются только ионы водорода.

При составлении названий кислот правила ИЮПАК разрешают свободно пользоваться как традиционными, так и систематическими формами названий. В случае часто встречающихся кислот предпочтение отдается традиционной форме, а в случае необычных, редких кислот – систематической.

Для составления систематических названий кислот эти соединения рассматриваются как комплексные, при этом название электроположительной части (катиона) остается без изменений, а название электроотрицательной части (аниона) получает окончание «-ат», независимо от степени окисления кислотообразующего элемента (центрального атома). Например, соединение $H_2[SO_4]$, рассматриваемое как комплексное, получает систематическое название тетраоксосульфат (VI) водорода или тетраоксосульфат диводорода. Наиболее употребимым является традиционное название – серная кислота. Для малораспространенных кислот применяются только полные систематические названия: $HReO_4$ – тетраоксорениевая (VII) кислота, H_3ReO_5 – пентаоксорениевая (VII) кислота, $H_4Re_2O_7$ – гептаоксодирениевая (V) кислота, H_3GaO_3 – триоксогаллиевая (V) кислота.

Названия бескислородных кислот образуются от названия неметалла, входящего в состав кислоты, с окончанием «-о» и добавлением слова «водородная»: HCl – хлороводородная кислота; HBr – бромоводородная кислота; H_2S – сероводородная кислота.

Следует отметить, что эти названия относятся к водным растворам соответствующих галогенводородов, представляющих собой растворы кислот. Для водородных соединений галогенов и серы разрешено использовать следующие названия: фтороводород, сероводород. Водный раствор фтороводорода имеет традиционное название – плавиковая кислота.

По традиционной номенклатуре, рекомендованной ИЮПАК для широко распространенных кислот, названия кислородсодержащих кислот производятся от названия неметалла с добавлением окончаний «-ная» или «-вая» в том случае, если степень окисления неметалла соответствует номеру его группы. Например: HNO_3 – азотная кислота (степень окисления азота +5, и азот находится в V группе), $HClO_4$ – хлорная кислота (степень окисления хлора +7, и хлор находится в VII группе).

В том случае, если неметалл имеет несколько степеней окисления и образует ряд кислородсодержащих кислот, то по мере понижения степени окисления неметалла окончания в названиях кислот меняются в следующем порядке: «-оватая», «-истая», «-оватистая».

Например: $HClO_4$ – хлорная (степень окисления +7), $HClO_3$ – хлорноватая (степень окисления +5), $HClO_2$ – хлористая (степень окисления +3), $HClO$ – хлорноватистая (степень окисления +1).

Если элемент в одной и той же степени окисления образует несколько кислородсодержащих кислот, то к названию кислоты с большим содержанием атомов кислорода добавляется префикс «орто-», а с меньшим – «мета-»: H_3PO_4 – ортофосфорная; HPO_3 – метафосфорная; H_3BO_3 – ортоборная; HBO_2 – метаборная; H_4SiO_4 – ортокремниевая; H_2SiO_3 – метакремниевая. Иногда в названиях префикс «орто-» опускается: H_3PO_4 – фосфорная кислота.

Существуют кислоты, образующиеся при нагревании орто- и метакислот, содержащие два кислотообразующих атома. В этом случае их названия образуют-

ся с помощью приставки «ди-» или «пиро-». Например: $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$, полученная при нагревании H_3PO_4 , называется дифосфорная или пирофосфорная кислота.

Кислоты, в которых фрагмент $-\text{O}-$ замещается на $-\text{O}-\text{O}-$, получают названия с приставкой «пероксо-», например $\text{HNO}_2(\text{O}_2)$ (не путать с азотистой кислотой HNO_2) – пероксоазотная кислота. Такие кислоты также называются надкислотами.

Тиокислотами называются кислоты, получаемые заменой атома кислорода на атом серы. Их названия строятся путем добавления приставки «тио-» к традиционному названию кислоты. Например: $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3$ – тиосерная кислота, $\text{H}_3\text{PO}_2\text{S}_2$ – дитиофосфорная кислота.

Аналогично составляются названия кислот, полученных заменой атома кислорода на селен или теллур. В этом случае приставками являются «селено-» и «теллуру-» (табл. 5).

Таблица 5

**Названия распространенных кислот и кислотных остатков,
рекомендуемые номенклатурой ИЮПАК**

Формула кислоты	Название кислоты	Формула кислотного остатка	Название кислотного остатка
HNO_3	Азотная	NO_3^-	Нитрат
HNO_2	Азотистая	NO_2^-	Нитрит
H_2SO_4	Серная	SO_4^{2-}	Сульфат
$\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7$	Дисерная	$\text{S}_2\text{O}_7^{2-}$	Дисульфат
H_2SO_3	Сернистая	SO_3^{2-}	Сульфит
$\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3$	Тиосерная	$\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$	Тиосульфат
H_2S	Сероводородная	S^{2-}	Сульфид
H_2CO_3	Угльная	CO_3^{2-}	Карбонат
H_3PO_4	(Орто-) фосфорная	PO_4^{3-}	(Орто-) фосфат
HPO_3	Метафосфорная	PO_3^-	метафосфат
$\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$	Пирофосфорная, дифосфорная	$\text{P}_2\text{O}_7^{4-}$	Дифосфат
H_3PO_3	(Орто-) фосфористая	PO_3^{3-}	(Орто-) фосфит
HPO_2	Метафосфористая	PO_2^-	Метафосфит
H_3BO_3	(Орто-) борная	BO_3^{3-}	(Орто-) борат
HBO_2	Метаборная	BO_2^-	Метаборат
H_4SiO_4	Ортокремниевая	SiO_4^{4-}	Ортосиликат
H_2SiO_3	Метакремниевая	SiO_3^{2-}	Метасиликат (силикат)
H_3AsO_4	Мышьяковая	AsO_4^{3-}	Арсенат
H_3AsO_3	Мышьяковистая	AsO_3^{3-}	Арсенит

Формула кислоты	Название кислоты	Формула кислотного остатка	Название кислотного остатка
H_2SeO_4	Селеновая	SeO_4^{2-}	Селенат
H_2SeO_3	Селенистая	SeO_3^{2-}	Селенит
H_2CrO_4	Хромовая	CrO_4^{2-}	Хромат
$H_2Cr_2O_7$	Дихромовая	$Cr_2O_7^{2-}$	Дихромат
$HMnO_4$	Марганцовая	MnO_4^-	Перманганат
H_2MnO_4	(в виде молекул неизвестна)	MnO_4^{2-}	Манганат
$HClO_4$	Хлорная	ClO_4^-	Перхлорат
$HClO_3$	Хлорноватая	ClO_3^-	Хлорат
$HClO_2$	Хлористая	ClO_2^-	Хлорит
$HClO$	Хлорноватистая	ClO^-	Гипохлорит
H_5IO_6	Ортойодная	IO_6^{5-}	Ортойодат
HJO_4	Метайодная	IO_4^-	Метайодат
HIO	Йодноватистая	IO^-	Гипойодит
HCN	Синильная	CN^-	Цианид
HF	Плавиковая	F^-	Фторид

1.5. Соли

Соли – это сложные вещества, молекулы которых состоят из ионов металлов (или иона NH_4^+) и кислотных остатков. Различают *средние, кислые, основные, двойные, смешанные и комплексные* соли.

При составлении названий солей правила ИЮПАК разрешают пользоваться как традиционной, так и систематической номенклатурами. Использование систематических названий рекомендуется для солей, содержащих остатки малораспространенных кислот. Для солей, содержащих остатки распространенных кислот, рекомендуется использовать традиционные названия.

Для построения систематических названий солей эти соединения рассматривают как комплексные и применяют правила, изложенные выше (разд. 1.4). Например, соединение $Na_2[SO_4]$, рассматриваемое как комплексное, получает систематическое название тетраоксосульфат (VI) натрия (или динатрия); $K_2[PtCl_6]$ – гексахлороплатинат (VI) калия; $Li[AlH_4]$ – тетрагидridoалюминат лития.

Правилам построения традиционных названий солей различных типов посвящены *разделы 1.5.1–1.5.3*. Правила образования названий комплексных солей будут приведены в *разделе 1.7*.

1.5.1. Средние соли

Средние соли образуются при полном замещении ионов водорода в кислоте на ионы металла и гидроксид-ионов в основании на кислотный остаток: NaCl , MgBr_2 , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$.

Названия анионов кислот образуются путем замены частиц «-овая»; «-евая» и «-ная» на суффикс «-ат», а частицы «-истая» – на «-ит»: HNO_2 – азоти-стая кислота; NaNO_2 – нитрит натрия; HNO_3 – азотная кислота; NaNO_3 – нитрат натрия. Исторически сложившиеся названия некоторых солей приведены в таблице 6.

При составлении названия средней соли сначала указывается кислотный остаток в именительном падеже, а затем металл в родительном падеже.

Если металл проявляет переменную валентность, то после его названия в скобках римскими цифрами указывается его валентность в данном соединении: FeCl_2 – хлорид железа (II).

