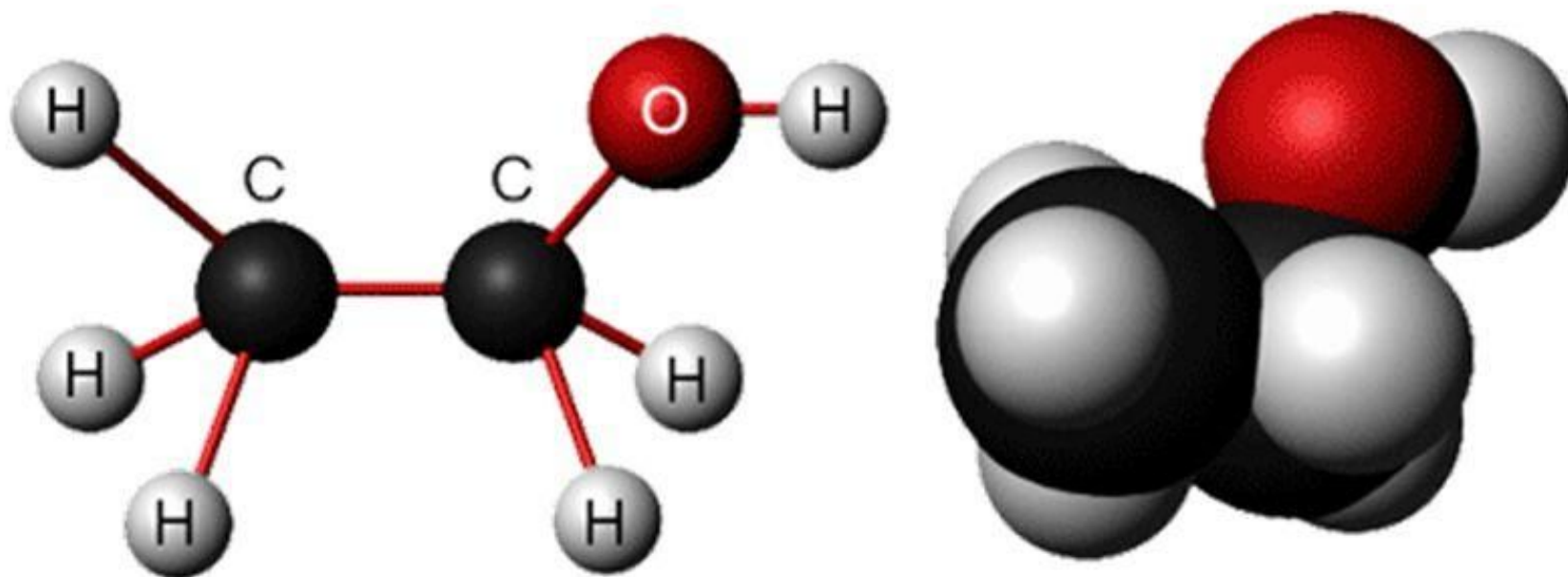


# Спирты



Модель молекулы ЭТАНОЛА  $C_2H_5OH$

## План лекции

1. Общая характеристика спиртов.  
Классификация спиртов.
2. Гомологический ряд предельных одноатомных спиртов. Изомерия. Номенклатура.
3. Физические свойства
4. Химические свойства спиртов
5. Получение предельных одноатомных спиртов

Химическая формула	Сокращенная структурная формула	Название
$\text{CH}_2\text{OH}$	$\text{CH}_3-\text{OH}$	Метанол, или метиловый спирт
$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{OH}$	Этанол, или этиловый спирт
$\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$	$\overset{3}{\text{CH}_3}-\overset{2}{\text{CH}_2}-\overset{1}{\text{CH}_2}-\text{OH}$	1-Пропанол, или пропиловый спирт
$\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$	$\overset{1}{\text{CH}_3}-\overset{2}{\text{CH}}-\overset{3}{\text{CH}_3}$   OH	2-Пропанол, или изопропиловый спирт
$\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$	$\overset{4}{\text{CH}_3}-\overset{3}{\text{CH}_2}-\overset{2}{\text{CH}_2}-\overset{1}{\text{CH}_2}-\text{OH}$	1-Бутанол, или первичный бутиловый спирт
$\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$	$\overset{4}{\text{CH}_3}-\overset{3}{\text{CH}_2}-\overset{2}{\text{CH}}-\overset{1}{\text{CH}_3}$   OH	2-Бутанол, или вторичный бутиловый спирт
$\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$	$\overset{3}{\text{CH}_3}-\overset{2}{\text{CH}}-\overset{1}{\text{CH}_2}-\text{OH}$   CH <sub>3</sub>	2-Метил-1-пропанол, или изобутиловый спирт
$\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$	$\text{CH}_3$   $\overset{1}{\text{CH}_3}-\overset{2}{\text{C}}-\overset{3}{\text{CH}_3}$   OH	2-Метил-2-пропанол, или третичный бутиловый спирт
$\text{C}_5\text{H}_{11}\text{OH}$	$\overset{5}{\text{CH}_3}-\overset{4}{\text{CH}_2}-\overset{3}{\text{CH}_2}-\overset{2}{\text{CH}_2}-\overset{1}{\text{CH}_2}-\text{OH}$	1-Пентанол

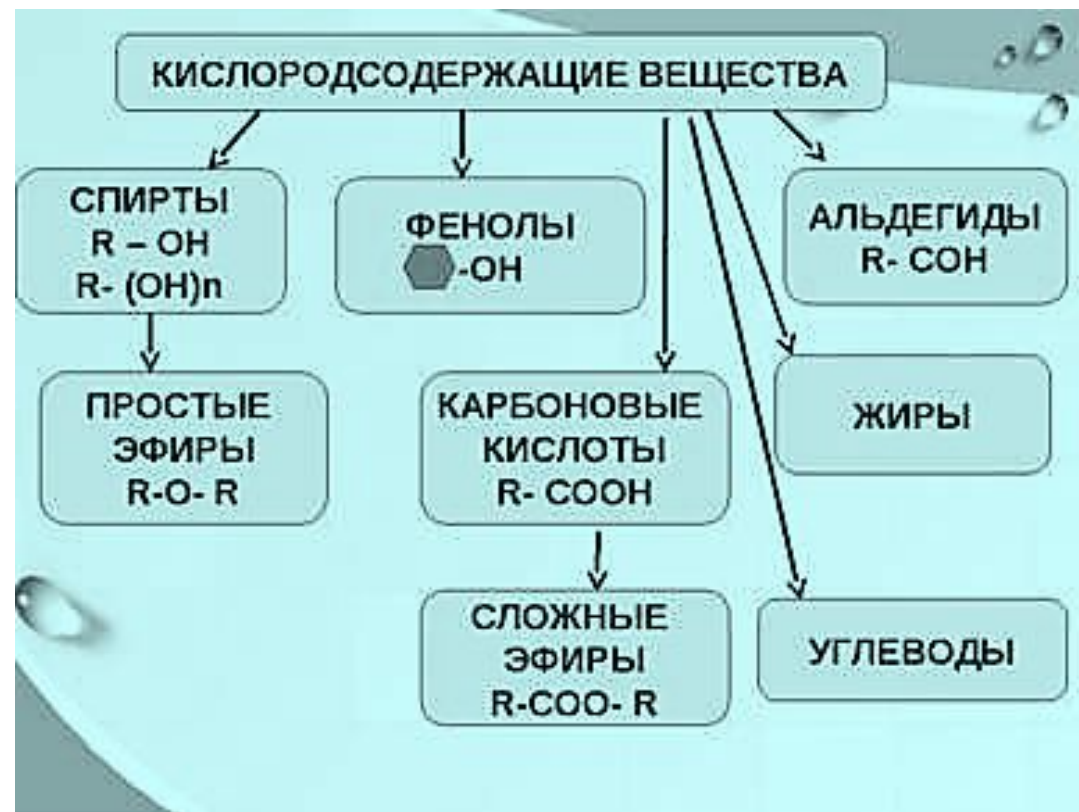
## Кислородсодержащие органические соединения

– соединения, содержащие помимо углерода и водорода, еще один элемент – кислород.

Атом кислорода содержится в различных функциональных группах, определяющих принадлежность соединения к конкретному классу.

**Функциональная группа** – группа атомов, которая определяет принадлежность вещества к определенному классу соединений.

К кислородсодержащим органическим соединениям относится большой класс органических соединений: спирты, фенолы, альдегиды, кетоны, карбоновые кислоты, простые и сложные эфиры и т.д.