Следует обратить особое внимание на использование приставок при образовании традиционных названий анионов кислот. Префикс «**гипо-**» указывает на низшую степень окисления кислотообразующего элемента (если число степеней окисления более двух). Эта приставка используется в названиях анионов, отвечающих кислотам, названия которых оканчиваются на «-новатистая»: HClO – хлорноватистая кислота и KClO – гипохлорит калия. Приставка «пер-» указывает на высшую степень окисления кислотообразующего элемента. Она применяется в названиях анионов, если отвечающие им кислоты имеют названия на «-овая», «-евая» или «-ная»: $\text{HMn}^{7+}\text{O}_4$ – марганцовая кислота и KMnO_4 – перманганат калия; HClO_4 – хлорная кислота и KClO_4 – перхлорат калия. Приставка «**тио-**» указывает, сколько атомов кислорода замещено на атом серы в кислородсодержащей кислоте: $\text{H}_2\text{SO}_3\text{S}$ – тиосерная кислота; H_2CS_3 – тритиоугольная кислота.

1.5.2. Кислые и основные соли

Кислые соли получают при неполном замещении ионов водорода в кислотах на атомы металла. При составлении традиционных названий перед словом, обозначающим кислотный остаток, добавляется префикс «гидро-» с добавлением в случае необходимости числовых префиксов: NaHCO_3 – гидро-карбонат натрия; KH_2PO_4 – дигидро-фосфат калия.

Основные соли получают при неполном замещении гидроксогрупп в основании на кислотные остатки.

При составлении традиционных названий солей перед словом, обозначающим кислотный остаток, добавляется префикс «гидроксо-» с добавлением в случае необходимости числовых префиксов: BaOHBr – гидроксо-бромид бария; $\text{Al}(\text{OH})_2\text{Cl}$ – дигидроксо-хлорид алюминия.

1.5.3. Двойные и смешанные соли

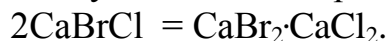
Двойные соли состоят из ионов двух разных металлов и кислотного остатка: $\text{NaTi}(\text{NO}_3)_2$; $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$.

При составлении названий двойных солей катионы перечисляются в алфавитном порядке, хотя в написании формул порядок катионов может быть другим:

$KAl(SO_4)_2$ – сульфат алюминия-калия;

$NaTl(NO_3)_2$ – нитрат натрия-таллия (I).

Смешанные соли состоят из анионов двух различных кислот и металла: $CaBrCl$. Эту соль можно представить следующим образом:



При составлении названий смешанных солей анионы перечисляются в алфавитном порядке: $CaBrCl$ – бромид-хлорид кальция; $CaOCl_2$ – гипохлорит-хлорид кальция: $2CaOCl_2 = Ca(ClO)_2 \cdot CaCl_2$.

Таблица 6

Традиционные названия некоторых солей

Молекулярная формула	Традиционное название
$KClO_3$	Бертолетова соль
$CaSO_4 \cdot 2H_2O$	Гипс
$Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$	Глауберова соль
$FeSO_4 \cdot 7H_2O$	Железный купорос
$CuSO_4 \cdot 5H_2O$	Медный купорос
$CaCO_3$	Известняк, мел, мрамор
$Ca(ClO)_2 \cdot CaCl_2$	Известь хлорная
KNO_3	Калиевая (чилийская) селитра
$NaNO_3$	Натриевая селитра
Na_2CO_3	Кальцинированная (бельевая) сода
$NaHCO_3$	Питьевая соль
K_2CO_3	Поташ
FeS_2	Пирит
$AgNO_3$	Ляпис

1.6. Бинарные и псевдобинарные соединения

1.6.1. Бинарные соединения*

Бинарными называются соединения, состоящие из атомов двух элементов, вне зависимости от числа атомов каждого из них: N_2O_5 , NO , CaC_2 , CCl_4 . При построении полного названия бинарного соединения в соответствии с номенклатурой ИЮПАК пользуются общими правилами номенклатуры неорганических соединений (разд. 1.5). Название электроотрицательной части должно содержать суффикс «-ид», который добавляется к корню соответствующего названия элемента (табл. 7).

* Правила, рекомендованные ИЮПАК для составления названий тех оксидов, кислот и солей, которые представляют собой бинарные соединения, рассмотрены в *разделах 1.2., 1.4., 1.5.*

Таблица 7

углерод	карбид	азот	нитрид	селен	селенид
фтор	фторид	водород	гидрид	мышьяк	арсенид
хлор	хлорид	фосфор	фосфид	бор	борид
бром	бромид	сера	сульфид	кислород	оксид
йод	йодид				

Для многих гидридов используют более простые названия, добавляя к названию элемента суффикс «-ан». Например, BH_3 – боран, SnH_4 – станнан, SiH_4 – силан.

Если число неводородных атомов в молекуле превышает единицу, это указывается числовой приставкой: B_2H_6 – диборан; Si_3H_8 – трисилан; H_2S_5 – пентасульфид.

Однако из этого правила имеется несколько возникших давно исключений: H_2O – вода; NH_3 – аммиак; N_2H_4 – гидразин; PH_3 – фосфин; AsH_3 – арсин; SbH_3 – стибин; BiH_3 – висмутин.

1.6.2. Псевдобинарные соединения*

К псевдобинарным (табл. 8) относятся соединения, содержащие некоторые многоатомные анионы, названия которых также содержат суффикс «-ид»:

KCN – цианид калия;

NaNH_2 – амид натрия.

Составление названий псевдобинарных соединений базируется на принципах, общих для номенклатуры неорганических веществ (табл. 8).

Таблица 8

Названия псевдобинарных анионов

Анион	Название	Анион	Название
CN^-	цианид	$(\text{O}_2)^{2-}$	пероксид
N_3^-	азид	$(\text{O}_2)^-$	надпероксид
NH_2^-	амид	$(\text{O}_3)^-$	озонид
N_2H_3^-	гидразид	OH^-	гидроксид
$-(\text{C}\equiv\text{C})^{2-}$	ацетиленид	$(\text{CO})^-$	карбонил
S_2^{2-}	дисульфид		

1.7. Комплексные соединения

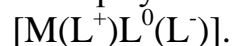
К комплексным относятся соединения, в которых формально превышает степень окисления центрального атома.

* Правила, используемые для составления названий гидроксидов, представляющих собой псевдобинарные соединения, рассмотрены в разделе 1.3.

Большая часть принципов построения названий комплексных соединений была рассмотрена выше. Основные положения кратко можно сформулировать следующим образом:

1. В первую очередь называется анионная часть, затем катионная; внутри комплекса сначала перечисляются анионные лиганды, далее нейтральные и катионные, и только после этого – центральный атом.

2. Формула комплекса записывается в обратном порядке:



3. Степень окисления центрального атома указывается римскими или арабскими цифрами с указанием заряда, если в этом есть необходимость.

4. Названия катионных и нейтральных лигандов не изменяются, а названия анионных лигандов оканчиваются на «-о».

5. Если лиганд связан с центральным атомом несколькими способами, то это различие отмечается с помощью символа элемента, через который осуществляется связь: –S, –N, –O, который ставится после названия лиганда. Если же название лиганда однозначно определяет место присоединения, то символ координируемого атома не указывается.

6. Названия нейтральных лигандов (кроме H₂O, NH₃, NO, NS, CO и CS) заключаются в круглые скобки, и перед скобкой, в случае необходимости, приводятся числовые префиксы.

7. В сложных группах, если внешние скобки обозначают весь комплекс, установлен следующий порядок старшинства скобок [{}()].

8. Лиганды NO, NS, CO и CS принято считать нейтральными, если в формуле отсутствует указание на их заряд.

9. Вода и аммиак считаются нейтральными лигандами и обозначаются соответственно как «аква» и «аммин».

10. Углеродородные радикалы рассматриваются как анионные лиганды, но сохраняют обычный суффикс «-ил».

11. Если органическое соединение, не являющееся кислотой, становится лигандом, потеряв атом водорода, его считают анионным лигандом, и в названии используется суффикс «-ато-».

Примеры классических комплексных соединений вполне достаточны для иллюстрации всех принципов построения их названий (табл. 9).

Таблица 9

Названия некоторых комплексных соединений

Формула	Название
[Cr(H ₂ O) ₆]Cl ₃	хлорид гексааквахрома (III)
[Co(NH ₃) ₆](SO ₄)Cl	хлорид-сульфат гексаамминокобальта (III)
[Fe(CO) ₄ (C≡CC ₆ H ₅) ₂]	бис(фенилэтинил)тетракарбонилжелезо
K[B(C ₆ H ₅) ₄]	тетрафенилборат (I ⁻) калия
[Pt(py) ₄][PtCl ₄]	тетрахлорплатинат (II) тетракис(пиридин) платины (2 ⁺)
[Ru(NH ₃) ₄ (HSO ₃) ₂]	бис(гидросульфито)тетраамминрутений

Глава 2

Органические соединения

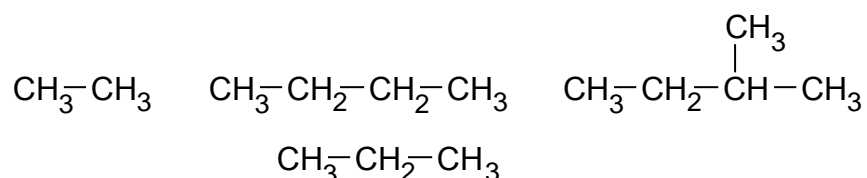
2.1. Классификация органических соединений

Органические соединения классифицируют по расположению углеродных атомов и по характерным структурным элементам, входящим в состав молекулы.