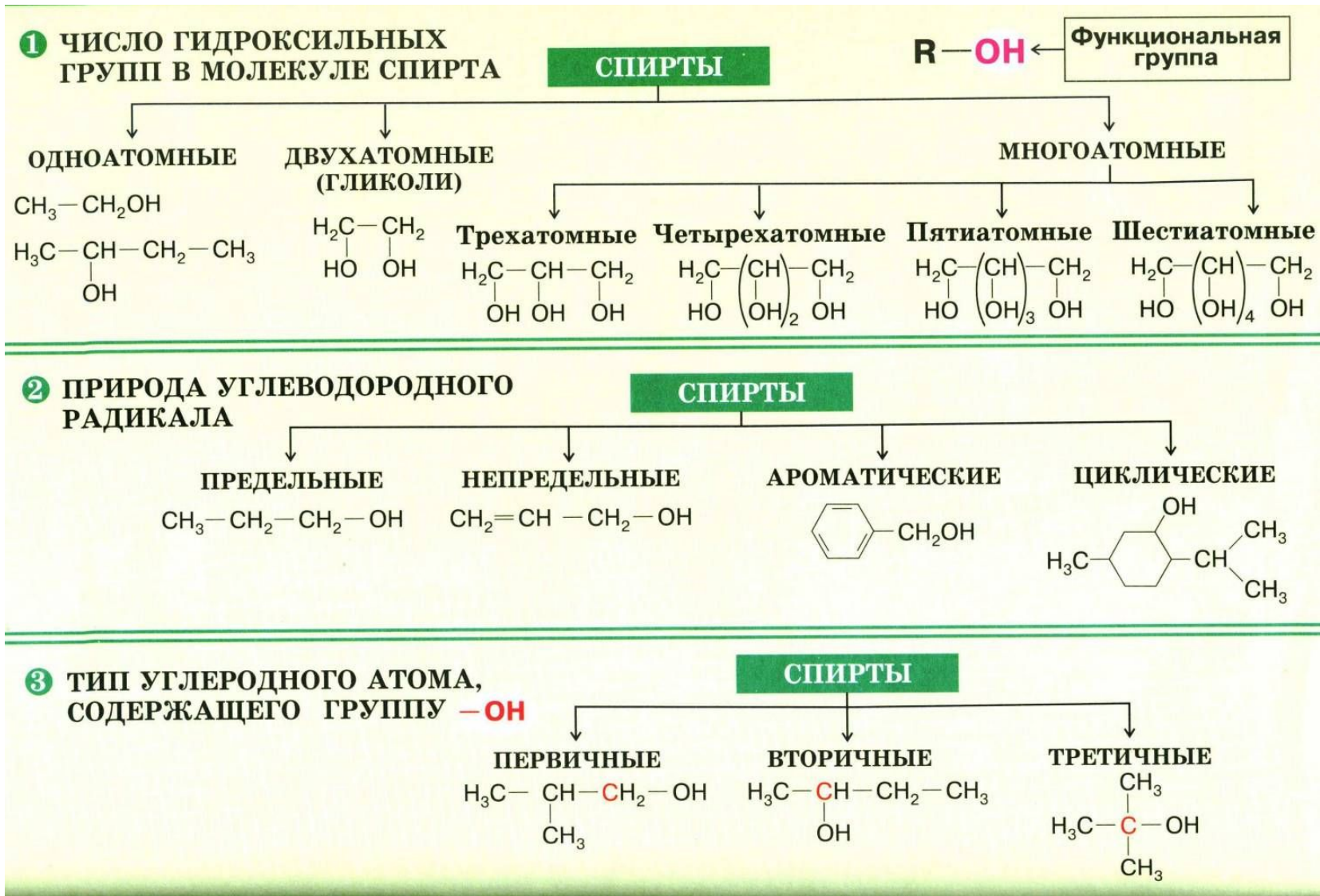
## спирты

Название этого класса происходит от латинского слова «дух вина». А с XVIII века наряду со словом «спирт» употребляется и другое их название – «алкоголь» (по- арабски – «ал-кугул»), что означает «одурманивающий».

Спиртами называются органические соединения, в молекулах которых содержится одна или несколько гидроксильных групп (-ОН), соединенных с углеводородным радикалом.

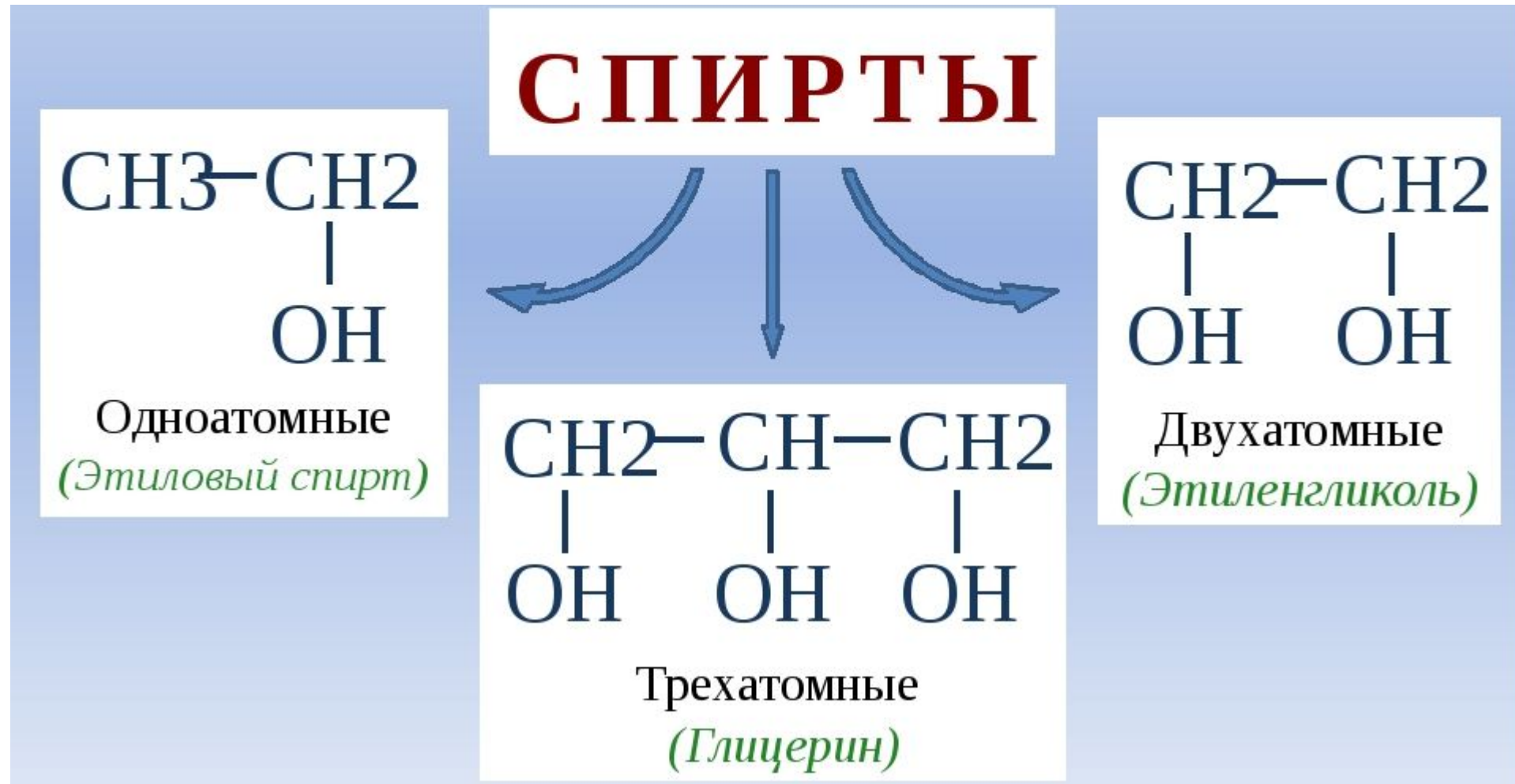
Спирты – это производные углеводородов, в молекулах которых один или несколько атомов углерода замещены на гидроксильную группу (-ОН).

# Классификация спиртов



# Классификация спиртов

по числу гидроксильных групп (атомности) спирты



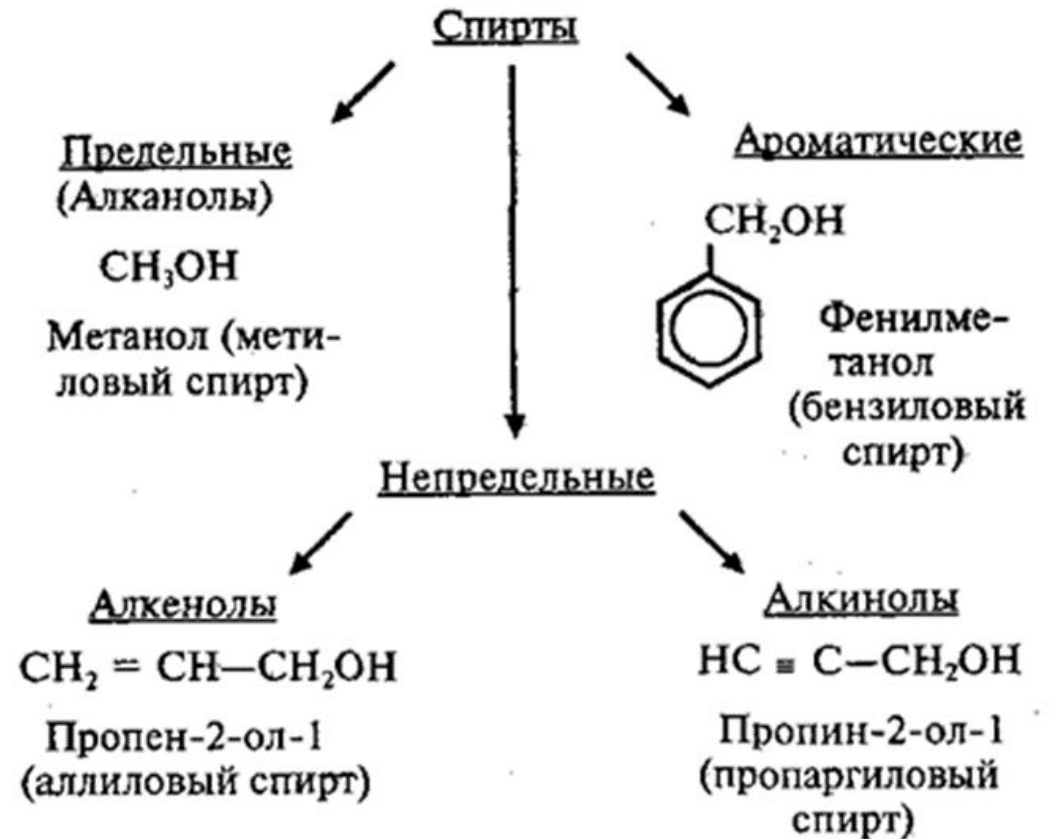
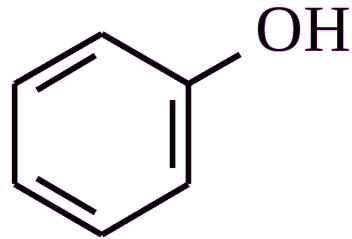
# Классификация спиртов

## По строению радикала, связанного с функциональной группой

а) насыщенные  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$  (этанол)

б) ненасыщенные  $\text{CH}_2=\text{CH-CH}_2\text{-OH}$  (2-пропен-1-ол)

в) ароматические (фенол)



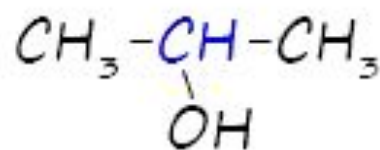
# Классификация спиртов (по положению OH-группы)

первичный атом C  
вторичный атом C  
третичный атом C

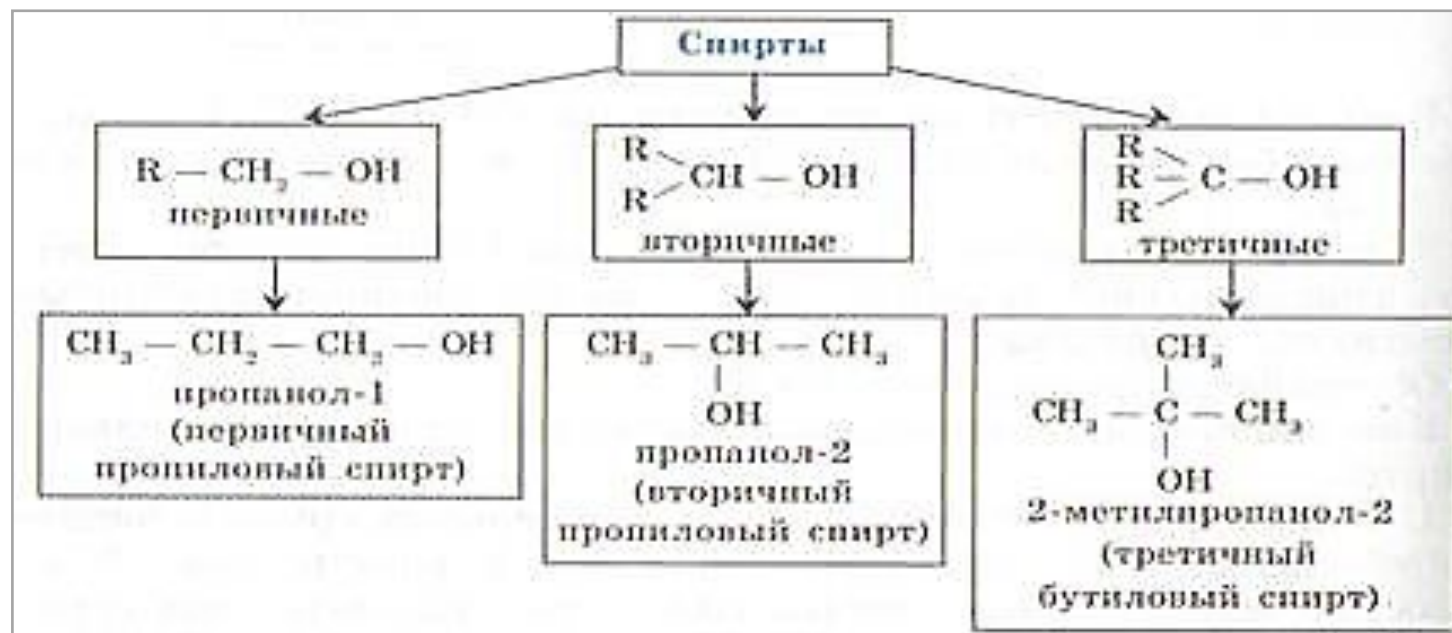
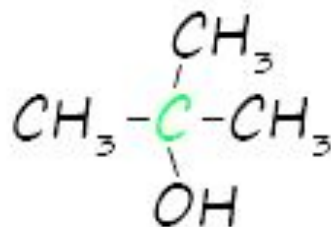
Первичные



Вторичные



Третичные



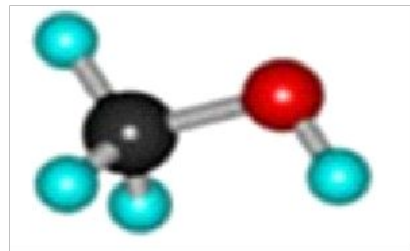


# Предельные одноатомные спирты

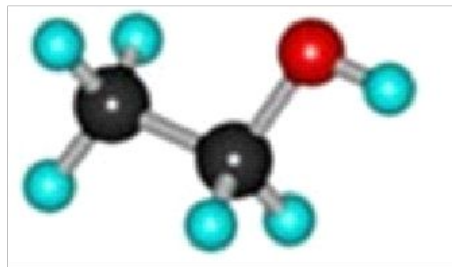
Общая формула –  $C_nH_{2n+2}O$  или  $C_nH_{2n+1}OH$  или  $R-OH$ , где  $R$  – углеводородный радикал

## Простейшие спирты

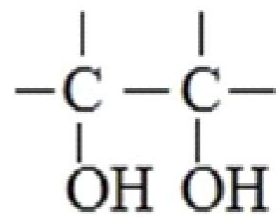
Метиловый спирт (метанол, древесный спирт) -  $CH_3-OH$



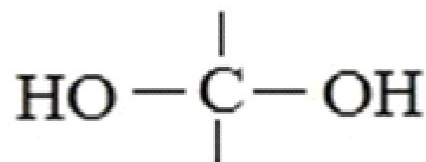
Этиловый спирт (этанол, винный спирт) -  $CH_3CH_2-OH$



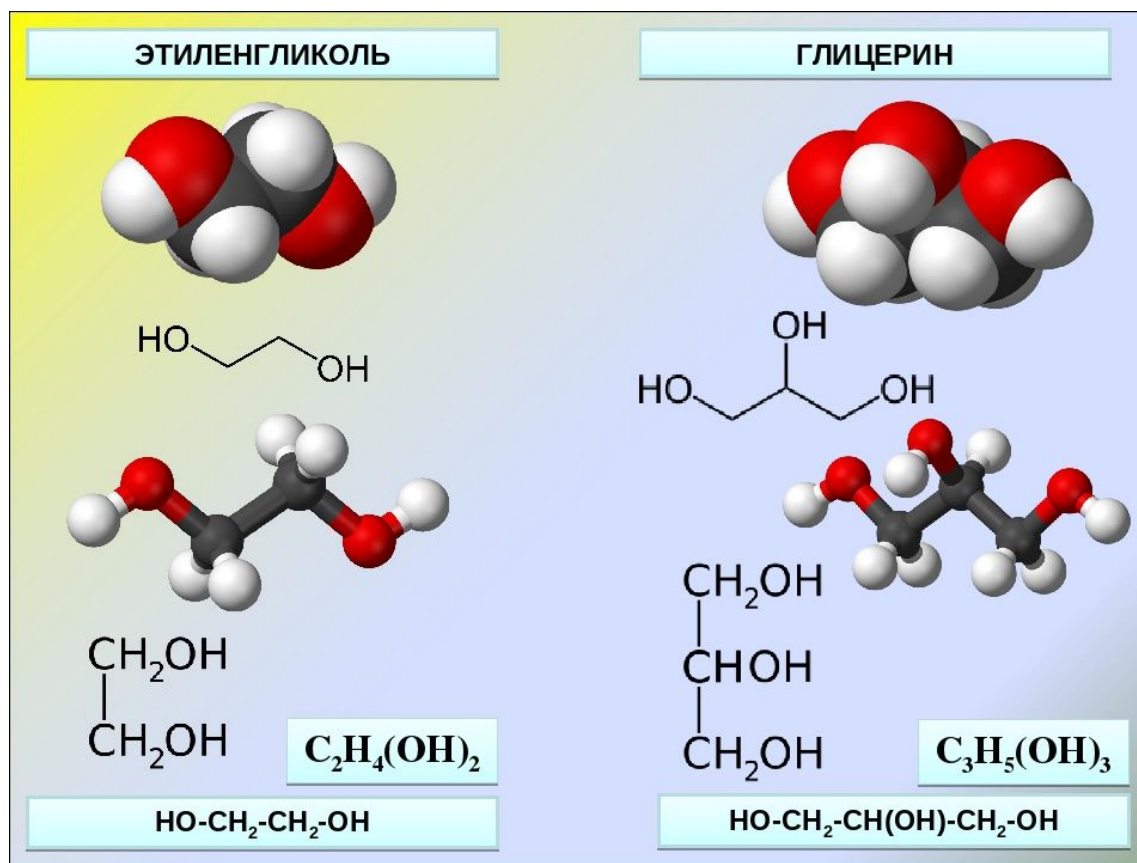
При наличии двух и более ОН-групп они должны находиться у разных атомов углерода:



так как структура типа



является неустойчивой.