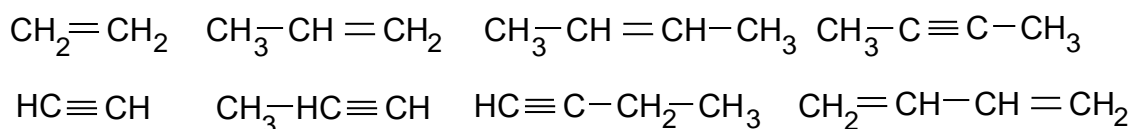
Структурными элементами являются различные заместители (функциональные группы), которые связаны с углеродными атомами в углеводороде, например, $-\text{OH}$, $-\text{Cl}$, $-\text{NH}_2$, или кратные связи.

В зависимости от расположения углеродных атомов в молекуле, органические соединения делятся на несколько групп.

I. Соединения с открытой цепью атомов углерода – ациклические или алифатические углеводороды. Они могут быть *предельными* (парафины или алканы):

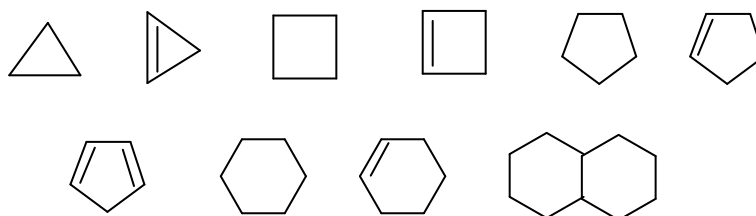


и *непредельными* – соединения ряда этилена (олефины или алкены) и ацетилена (алкины):

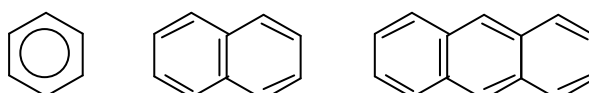


II. Карбоциклические соединения с циклами, состоящими только из атомов углерода:

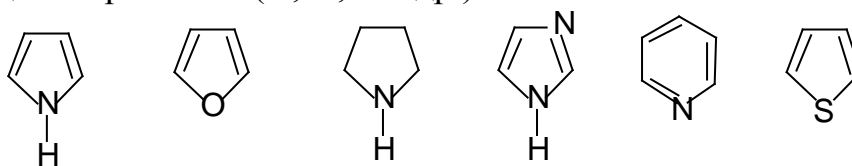
а) ациклические соединения – циклические углеводороды и их производные с разной величиной цикла и различным количеством циклов и двойных связей:



б) ароматические соединения (арены) и их производные:



III. Гетероциклические соединения с циклами, содержащими наряду с атомами углерода гетероатомы (O, N, S и др.):



В зависимости от того, какая функциональная группа введена в молекулу углеводорода вместо атома водорода, соединения делятся на классы (табл. 10).

Таблица 10

Классы органических соединений

Класс соединения	Функциональная группа
Галогенпроизводные	Hal (Cl, Br, F, J)
Спирты, фенолы	-OH
Альдегиды	-COH
Кетоны	>C=O
Простые эфиры	-OR
Сложные эфиры	-COOR
Карбоновые кислоты	-COOH
Тиоспирты	-SH
Сульфокислоты	-SO ₃ H
Амины	-NH ₂
Имины	=NH
Амиды	-CONH ₂
Нитрилы	-C≡N
Нитросоединения	-NO ₂
Гидразины	-NH-NH ₂

2.2. Номенклатура органических соединений

Для составления названий органических соединений используют три номенклатуры: рациональную, систематическую и тривиальную.

В начале развития органической химии соединения получали случайные названия по источнику получения (лимонная кислота, яблочная кислота) или по особо заметным свойствам (глицерин), либо по области применения (аскорбиновая кислота).

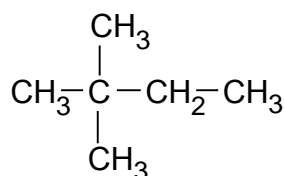
Эти названия и составляют тривиальную (историческую) номенклатуру. Многие названия применяются и в наши дни: мочевины, толуол, ксилит, индиго, уксусная кислота, валериановая кислота, гликоль, аланин и многие другие.

Употребление особенно укоренившихся названий разрешается правилами ИЮПАК.

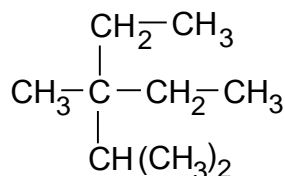
2.3. Рациональная номенклатура

В рациональной номенклатуре за основу принимается название простейшего члена гомологического ряда (родоначальника) конкретного класса углеводородов, а остальные члены гомологического ряда рассматриваются как его производные.

В предельных углеводородах за основу названия берется метан, у непредельных углеводородов – соответственно этилен или ацетилен, у спиртов – метиловый спирт и т. д.



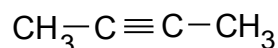
триметилэтилметан



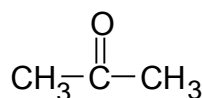
метилдиэтилизопропилметан



метилэтилен



диметилацетилен



диметилкетон (ацетон)

Первые четыре члена гомологического ряда предельных углеводородов (алканов) имеют тривиальные названия (метан, этан, пропан, бутан). Названия последующих гомологов производятся от греческих числительных с добавлением суффикса «-ан»: C_5H_{12} – пентан, C_6H_{14} – гексан, ..., C_9H_{20} – нонан, $\text{C}_{10}\text{H}_{22}$ – декан.

При отрыве от молекулы алкана одного или нескольких атомов водорода образуются углеводородные радикалы (алкилы), которые используют при составлении названий органических соединений (табл. 11).

Таблица 11

Наиболее часто встречающиеся углеводородные радикалы

Радикал	Название	Радикал	Название
CH_3-	метил	$\text{CH}_3-\text{C}(\text{CH}_3)_2\text{CH}_2-$	неопентил
$\text{CH}_2=$	метилен	$\text{CH}_3\text{CH}_2-\text{C}(\text{CH}_3)_2-$	<i>трет.</i> -пентил
$\text{CH}\equiv$	метин	$\text{CH}_2=\text{CH}-$	винил
C_2H_5-	этил	$\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-$	пропенил

Радикал	Название	Радикал	Название
$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-}$	н-пропил	$\text{CH}_2=\text{CH-CH}_2\text{-}$	аллил
$(\text{CH}_3)_2\text{CH-}$	изопропил	$\text{C}_6\text{H}_5\text{-}$	фенил
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{-}$	н-бутил	$\text{C}_6\text{H}_5\text{-CH}_2\text{-}$	бензил
$(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{-}$	изобутил	$\text{CH}_3\text{-C}_6\text{H}_4\text{-}$	толил
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)\text{-}$	<i>втор.</i> -бутил	$\text{C}_6\text{H}_5\text{-CH=CH-}$	стирил
$(\text{CH}_3)_3\text{C-}$	<i>трет.</i> -бутил	$\text{CH}_3\text{-CO-}$	ацетил
$\text{C}_5\text{H}_{11}\text{-}$	пентил	$\text{C}_6\text{H}_5\text{ CO-}$	бензоил
$\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_2\text{-}$	изопентил	$\text{CH}_3\text{-O-}$	метоксил

Согласно правилам ИЮПАК, префикс «изо-», обозначающий группу $(\text{CH}_3)_2\text{CH-}$, применяется только для алкилов C_4 и C_5 , префикс “*втор.-*” – только для *втор.*-бутила, а не для всех аналогичных углеводородных остатков. Префикс «нео» применим только для неопентана $\text{C}(\text{CH}_3)_4$ и его радикала. Следует помнить, что «*трет. -*» и «*втор. -*» пишутся курсивом, через дефис, в то время как «изо» и «нео» пишутся слитно.

2.4. Систематическая номенклатура

Основные правила составления названий органических соединений по систематической номенклатуре:

1. Определяем старшую функциональную группу, если она присутствует. В табл. 12 эти группы приведены в порядке убывания старшинства сверху вниз. Старшая функциональная группа отражается в названии суффиксом.

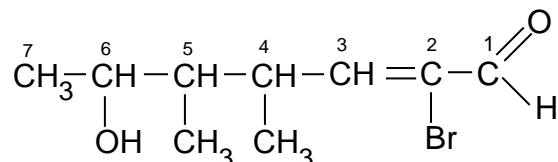
2. Определяем родоначальную структуру (главную углеродную цепь, главную циклическую структуру). Главная углеродная цепь – наиболее длинная цепь углеродных атомов: а) если строение таково, что можно выделить несколько цепей одинаковой величины, то выбирают ту, к которой примыкает максимальное число заместителей; б) если в цепи имеются кратные связи, то главная цепь должна содержать максимальное число кратных связей. При этом такая цепь не обязательно должна быть самой длинной.

3. Нумеруем атомы главной цепи так, чтобы старшая функциональная группа получила наименьший номер. Если это правило не позволяет выбрать однозначную нумерацию, то цепь (цикл) нумеруют так, чтобы заместители получили наименьшие номера.

4. Определяем название главной цепи и старшей функциональной группы, название которой вводится в виде суффикса, а остальные заместители – в виде префиксов и цифр, отражающих их положение в главной цепи. Цифры ставят перед префиксом и после суффиксов. Одинаковые заместители объединяют путем добавления приставок: «ди-», «три-», «тетра-» (табл. 2).

Если имеется несколько заместителей, то перечисление префиксов производится либо в алфавитном порядке, либо в соответствии с табл. 12, начиная со старшей группы.