## Гомологический ряд предельных одноатомных спиртов

Первым членом гомологического ряда спиртов является метанол  $\text{H}_3\text{C}-\text{OH}$ , каждый последующий член гомологического ряда отличается на группу  $\text{CH}_2$ .

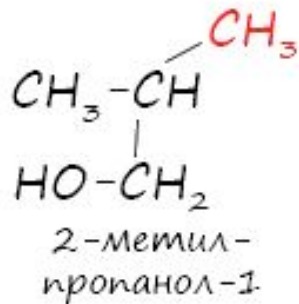
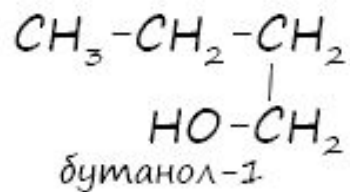
Название спиртов	Формула	T кипения (C°)
Метиловый (метанол)	$\text{CH}_3\text{OH}$	64,7
Этиловый (этанол)	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	78,3
Пропиловый (пропанол-1)	$\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$	97,2
Бутиловый (бутанол-1)	$\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$	117,7
Амиловый (пентанол-1)	$\text{C}_5\text{H}_{11}\text{OH}$	137,8
Гексиловый (гексанол-1)	$\text{C}_6\text{H}_{13}\text{OH}$	157,2
Гептиловый (гептанол-1)	$\text{C}_7\text{H}_{15}\text{OH}$	176,3

# изомерия

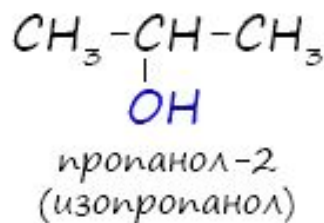
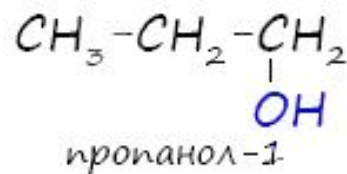
Первые два члена гомологического ряда –  $\text{CH}_3\text{OH}$  и  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  изомеров не имеют. Для остальных алканолов возможны **структурная и пространственная изомерия**:

## Изомерия спиртов

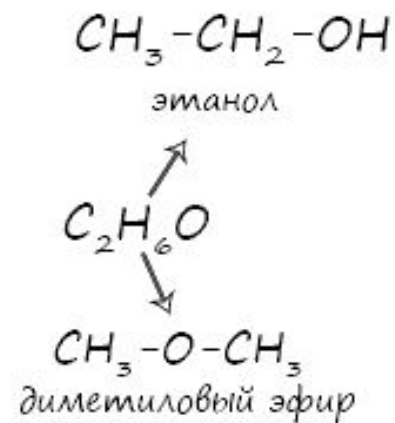
Углеродного  
скелета



Функциональной  
группы



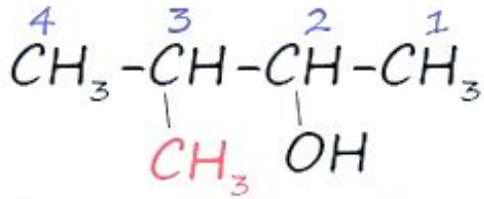
Межклассовая  
с простыми эфирами



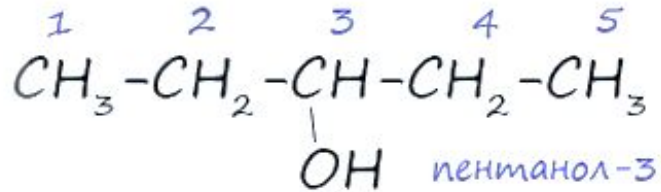
# Номенклатура

Составляем названия спиртов

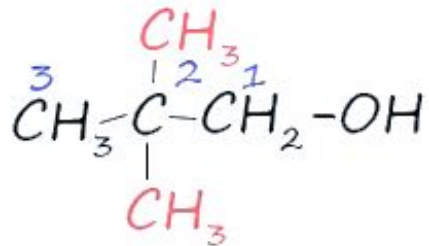
главная цепь  
радикалы



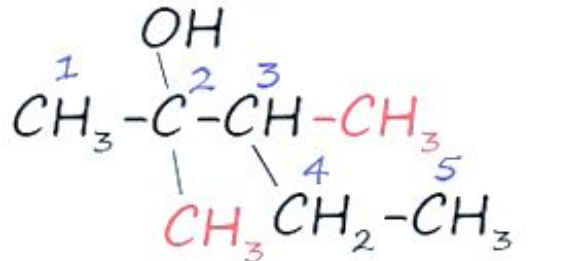
3-метилбутанол-2



пентанол-3

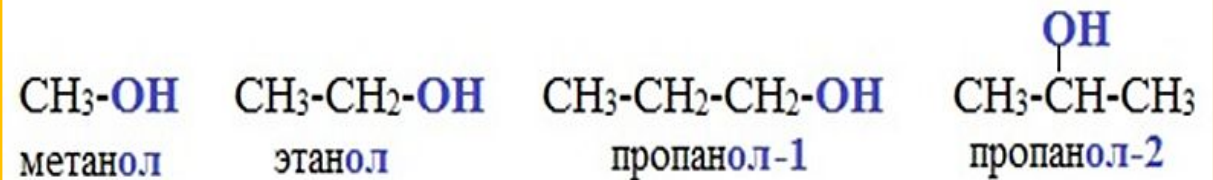


2,2-диметилпропанол-1

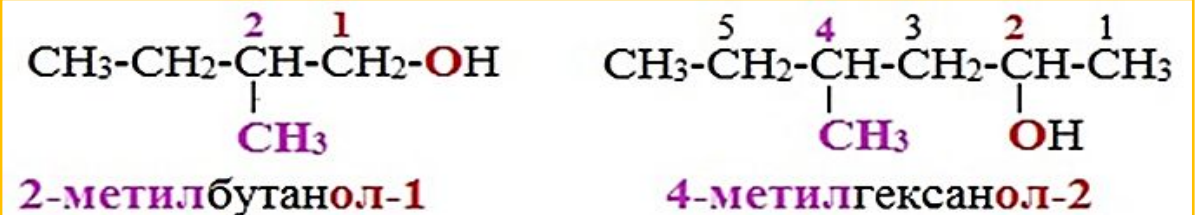


2,3-диметилпентанол-2

Название спиртов по заместительной номенклатуре ИЮПАК образуется от названия соответствующих алканов с добавлением суффикса -ол и цифры, указывающей положение гидроксигруппы (если это необходимо).

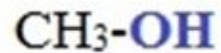


Нумерацию цепи начинают с того края, ближе к которому расположена гидроксильная группа. Цифрами после суффикса «ол» указывают положение гидроксильной группы в главной цепи.



# Номенклатура

По другому способу (*радикально-функциональная номенклатура ИЮПАК*) названия спиртов производят от соответствующего углеводородного радикала с добавлением слова «спирт», например:  $\text{CH}_3\text{OH}$  – метиловый спирт,  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  – этиловый спирт,  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-OH}$  – н-пропиловый спирт,  $\text{CH}_3\text{-CH(OH)-CH}_3$  – изопропиловый спирт.



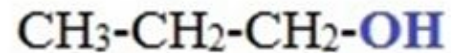
метанол

метиловый  
спирт



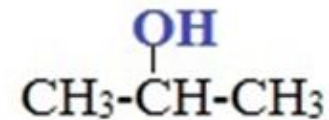
этанол

этиловый  
спирт



пропанол-1

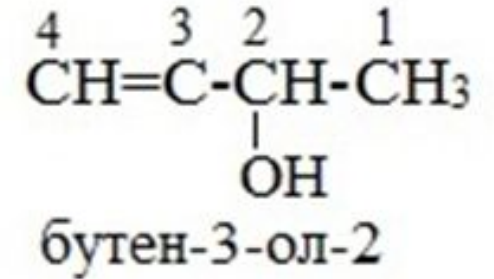
н-пропиловый  
спирт



пропанол-2

изопропиловый  
спирт

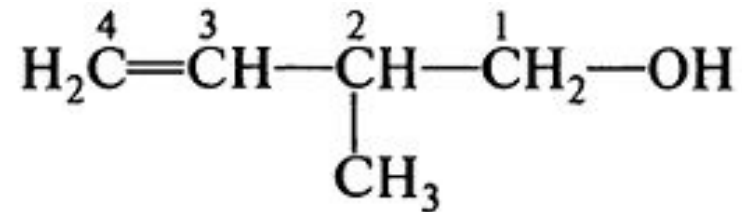
# Номенклатура



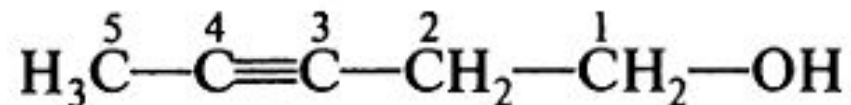
В нумерации атомов углерода в главной цепи положение гидроксильной группы имеет приоритет перед положением кратных связей.

Непредельные спирты, содержащие гидроксильную группу у атома углерода, связанного **двойной** связью, называются енолами. Название этого класса соединений образовано из суффиксов -ен и -ол, указывающих на присутствие в молекулах двойной связи и гидроксильной группы.

Енолы, как правило, неустойчивы и самопроизвольно превращаются (изомеризируются) в карбонильные соединения — альдегиды и кетоны.



2-метил-3-бутен-1-ол



3-пентин-1-ол

# ДВУХАТОМНЫЕ СПИРТЫ

## ГЛИКОЛИ, АЛКАНДИОЛЫ

Гликоли содержат две гидроксильные группы при разных атомах углерода.

Общая формула  $C_nH_{2n}(OH)_2$  или  $R \begin{matrix} \diagup OH \\ \diagdown OH \end{matrix}$

## ГОМОЛОГИЧЕСКИЙ РЯД

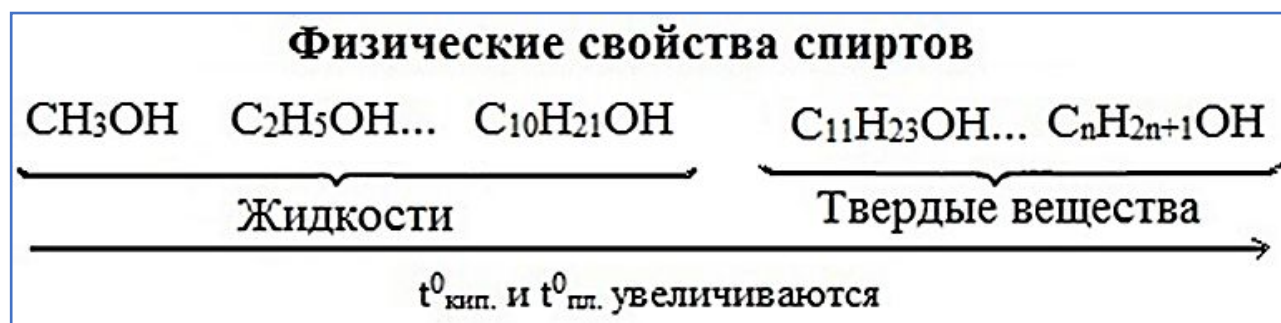
Формулы	Рациональная номенклатура	ЮПАК – Женевская номенклатура
$CH_2OH-CH_2OH$	этиленгликоль	этандиол
$\begin{matrix} 3 & 2 & 1 \\ CH_3-CHON-CH_2OH \end{matrix}$	пропиленгликоль	<u>1,2-пропандиол</u>
$\begin{matrix} 3 & 2 & 1 \\ CH_2OH-CH_2-CH_2OH \end{matrix}$	пропиленгликоль	<u>1,3-пропандиол</u>
$\begin{matrix} 4 & 3 & 2 & 1 \\ CH_3-CH_2-CHON-CH_2OH \end{matrix}$	бутиленгликоль	<u>1,2-бутандиол</u>
$\begin{matrix} 4 & 3 & 2 & 1 \\ CH_3-CHON-CH_2-CH_2OH \end{matrix}$	бутиленгликоль	<u>1,3-бутандиол</u>
$\begin{matrix} 3 & 2 & 1 \\ CH_3-CON-CH_2OH \\   \\ CH_3 \end{matrix}$	изобутиленгликоль	2-метил, <u>1,2-пропандиол</u>
$\begin{matrix} 3 & 2 & 1 \\ CH_2OH-CH-CH_2OH \\   \\ CH_3 \end{matrix}$		



## Физические свойства

Спирты могут образовывать водородные связи как между молекулами спирта, так и между молекулами спирта и воды.

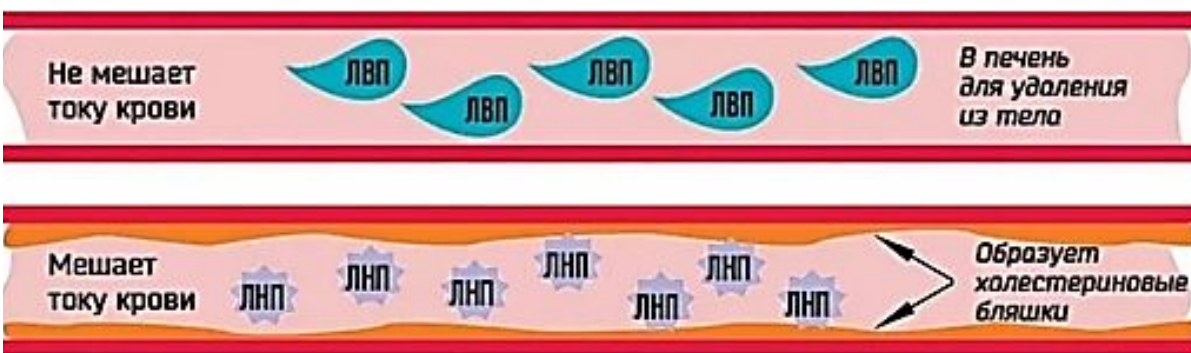
Низшие и средние члены ряда предельных одноатомных спиртов, содержащих от 1 до 11 атомов углерода, — жидкости. Высшие спирты (начиная с  $C_{12}H_{25}OH$ ) при комнатной температуре — твердые вещества. Низшие спирты имеют характерный алкогольный запах и жгучий вкус, они хорошо растворимы в воде. По мере увеличения углеводородного радикала растворимость спиртов в воде понижается, а октанол уже не смешивается с водой.



# А знаете ли вы?

Одноатомным спиртом является и холестерин. Его еще называют холестеролом. Холестерин – компонент желчи, играет важную роль в организме, из него синтезируются многие биологически активные соединения. Он участвует в обмене желчных кислот, в синтезе гормонов коры надпочечников и половых желез. Отложение холестерина на стенках сосудов приводит к атеросклерозу, а в желчном пузыре – к образованию желчных камней.

## Разница между «хорошим» и «плохим» холестерином



## ПЛОХОЙ И ХОРОШИЙ ХОЛЕСТЕРИН



Плохой



Хороший



СТЕНКА АРТЕРИИ

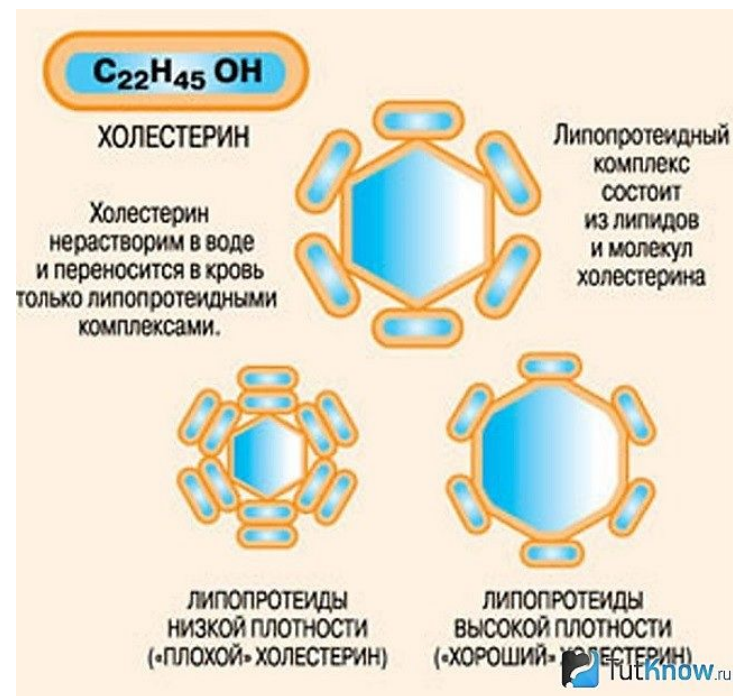
КРОВЕНОСНЫЙ СОСУД



Липопротеиды высокой плотности «Хороший» холестерин. Забирает весь холестерин из кровяного русла и уносит в печень для переработки.