Название соединения по систематической номенклатуре:



2-бром-6-гидрокси-4,5-диметилгептен-2-альфв алфавитном порядке
6-гидрокси-2-бром-4,5-диметилгептен-2-альфпо старшинству групп)

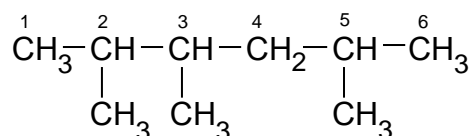
Таблица 12

Важнейшие классы соединений, расположенные в порядке убывания старшинства групп

Класс	Функциональная группа	Префикс	Суффикс
Карбоновые кислоты	-COOH	-	-овая кислота
Альдегиды	-CHO	оксо-	-аль
Кетоны	>C=O	оксо-	-он
Спирты	-OH	гидрокси-(окси-)	-ол
Тиолы	-SH	меркапто-	-тиол
Амины	-NH ₂	амино-	-амин
Нитросоединения	-NO ₂	нитро-	-
Простые эфиры	-OR	алкокси-	-
Алкены	>C=C<	-	-ен
Алкины	-C≡C-	-	-ин

2.4.1. Алканы (парафины)

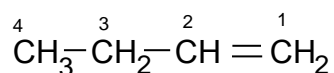
При составлении названия алканов по систематической номенклатуре:
а) выбирают наиболее длинную цепь углеродных атомов, название которой составляет основу (корень); б) разветвления (боковые цепи) называют в качестве заместителей (групп, радикалов), при этом углеродные атомы нумеруют по правилам, изложенным выше (наличие нескольких одинаковых заместителей обозначается соответственно греческими числительными: ди-, три-, тетра-, пента- и т. д.):



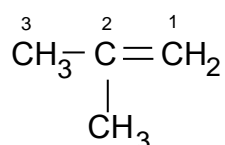
2,3,5-триметилгексан

2.4.2. Алкены (олефины)

Названия алкенов образуются от названий соответствующих алканов, заменяя суффикс «-ан» на «-ен». Суффикс «-ен» обозначает присутствие двойной связи в цепи углеродных атомов. Для образования названия алкена выбирают самую длинную цепь, в которой находится двойная связь, и углеродные атомы нумеруют таким образом, чтобы двойная связь получила наименьшую цифру. Эту цифру принято ставить после суффикса «-ен» (допускается и перед названием главной цепи):



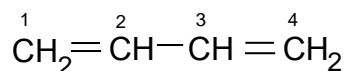
бутен-1



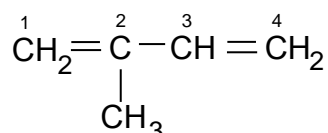
2-метилпропен-1 (также называют "изобутилен

2.4.3. Алкадиены (диены и полиены)

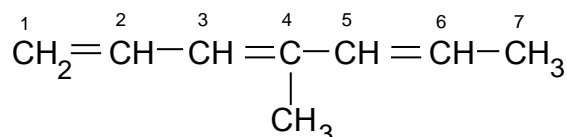
Углеводороды с открытой цепью углеродных атомов, содержащие две двойные связи, называют алкадиенами, а содержащие большее количество двойных связей – полиенами.



бутадиен-1,3 (традиционное название "дивинил")



2-метилбутадиен-1,3 (традиционное название "изопрен

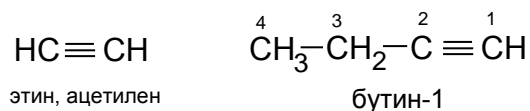


4-метилгептадиен-1,3,5

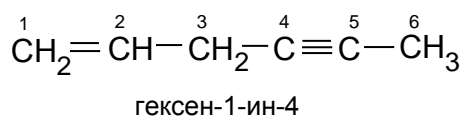
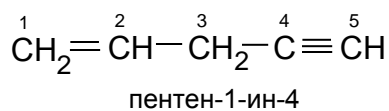
2.4.4. Алкины (ацетилены)

Названия алкинов образуют, заменяя в названиях алканов суффикс «-ан» на «-ин».

Для первого представителя ряда алкинов C_2H_2 сохраняется тривиальное название – ацетилен.

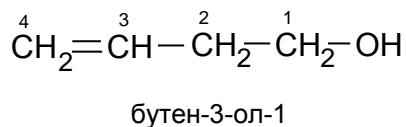
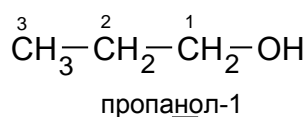


Если углеводороды содержат одновременно двойные и тройные связи, то двойная связь имеет преимущество перед тройной при нумерации:

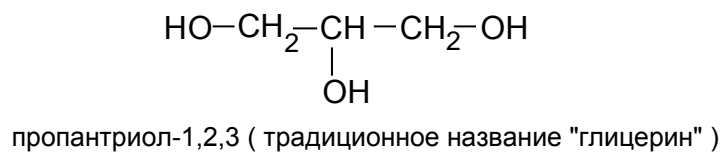
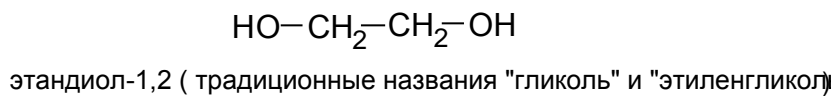
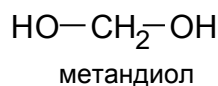


2.4.5. Спирты

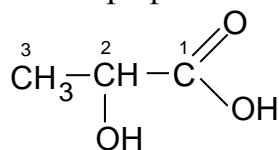
Названия спиртов образуют из названий соответствующих углеводородов с прибавлением суффикса -ол. Нумерацию углеродных атомов начинают с того конца цепи, к которому ближе гидроксильная группа:



Если углеводород содержит несколько гидроксильных групп, то их количество обозначают приставками ди-, три- и т. д.:



Если в молекуле имеются более старшие группы ($>C=O$, $-COOH$), то гидроксильную группу обозначают префиксом гидрокси- (или окси-):

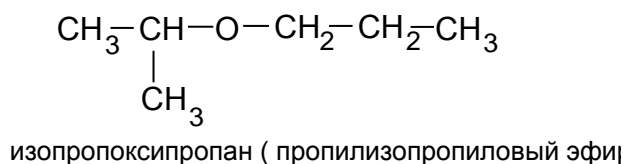
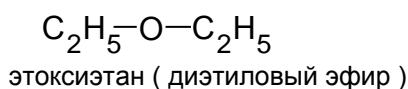
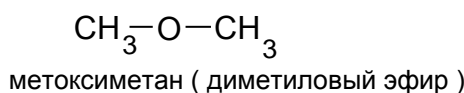


2-гидроксипропановая кислота

2.4.6. Простые эфиры

Эфиры называют как производные углеводородов, рассматривая алкокси-группу OR как заместитель, причем в основе названия лежит наиболее длинная углеродная цепь.

Также в несложных случаях образуют названия простых эфиров, называя оба заместителя у кислородного атома и присоединяя слово эфир:



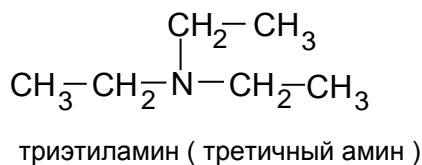
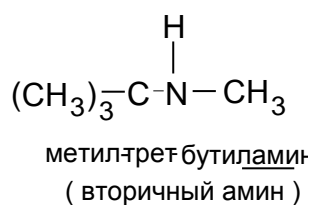
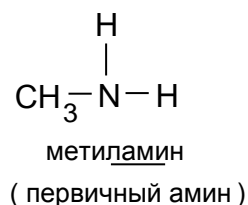
2.4.7. Амины

Амины можно рассматривать как производные аммиака, в котором один или несколько атомов водорода замещены на органические радикалы.

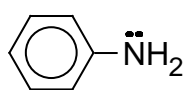
В зависимости от числа групп, связанных с атомом азота, различают первичные, вторичные и третичные амины. Амин, в котором только один из водородных атомов аммиака замещен на органический радикал, называется первичным, два атома – вторичным и все три атома – третичным амином.

Еще одним соединением в этом ряду являются четвертичные соли аммония ($R_4N^+X^-$).

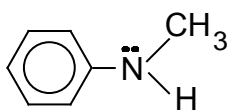
Названия алкиламинов образуются от названия алкильных групп, связанных с атомом азота, с добавлением слова «-амин», при этом наименование пишут в одно слово. Заместители перечисляют в порядке возрастания сложности.



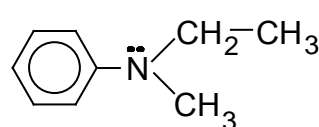
Аналогичным образом называют ариламины, хотя чаще их рассматривают как производные анилина.



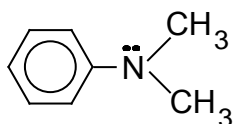
анилин



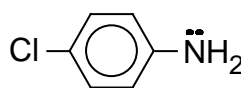
N-метиланилин



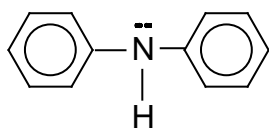
N-метил-N-этиланилин



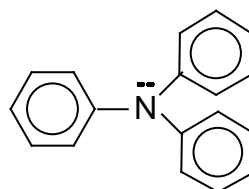
N,N-диметиланилин



пара-хлоранилин

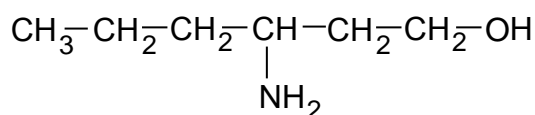
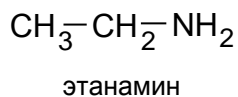
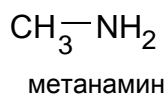


дифениламин



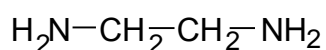
трифениламин

Названия аминов также можно образовывать, рассматривая их как производные аммиака. В этом случае первичные амины называют, добавляя окончания «-амин» к названию наиболее длинной цепи или добавлением префикса «амино-».

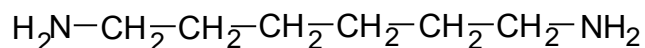


3-амино-гексанол-1

Названия диаминов образуют из названия углеводородного двухвалентного остатка (рекомендуется также простое название углеводорода) и суффикса «-диамин-».

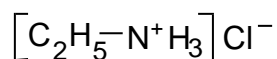


этилендиамин
(этандиамин)

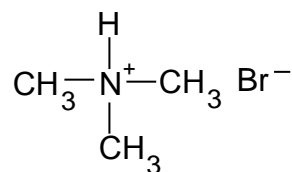


гександиамин-1,6
(гексаметилендиамин)

Названия солей аммония образуют строго по названию самого амина с добавлением суффикса «-оний»- или «-иний-» и названия аниона. Например:



хлорид этиламмония



бромид триметиламмония

2.4.8. Альдегиды

Названия альдегидов образуют из названий соответствующих углеводородов с добавлением суффикса «-аль». Если в молекуле альдегида имеются более старшие группы (см. табл. 12), то альдегидную группу обозначают префиксом «оксо-».

Номенклатура ИЮПАК допускает для многих альдегидов тривиальные названия, которые произведены из названий карбоновых кислот и содержат слово альдегид (табл. 13).

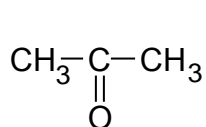
Таблица 13

Структурная формула	Название по номенклатуре ИЮПАК	Традиционное название
	метаналь	формальдегид, муравьиный альдегид
	этаналь	ацетальдегид, уксусный альдегид
	пропаналь	пропионовый альдегид
	бутаналь	бутиральдегид, масляный альдегид
	пентаналь	валериановый альдегид
	пропеналь	акролеин
	бутен-2-аль	кротоновый альдегид
	пропиналь	пропаргиловый альдегид

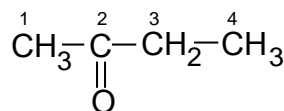
2.4.9. Кетоны

Кетонную группу обозначают суффиксом «-он», если это старшая группа, или префиксом «оксо-», если в молекуле имеются более старшие заместители (см. табл. 12).

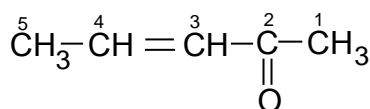
Некоторые кетоны сохраняют тривиальные названия (ацетон).



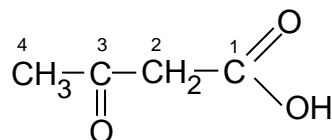
пропанон, ацетон



бутанон-2



пентен-3-он-2



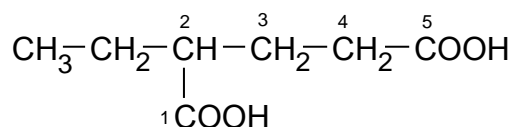
3-оксо-бутановая кислота

2.4.10. Карбоновые кислоты

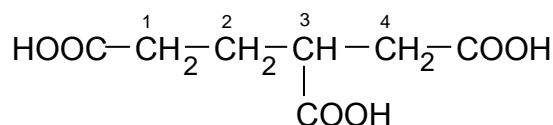
Систематические названия карбоновых кислот могут быть образованы двумя путями:

1. Добавлением к названию алкана, алкена, алкина и др. окончания «-овая кислота». В этом случае углеродный атом группы COOH рассматривается как составная часть главной углеродной цепи.

2. Обозначением группы COOH окончанием «-карбоновая кислота». В этом случае окончание «-карбоновая кислота» означает замену одного атома H на группу COOH, т. е. увеличение атомов углерода в молекуле.



2-этилпентандиовая кислота



бутантрикарбоновая-1,3,4 кислота

Многие карбоновые, гидрокси- и аминокарбоновые кислоты сохраняют тривиальные названия (табл. 14, 15, 17).

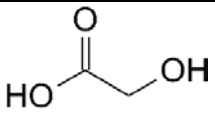
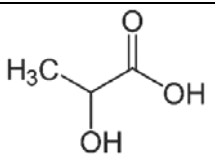
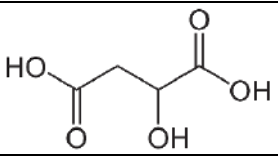
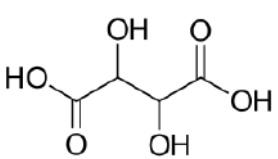
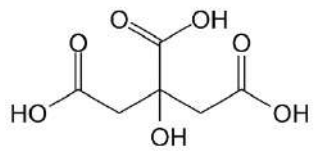
Таблица 14

Традиционные названия карбоновых кислот

Формула	Традиционное название
HCOOH	муравьиная кислота
CH_3COOH	уксусная кислота
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$	пропионовая кислота
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{COOH}$	масляная кислота
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{COOH}$	валериановая кислота
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{COOH}$	капроновая кислота
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$	пальмитиновая кислота
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$	стеариновая кислота
$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{COOH}$	акриловая кислота
$\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)-\text{COOH}$	метакриловая кислота
$\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCOOH}$	кротоновая кислота
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	олеиновая кислота
$\text{HOOC}-\text{COOH}$	щавелевая кислота
$\text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{COOH}$	малоновая кислота
$\text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{COOH}$	янтарная кислота

Таблица 15

Традиционные названия гидроксикарбоновых кислот

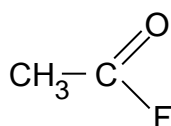
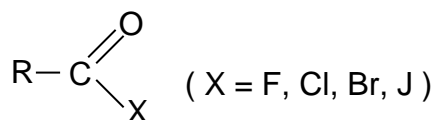
Формула	Традиционное название
	гликолевая кислота
	молочная кислота
	яблочная кислота
	винная кислота
	лимонная кислота

2.4.11. Производные карбоновых кислот

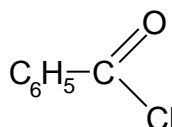
Номенклатура этих соединений основана на названиях соответствующих карбоновых кислот или ацильных групп, к которым присоединено обозначение соответствующего функционального производного.

2.4.11.1. Ацилгалогениды (галогенангидриды карбоновых кислот)

В случае ацилгалогенидов следует отбросить окончание «-овая кислота» и добавить окончание «-илгалогенид».



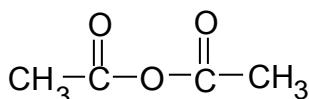
ацетилфторид



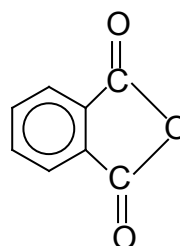
бензоилхлорид (хлорангидрид,
бензойной кислоты)

2.4.11.2. Ангидриды карбоновых кислот

Их называют также как соответствующие кислоты, заменяя слово «кислота» на «ангидрид».



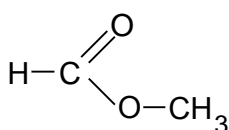
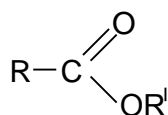
ангидрид уксусной кислоты,
ацетангидрид, уксусный ангидрид
(номенклатура ИЮПАК)



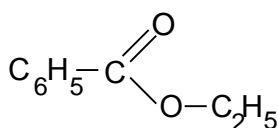
ангидрид фталевой кислоты
фталевый ангидрид
(номенклатура ИЮПАК)

2.4.11.3. Сложные эфиры карбоновых кислот

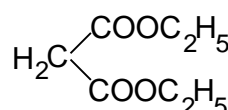
Сложные эфиры называют, заменяя окончание «-овая кислота» на суффикс «-ат-».



метильный эфир
муравьиной кислоты,
метилформиат



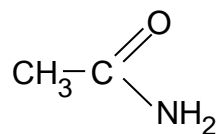
этиловый эфир
бензойной кислоты,
этилбензоат



диэтиловый эфир
малоновой кислоты,
диэтилмалонат

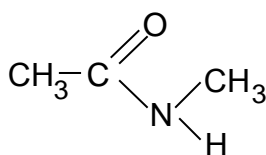
2.4.11.4. Амиды карбоновых кислот

Названия амидов по номенклатуре ИЮПАК образуют, заменяя окончание «-овая кислота» на «-амид».

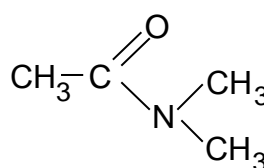


ацетамид

Амиды с одним заместителем у атома азота называют N-замещенными амидами, а амиды с двумя заместителями – N, N-дизамещенными амидами.