Липопротеиды низкой плотности «Плохой» холестерин. Откладывается на стенках артерий.



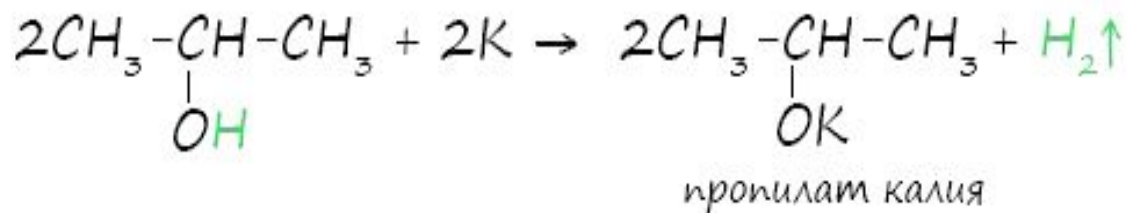
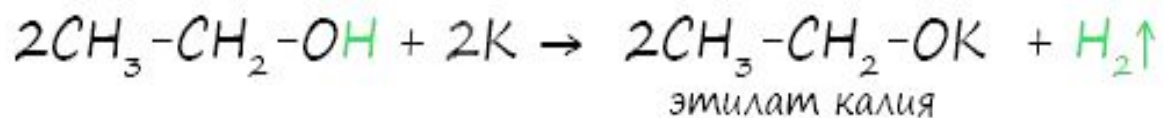
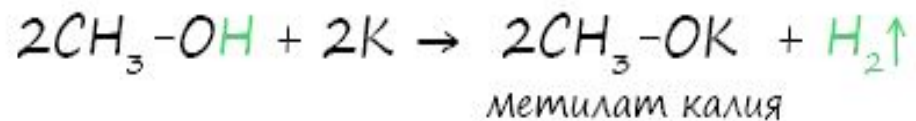
# Химические свойства спиртов

## Типы реакций



# Химические свойства спиртов

Кислотные свойства спиртов  
(реакция с щелочными металлами)



Продукты замещения атома водорода гидроксильной группы спирта атомом металла называются алкоголятами.

$\text{CH}_3\text{OK}$   
метилат калия

$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OK}$   
этилат калия

$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OK}$   
пропилат калия

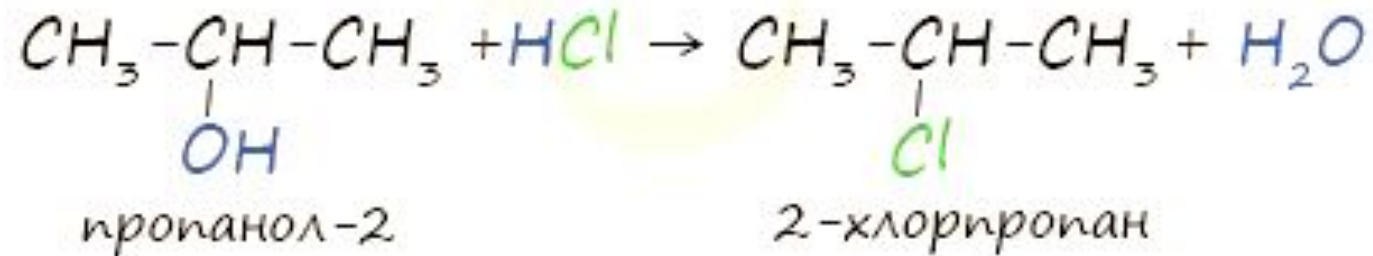
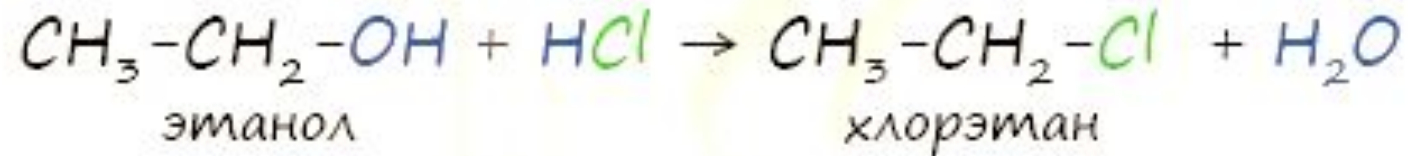
Алкоголяты представляют собой твёрдые солеподобные вещества

# Химические свойства спиртов

## Реакция с галогеноводородами

Реакция с галогеноводородами протекают как реакции обмена: атом галогена замещает гидроксогруппу, образуется молекула воды.

Реакция спиртов с галогеноводородами

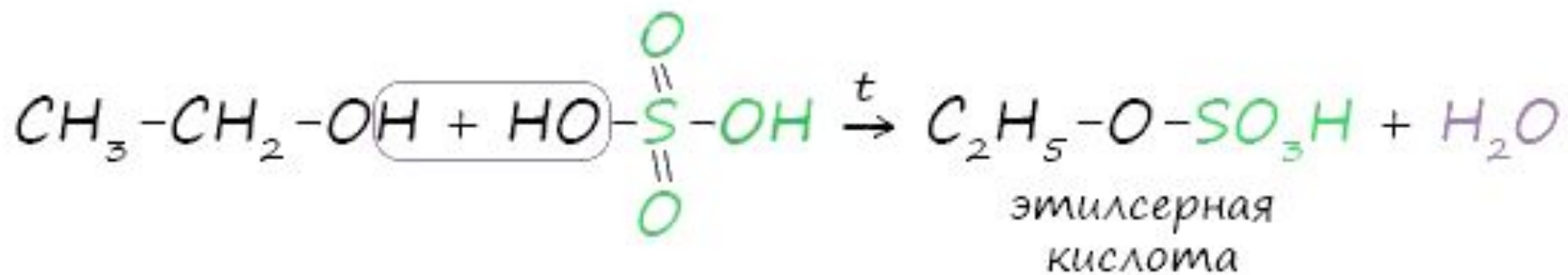
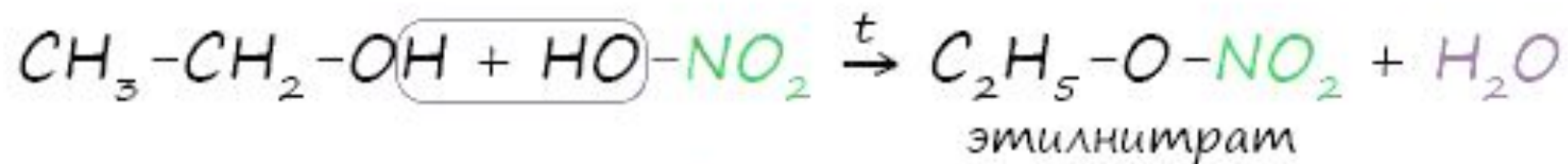


# Химические свойства спиртов

## Реакции с кислотами

В результате реакций спиртов с кислотами образуются различные эфиры.

Реакции спиртов с неорганическими кислотами



# Химические свойства спиртов

## Дегидратация спиртов

Дегидратация спиртов (отщепление воды) идет при повышенной температуре в присутствии серной кислоты (водоотнимающего) компонента.

Возможен **межмолекулярный механизм** дегидратации (при  $t < 140^\circ\text{C}$ ), в результате которого образуются **простые эфиры**. При более высокой температуре ( $t > 140^\circ\text{C}$ ) механизм дегидратации становится **внутримолекулярный** - образуются **алкены**.

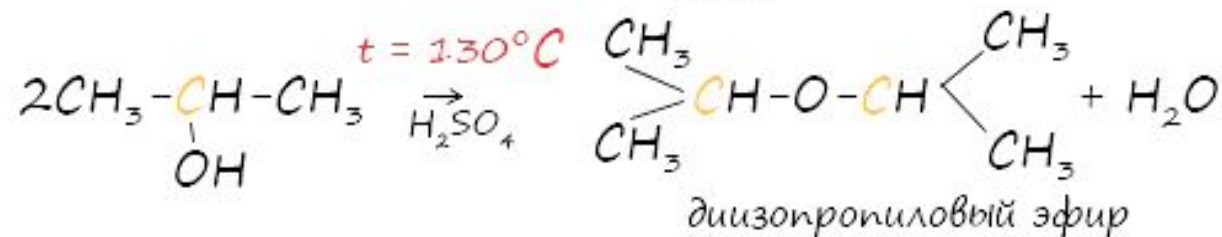
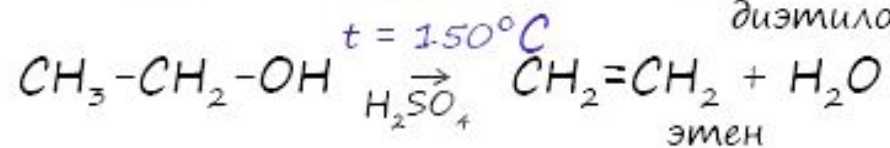
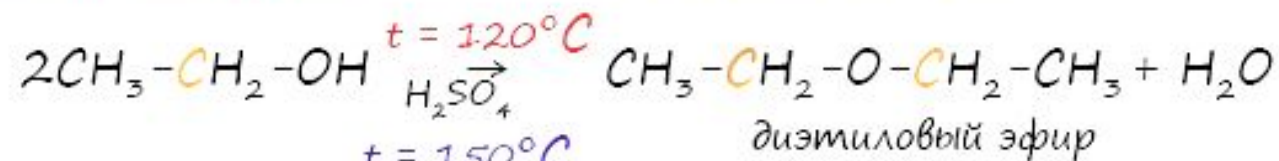
Названия простых эфиров формируются проще простого - по названию радикалов, входящих в состав эфира. Например:

Диметилловый эфир -  $\text{CH}_3\text{-O-CH}_3$

Метилэтиловый эфир -  $\text{CH}_3\text{-O-C}_2\text{H}_5$

Диэтиловый эфир -  $\text{C}_2\text{H}_5\text{-O-C}_2\text{H}_5$

Дегидратация спиртов  
(межмолекулярная  $< 140^\circ\text{C}$  и внутримолекулярная  $> 140^\circ\text{C}$ )

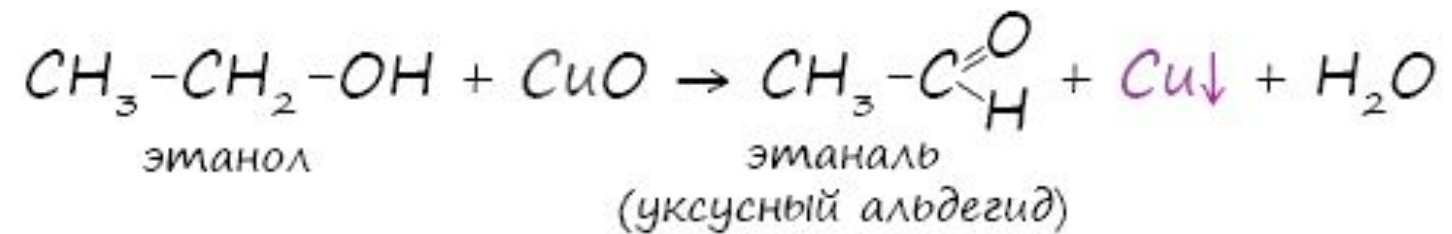


# Химические свойства спиртов

## Окисление спиртов

Качественной реакцией на спирты является взаимодействие с оксидом меди II. В ходе такой реакции раствор приобретает характерное фиолетовое окрашивание.

Качественная реакция  
на одноатомные спирты

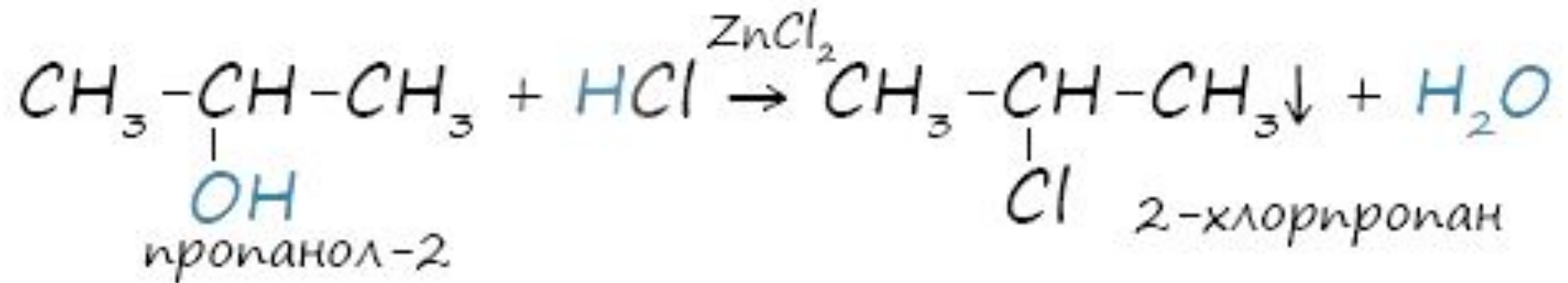




## Химические свойства спиртов

Вторичные и третичные спирты определяются другой качественной реакцией с хлоридом цинка II и соляной кислотой. В результате такой реакции выпадает маслянистый осадок.

Качественная реакция  
для вторичных и третичных спиртов

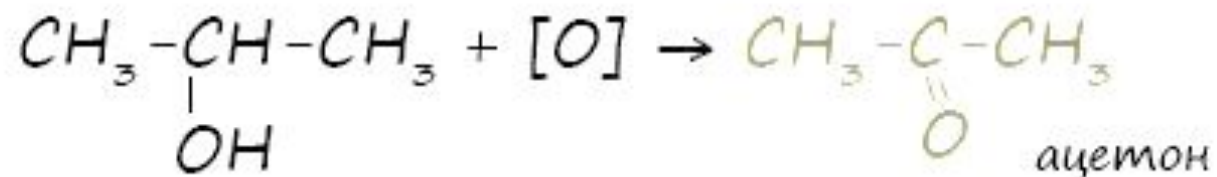
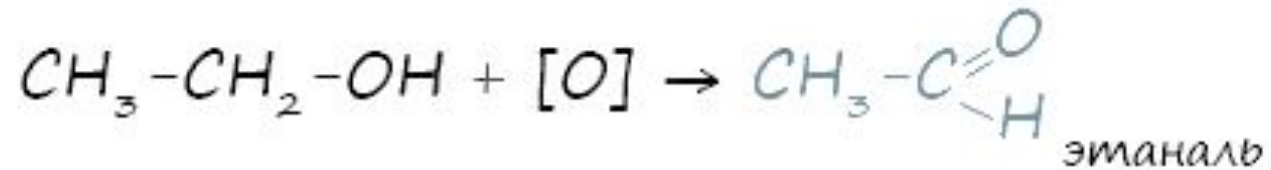


# Химические свойства спиртов

## Окисление спиртов

Первичные спирты окисляются до альдегидов, а вторичные - до кетонов. Альдегиды могут быть окислены далее - до карбоновых кислот, в отличие от кетонов, которые являются "тупиковой ветвью развития" и могут только снова стать вторичными спиртами.

Окисление спиртов  
(первичные → альдегиды, вторичные → кетоны)

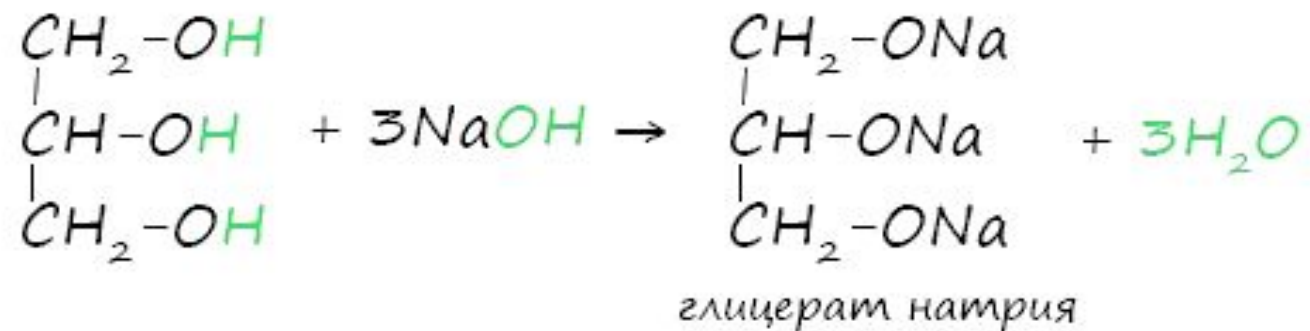
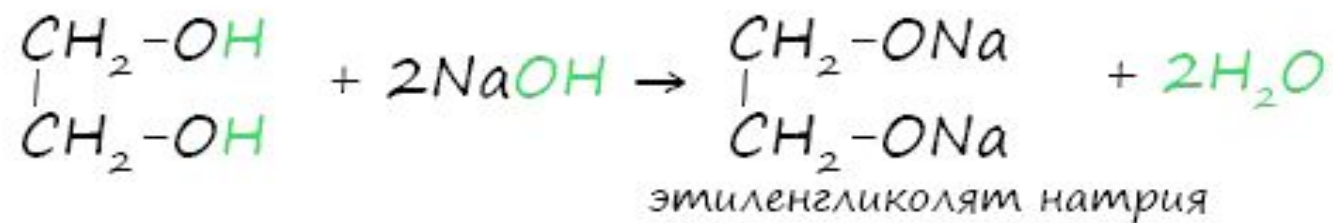


# Химические свойства спиртов

## Кислотные свойства многоатомных спиртов

Важным отличием многоатомных спиртов от одноатомных является их способность реагировать со щелочами (что невозможно для одноатомных спиртов). Это говорит об их более выраженных кислотных свойствах.