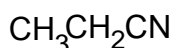
N- метилацетамид
(N-метиламид уксусной кислоты)



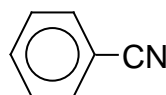
N,N -диметилацетамид

2.4.11.5. Нитрилы (цианиды)

Нитрилы или цианиды (R–CN) также можно рассматривать как производные карбоновых кислот. Если соединение называется нитрилом, т. е. производным карбоновой кислоты, то первый номер будет иметь атом углерода цианогруппы –CN, а название нитрила будет определяться общим числом атомов углерода в скелете, включая C₁. Используется также обозначение цианогруппы префиксом «циано-».



пропанонитрил (ИЮПАК),
ацетонитрил, цианоэтан

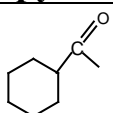
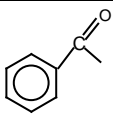
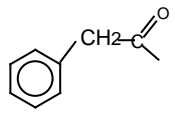


бензолкарбонитрил (ИЮПАК)
бензонитрил (тривиальное название)

Таблица 16

Названия наиболее часто встречающихся ацильных групп

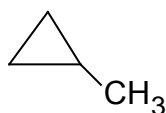
Группа	Название
H-C(O)-	формил
CH ₃ -C(O)-	ацетил
CH ₃ CH ₂ -C(O)-	пропионил
CH ₃ (CH ₂) ₂ -C(O)-	бутирил
CH ₃ CH ₂ (CH ₂)-C(O)-	изобутирил
CH ₃ (CH ₂) ₃ -C(O)-	валерил

Группа	Название
	циклогексанкарбонил
$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{C}(\text{O})-$	акрилоил
	бензоил
	фенилацетил

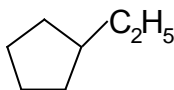
2.4.12. Карбоциклические соединения

2.4.12.1. Циклоалканы, циклоалкены

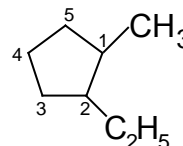
Номенклатура циклоалканов (циклоалкенов) и их производных очень сходна с номенклатурой неразветвленных алканов (алкенов), отличаясь лишь префиксом «цикло-»; все заместители, присоединяемые к циклу, называются как таковые, а нумерация осуществляется в соответствии с правилами, изложенными выше.



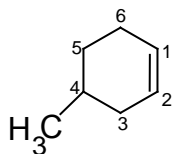
метилциклопропан



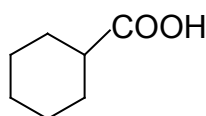
этилциклопентан



1-метил-2-этилциклопентан



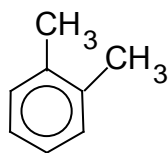
4-метилциклогексен



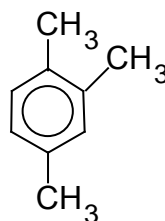
циклогексанкарбоновая кислота

2.4.12.2. Ароматические углеводороды (арены)

Ароматические углеводороды с одним ароматическим ядром рассматривают как производные бензола. При нескольких заместителях отсчет начинают от простейшего. Если есть несколько одинаковых заместителей, нумерацию начинают от одной из повторяющихся групп так, чтобы остальные группы получили как можно меньшие номера.



1,2-диметилбензол



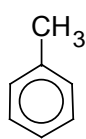
1,2,4-триметилбензо

Если заместителей только два, можно использовать буквенные обозначения: (орто-) о-, (мета-) м-, (пара-) п-, соответствующие положениям 1,2; 1,3; 1,4.

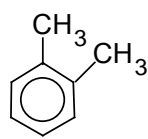
Правилами ИЮПАК допускается употребление тривиальных названий для семи родоначальных углеводородов.



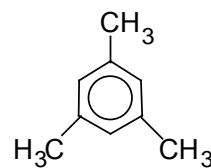
бензол



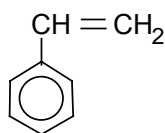
толуол



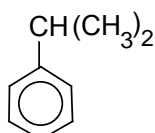
о-ксилол



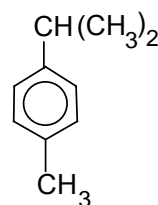
мезитилен



стирол

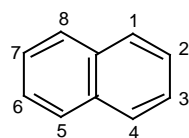


кумол

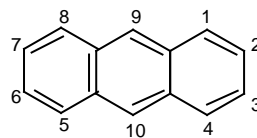


п-цимол

В ароматических углеводородах, содержащих два или несколько бензольных ядер, нумерация положения заместителей производится следующим образом:



нафталин



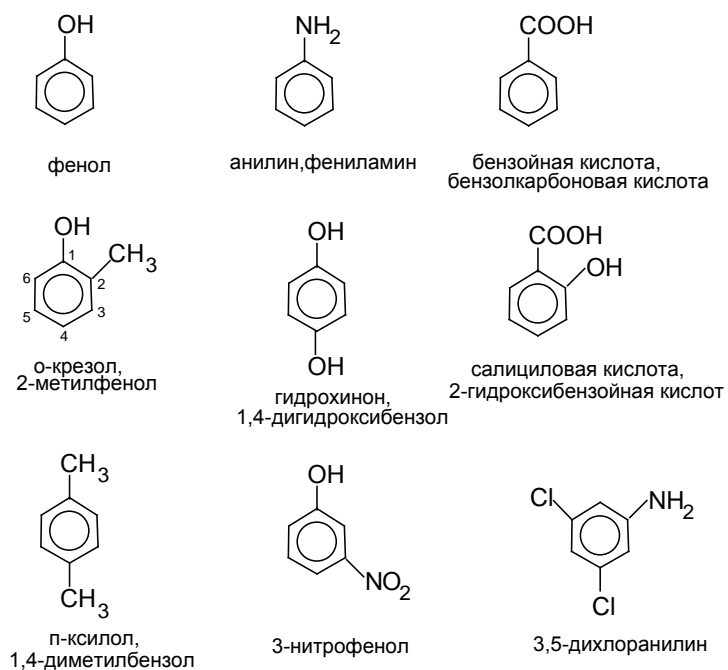
антрацен

2.4.12.3. Производные бензола

Названия монозамещенных бензолов образуют, комбинируя наименования замещающей группы со словом «бензол».

Дизамещенные бензолы можно называть, последовательно нумеруя углеродные атомы кольца, начиная с одного из них, несущего заместитель. Положение каждого заместителя указывают цифрой.

Для многих производных бензола правилами ИЮПАК допускается употребление тривиальных названий в качестве корневых.

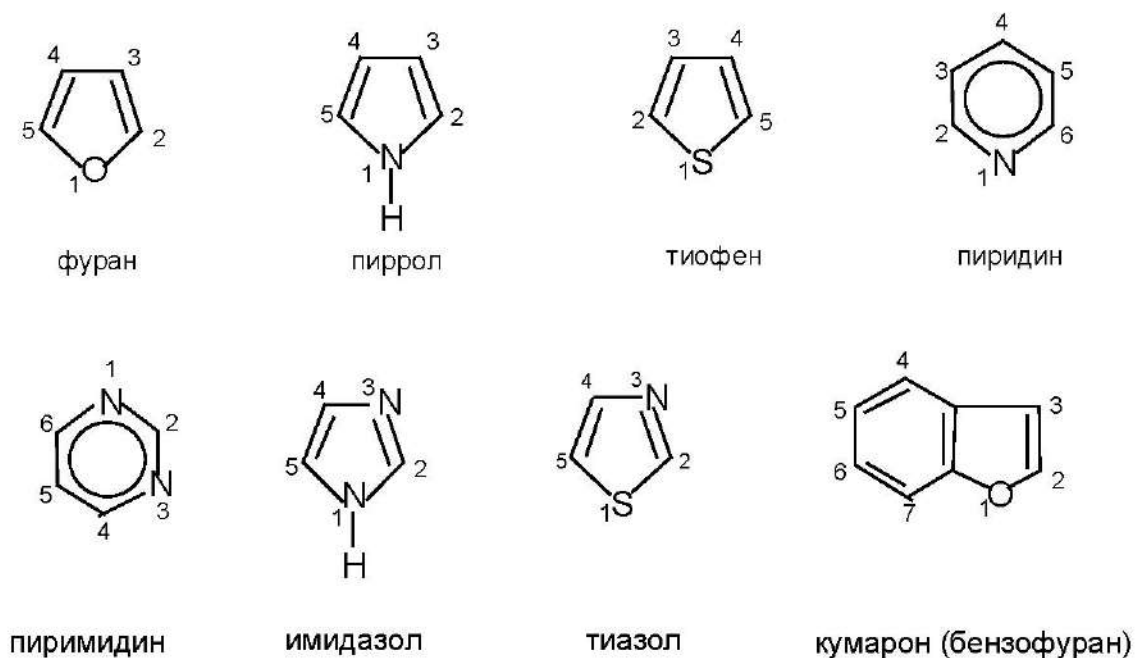


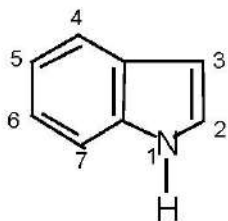
2.4.13. Гетероциклические соединения

Для гетероциклических соединений допускается применение различных номенклатур.

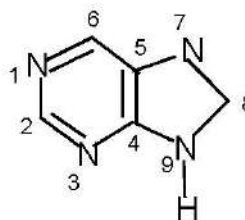
Нумерацию в цикле начинают с гетероатома. Старшинство гетероатомов определяется порядком: O, S, N.

Ниже приведены тривиальные названия гетероциклических систем.

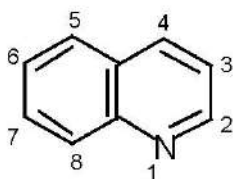




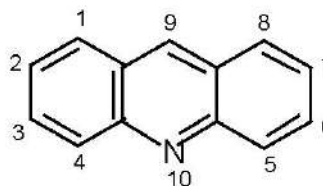
индол (бензопиррол)



пурин

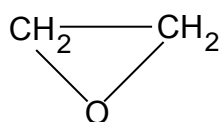


хинолин

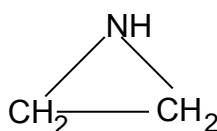


акридин

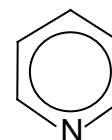
По номенклатуре ИЮПАК названия гетероциклов производят, связывая названия приставок, обозначающих природу гетероатома [окса- (O), тио- (S), аза- (N)], с корнем, обозначающим размер цикла [-ир- (3), -ет- (4), -он- (5), -ин- (6)], и суффиксами, показывающими различие между предельными и непредельными гетероциклами: для предельных неазотистых «-ан», предельных азотистых «-идин», а для непредельных трехчленных циклов «-ин» (с азотом) или «-ен» (без азота). Например:



оксаиран, оксиран
(оксид этилена)

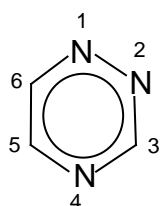


азиридин



азаин, азин
(пиридин)

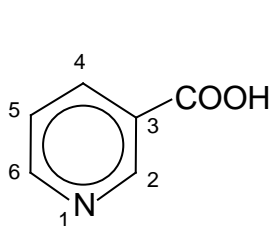
Если в кольце встречаются одни и те же гетероатомы, нумерацию выбирают так, чтобы они получили наименьшие номера:



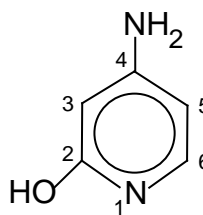
1, 2, 4 - триазин

Названия функциональных производных гетероциклов строятся по правилам построения названий производных бензола – название заместителя вы-

носится в префикс или суффикс с указанием его положения в цикле цифрой, при этом сохраняется гетероциклическая нумерация. Здесь используются и тривиальные названия, т. к. многие производные гетероциклов являются часто встречающимися природными соединениями.



пиридинкарбоновая-3-кислота,
никотиновая кислота



2-гидрокси-4-аминопиридин-
цитозин

2.5. Отдельные положения номенклатуры органических соединений

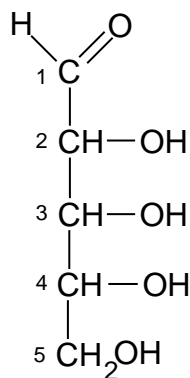
2.5.1. Номенклатура некоторых природных соединений

Область химии природных соединений огромна и включает в себя все соединения, извлекаемые из растений, животных и организмов. Обычно природному соединению дается тривиальное название, связанное с источником его происхождения. Так всегда поступали химики, так рекомендуют правила ИЮПАК и сейчас. Использовать систематическую номенклатуру для природных соединений слишком громоздко, но т. к. их слишком много, то все-таки необходима какая-либо систематика.

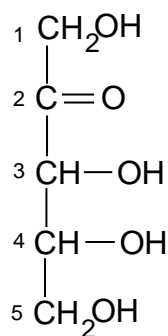
К настоящему моменту можно считать укоренившейся полусистематическую номенклатуру, которая использует как характерные суффиксы и префиксы, так и родоначальные структуры.

2.5.1.1. Углеводы

Для моносахаров приняты тривиальные названия родоначальных структур, общим для которых является суффикс «-оза» (глюкоза, фруктоза, рибоза и т. д.). Имеющие альдегидную функцию вносятся в группу «-альдоз», имеющие кетонную функцию составляют группу «-кетоз», и суффикс в последнем случае становится «-улоза».

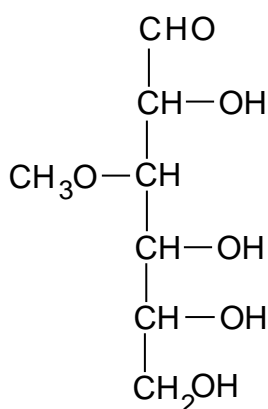


рибоза

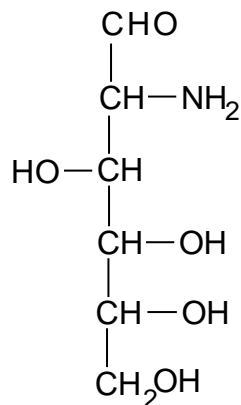


рибулоза

Нумерация атомов углеродной цепи начинается со стороны карбонильной группы. Замещение водорода в гидроксильной группе обозначают обычным образом с указанием номера атома кислорода, при котором находится заместитель. Замещение гидроксильной функции описывается цифровым локантом и префиксом «дезоксиглюкоза».

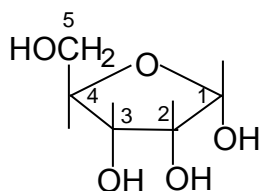


3-О-метилглюкоза

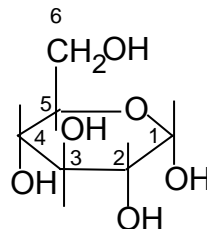


2-амино-2-дезоксиглюкоза

В тех случаях, когда необходимо назвать циклическую форму моносахаридов, используют суффиксы «-фураноза-» для пятичленных циклов и «-пираноза-» для шестичленных. Эти суффиксы соответствуют названиям соответствующих кислородных гетероциклов (фуран, пиран).



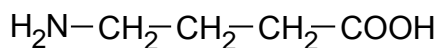
Рибофураноза



Глюкопираноза

2.5.1.2. Аминокислоты

В общем случае аминокислоты можно называть как соответствующие аминозамещенные карбоновые кислоты (аминоуксусная кислота, 2-аминопропановая кислота и т. д.). Но для двадцати основных природных α-аминокислот приняты тривиальные названия (табл. 17), которые для краткости (в тех случаях, когда описывается строение полипептидов и белков) обозначают трехбуквенной латинской аббревиатурой. Нередко при описании строения аминокислот положение аминогруппы обозначают греческими буквами α-, β-, γ- и т. д.



4-аминобутановая кислота, 4-аминомасляная кислота
γ-аминомасляная кислота

Таблица 17

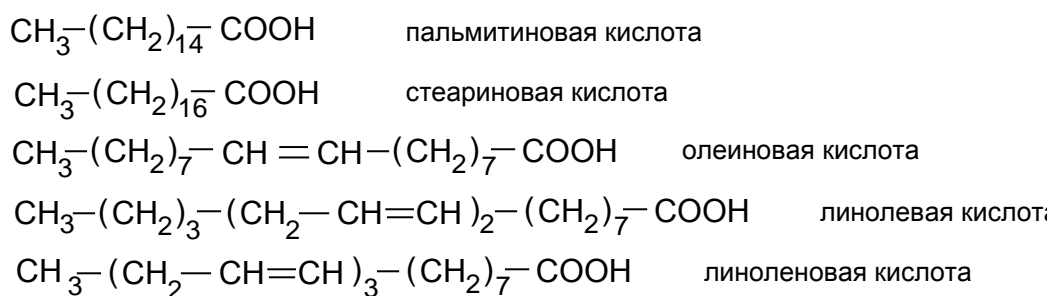
Тривиальные названия и соответствующие сокращения основных природных α-аминокислот

№	Название	Формула	Сокращение
1	Глицин	$\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{C}\begin{matrix} \text{O} \\ \parallel \\ \text{OH} \end{matrix}$	Gly
2	Аланин	$\text{H}_3\text{C}-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}-\text{C}\begin{matrix} \text{O} \\ \parallel \\ \text{OH} \end{matrix}$	Ala
3	Валин	$\text{H}_3\text{C}-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}-\text{C}\begin{matrix} \text{O} \\ \parallel \\ \text{OH} \end{matrix}$	Val
4	Лейцин	$\text{H}_3\text{C}-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CH}_2-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}-\text{C}\begin{matrix} \text{O} \\ \parallel \\ \text{OH} \end{matrix}$	Leu
5	Изолейцин	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}-\text{C}\begin{matrix} \text{O} \\ \parallel \\ \text{OH} \end{matrix}$	Ile
6	Фенилаланин	$\text{HO}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}-\text{CH}_2-\text{C}_6\text{H}_5$	Phe
7	Тирозин	$\text{HO}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}-\text{CH}_2-\text{C}_6\text{H}_4-\text{OH}$	Tyr
8	Серин	$\text{HO}-\text{CH}_2-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}-\text{C}\begin{matrix} \text{O} \\ \parallel \\ \text{OH} \end{matrix}$	Ser
9	Треонин	$\text{H}_3\text{C}-\underset{\text{OH}}{\text{CH}}-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}-\text{C}\begin{matrix} \text{O} \\ \parallel \\ \text{OH} \end{matrix}$	Thr
10	Цистеин	$\text{HS}-\text{CH}_2-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}-\text{C}\begin{matrix} \text{O} \\ \parallel \\ \text{OH} \end{matrix}$	Cys
11	Метионин	$\text{H}_3\text{C}-\text{S}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}-\text{C}\begin{matrix} \text{O} \\ \parallel \\ \text{OH} \end{matrix}$	Met

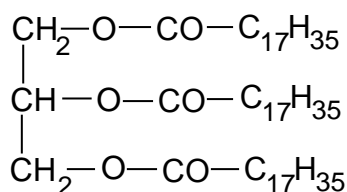
№	Название	Формула	Сокращение
12	Аспарагиновая кислота		Asp
3	Аспарагин		Asn
14	Глутаминовая кислота		Glu
15	Глутамин		Gln
16	Пролин		Pro
17	Гистидин		His
18	Триптофан		Trp
19	Лизин		Lys
20	Аргинин		Arg

2.5.1.3. Жиры и жирные кислоты

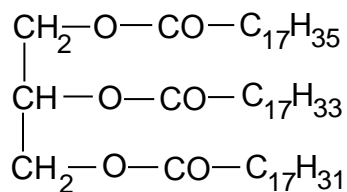
Карбоновые кислоты, входящие в состав жиров, выделяют в группу жирных кислот, каждая из которых имеет свое тривиальное название:



Названия жиров, представляющих собой сложные эфиры жирных кислот и глицерина, образуют, добавляя к родоначальному названию «глицерин» названия кислотных групп в виде префикса.