Реакция многоатомных спиртов  
и щелочей

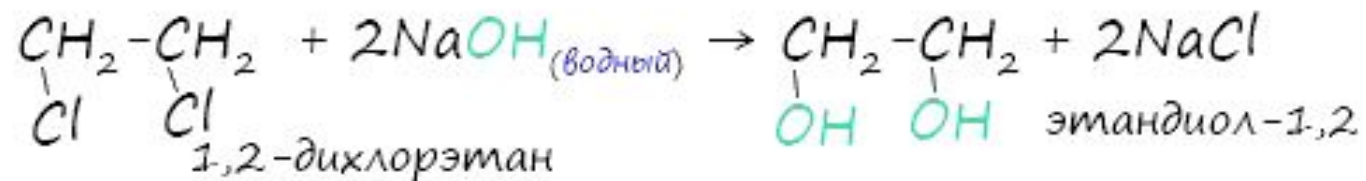
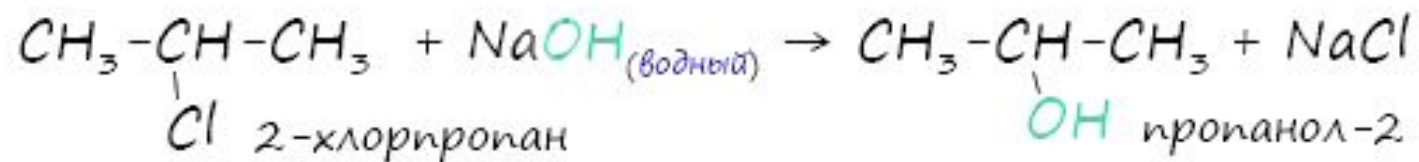
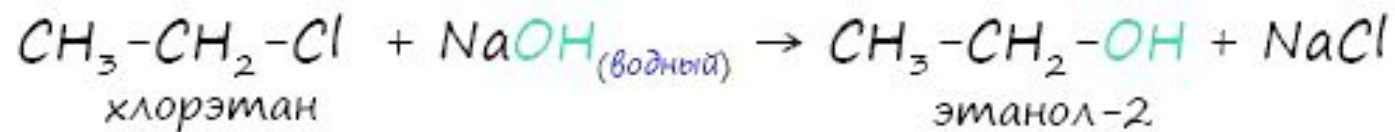


# Получение предельных одноатомных спиртов

Гидролиз галогеналканов водным раствором щелочи

В реакциях галогеналканов со спиртовым раствором щелочи получаются - алкены, а в реакциях с водным раствором щелочи образуются спирты.

Гидролиз галогеналканов  
(в водном растворе щелочи)

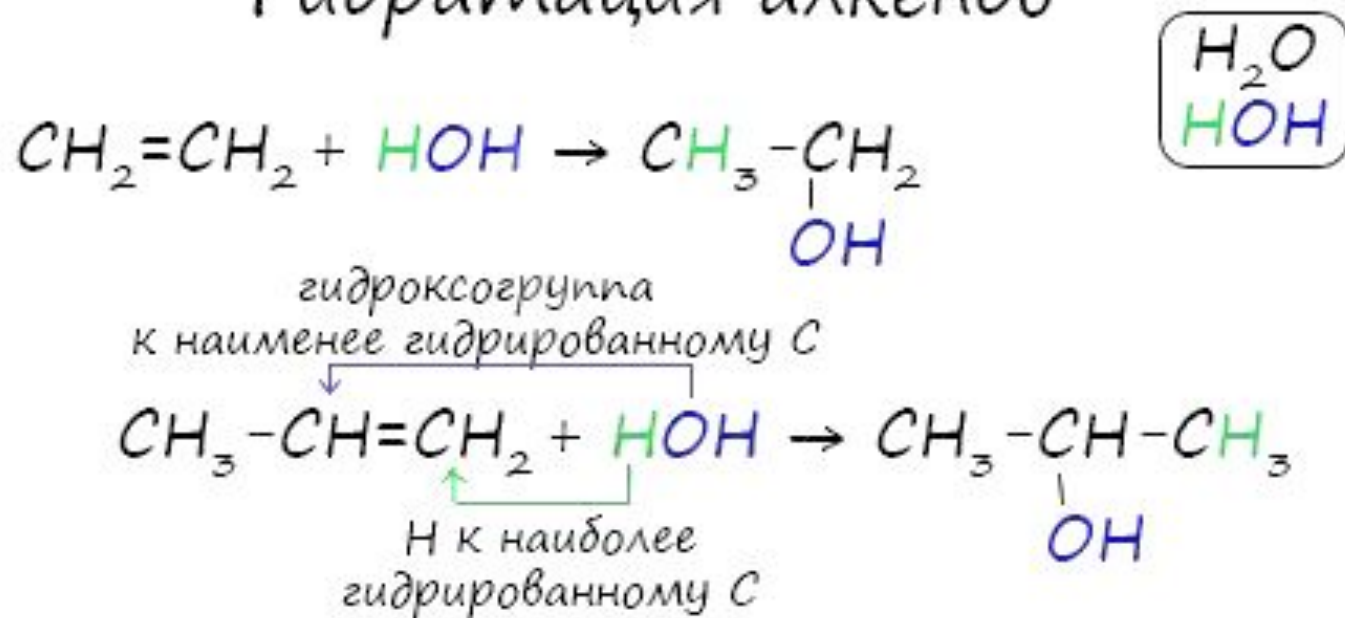


# Получение предельных одноатомных спиртов

## Гидратация алкенов

Присоединения молекулы воды (H<sub>2</sub>O) протекает по правилу Марковникова. Атом водорода направляется к наиболее гидрированному атому углерода, а гидроксогруппа идет к соседнему, наименее гидрированному, атому углерода.

## Гидратация алкенов

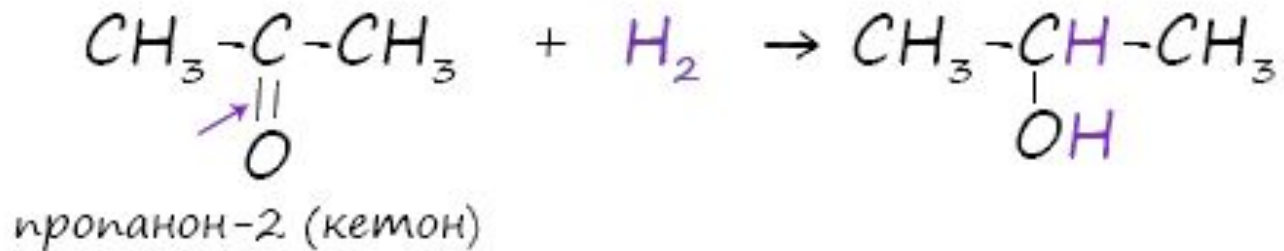
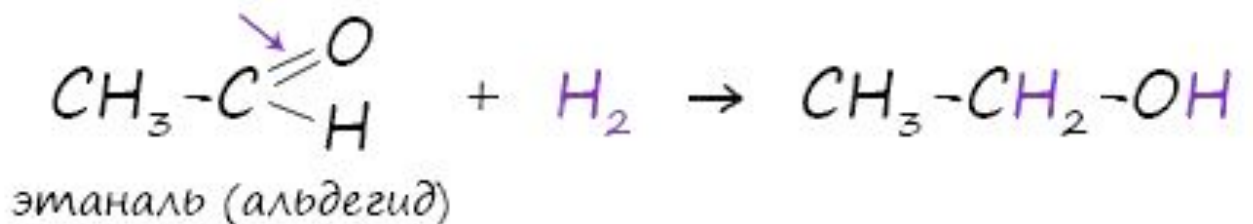


# Получение предельных одноатомных спиртов

## Восстановление карбонильных соединений

В результате восстановления альдегидов и кетонов получаются соответственно первичные и вторичные спирты.

Восстановление  
альдегидов и кетонов

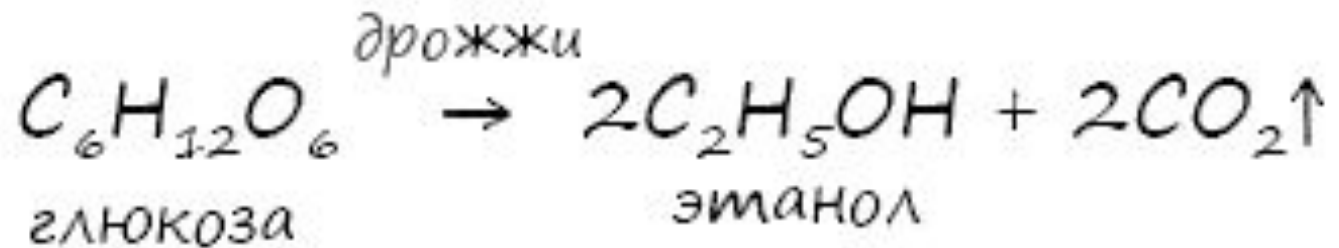


# Получение предельных одноатомных спиртов

## Получение этанола брожением глюкозы

В ходе брожения глюкозы выделяется углекислый газ и образуется этанол.

Брожение глюкозы  
(спиртовое)



# Получение предельных одноатомных спиртов

## Окисление алкенов $\text{KMnO}_4$ в нейтральной (водной) среде

В результате такой реакции у атомов углерода, прилежащих к двойной связи, формируются гидроксигруппы - образуется двухатомный спирт (гликоль).

Окисление алкенов  
 $\text{KMnO}_4$