тристеарат глицерина



1-стеарат-2-олеат-3-линолеат глицери

В завершение необходимо отметить еще одно негласное правило химической номенклатуры: название вещества составлено правильно, если по нему однозначно воспроизводится его структура.

Приложение

NaOH – Едкий натр, каустик, каустическая сода
KOH – Едкий калий
NaCl – Каменная (поваренная соль)
Na₂SO₄ * 10 H₂O – Глауберова соль (мирабилит)
NaNO₃ – Чилийская селитра, натриевая селитра
NaHCO₃ – Питиевая (пищевая) сода
Na₂CO₃ * 10 H₂O – Кристаллическая сода
Na₂CO₃ – Кальцинированная сода
K₂CO₃ – Поташ
K₃AlF₆, Na₃AlF₆ – Криолит
KNO₃ – Индийская (калийная) селитра
KClO₃ – Бертолетова соль
K₂Cr₂O₇ – Хромпик
CaO – Негашенная известь
Ca(OH)₂ – Гашеная известь, белильная известь
CaCO₃ – Мел, мрамор, известняк, кальцит
CaSO₄*2 H₂O – Гипс
Ca₃(PO₄)₂ – Фосфорит
Ca(H₂PO₄)₂ – Двойной суперфосфат
Ca(H₂PO₄)₂ + 2 CaSO₄ – Суперфосфат
CaCO₃* MgCO₃ – Доломит
Ca(NO₃)₂ – Норвежская (кальциевая) селитра
Ca(ClO)₂ + CaCl₂ – Хлорная известь
BaSO₄ – Барит
Al₂O₃ – Корунд, кремнезем, боксит
Амальгама – Жидкие сплавы ртути с металлами
Fe₂O₃*3H₂O – Бурый железняк
Fe₂O₃ – Красный железняк
Fe₃O₄ – Железная окалина, Сурик железный
FeS₂ – Пирит, железный колчедан
K₃[Fe(CN)₆] – Красная кровяная соль
K₄[Fe(CN)₆] – Желтая кровяная соль
Fe₃[Fe(CN)₆]₂ – Турнбулева синь
Fe₄[Fe(CN)₆]₃ – Берлинская лазурь
MnO₂ – Пиролюзит
K₂Cr₂O₇ + H₂SO₄ – Хромовая смесь
(CuOH)₂*CO₃ – Малахит
CuS – Медный блеск
ZnS – Цинковая обманка
ZnCO₃ – Цинковый шпат
Cl₂ + H₂O = HClO + HCl – Хлорная вода (раствор хлора в воде)

HgCl_2 – Сулема
 NH_4Cl (р) – Нашатырь
 $\text{Ca}(\text{ClO})_2 + \text{CaCl}_2$ – Белильная известь
 $\text{CO} + \text{H}_2$ – Водяной газ, синтез-газ
 HF – Плавиковая кислота
 N_2O – Веселящий газ
 NO_2 – Лисий хвост, бурый газ
 NH_4NO_3 – Аммиачная селитра
 $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ – Мочевина, карбамид
 NH_4OH – Аммиачная вода
 $1 \text{HNO}_3 + 3 \text{HCl}$ – Царская водка
 SO_2 – Сернистый ангидрид
 SO_3 – Серный ангидрид
 $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7$ – Олеум
 COCl_2 – Фосген
 CO – Угарный газ
 CO_2 – Углекислый газ, сухой лед (тв)
 SiC – Карборунд
 SiH_4 – Силан
 SiO_2 – Кремнезем, песок, ангидрид кремниевой кислоты
 $\text{Na}_2\text{SiO}_2, \text{K}_2\text{SiO}_2$ – Жидкое стекло
 $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{CaO} \cdot 6\text{SiO}_2$ – Стекло (оконное)
 PH_3 – Фосфин
 $\text{Na}_3[\text{AlF}_6]$ – Криолит
 $2\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ – Алебастр
 As_2S_3 – Аурупигмент
 CH_4 – Болотный газ
 $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ – Бура
 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ – Гипосульфит
 PbO – Глет свинцовый
 Al_2O_3 – Глинозем
 $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ – Горькая соль
 CdS – Желтый кадмий
 MgO – Жженая магнезия
 Hg_2Cl_2 – Каломель
 $\text{M}''\text{M}''(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ – Квасцы
 HgS – Киноварь
 H_2SO_4 – Купоросное масло (аккумуляторная кислота)
 $\text{M}''\text{SO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (Fe, Co, Ni, Zn, Mn – Купоросы)
 AgNO_3 – Ляпис
 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ – Нашатырный спирт
 H_2O_2 – Пергидроль
 $(\text{Na}_2\text{S})_x$ – Серная печень
 SO_3 – Серный ангидрид

SO_2 – Сернистый газ
 S – Серный цвет
 Sn (фольга) – Станиоль
 SnS_2, Au – Сусальное золото
 Pb_3O_4 – Сурик свинцовый
 $\text{Ca}(\text{OCl})\text{Cl}$ – Хлорная известь
 Cr_2O_3 – Хромовая зелень

Литература

1. Бенкс Дж. Названия органических соединений. – М.: Химия, 1980. – 346 с.
2. Кан Р., Дермер О. Введение в химическую номенклатуру. – М.: Химия, 1983. – 176 с.
3. Лидин Р.А., Молочко В.А. Химия для абитуриентов. – М.: Химия, 1994. – 112 с.
4. Робертс Дж., Касерио М. Основы органической химии. – М.: Мир, 1978. – 554 с.

Оглавление

Предисловие	3
Глава 1. Неорганические соединения	4
1.1. Общие правила номенклатуры неорганических соединений.....	4
1.2. Оксиды.....	5
1.3. Основания.....	7
1.4. Кислоты.....	7
1.5. Соли.....	10
1.5.1. Средние соли.....	11
1.5.2. Кислые и основные соли.....	11
1.5.3. Двойные и смешанные соли.....	11
1.6. Бинарные и псевдобинарные соединения.....	12
1.6.1. Бинарные соединения.....	12
1.6.2. Псевдобинарные соединения.....	13
1.7. Комплексные соединения.....	13
Глава 2. Органические соединения	15
2.1. Классификация органических соединений.....	15
2.2. Номенклатура органических соединений.....	16
2.3. Рациональная номенклатура.....	17
2.4. Систематическая номенклатура.....	18
2.4.1. Алканы (парафины)	19
2.4.2. Алкены (олефины)	20
2.4.3. Алкадиены (диены и полиены)	20
2.4.4. Алкины (ацетилены)	20
2.4.5. Спирты.....	21
2.4.6. Простые эфиры.....	22
2.4.7. Амины.....	22
2.4.8. Альдегиды.....	24
2.4.9. Кетоны.....	25
2.4.10. Карбоновые кислоты.....	25
2.4.11. Производные карбоновых кислот.....	27
2.4.11.1. Ацилгалогениды (галогенангидриды карбоновых кислот)...	27
2.4.11.2. Ангидриды карбоновых кислот.....	27
2.4.11.3. Сложные эфиры карбоновых кислот.....	27
2.4.11.4. Амиды карбоновых кислот.....	28
2.4.11.5. Нитрилы (цианиды).....	28
2.4.12. Карбоциклические соединения.....	29
2.4.12.1. Циклоалканы, циклоалкены.....	29

2.4.12.2. Ароматические углеводороды (арены).....	29
2.4.12.3. Производные бензола.....	30
2.4.13. Гетероциклические соединения.....	31
2.5. Разные положения номенклатуры органических соединений....	33
2.5.1. Некоторые моменты номенклатуры природных органических соединений.....	33
2.5.1.1. Углеводы.....	33
2.5.1.2. Аминокислоты.....	34
2.5.1.3. Жиры и жирные кислоты.....	36
Приложение.....	38
Литература.....	41

*Электронное учебное издание
сетевого распространения*

Никитина Лилия Евгеньевна
Массарова Екатерина Олеговна
Залялетдинова Гульназ Газинуровна

ВВЕДЕНИЕ В НОМЕНКЛАТУРУ ХИМИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

Учебное пособие

Подписано к использованию 25.11.2021.
Формат 60×84 1/16. Гарнитура «Times New Roman». Усл. печ. л. 2,55
Заказ 159/11

Издательство Казанского университета

420008, г. Казань, ул. Профессора Нухина, 1/37
тел. (843) 233-73-59, 233-73-28