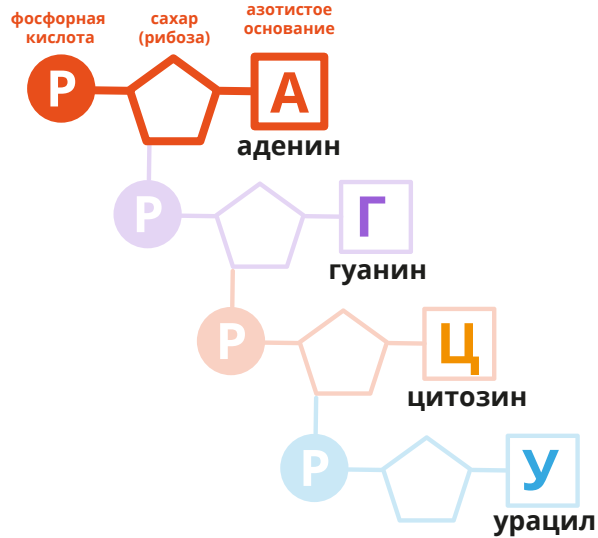
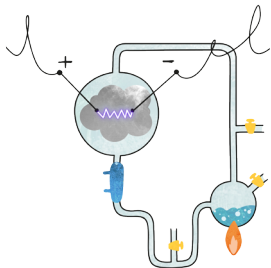


Первые живые организмы, скорее всего, были построены из молекул РНК. РНК (рибонуклеиновая кислота) — это длинные нитевидные молекулы, которые состоят из отдельных звеньев — нуклеотидов.

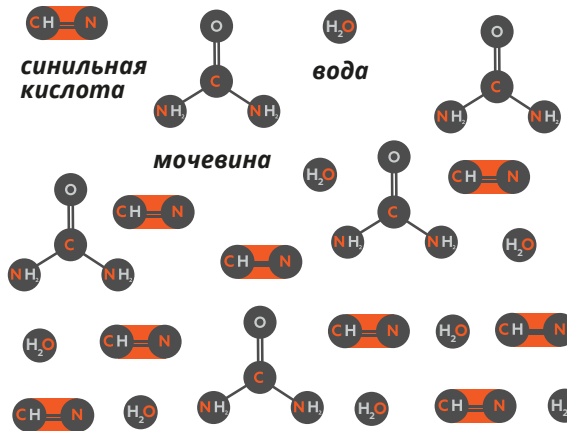


В эксперименте Миллера-Юри не удалось получить ни нуклеотиды, ни азотистые основания, ни рибозу.

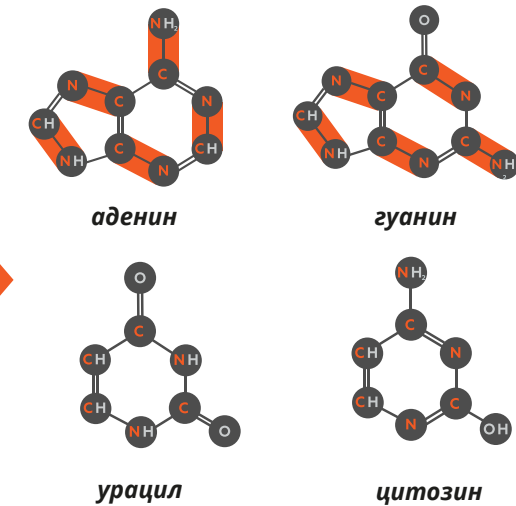


## АЗОТИСТЫЕ ОСНОВАНИЯ

В кольцах молекул азотистых оснований, например, аденина, чередуются атомы углерода и азота. Простейшая молекула, включающая в себя оба этих элемента, — синильная кислота.

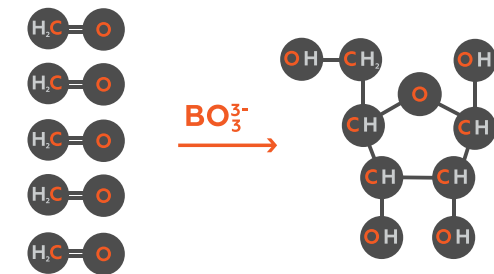


При различных воздействиях на водный раствор синильной кислоты (замораживание, нагревание, ультрафиолетовое облучение) в нем образуются аденин и гуанин, а при добавлении мочевины — цитозин и урацил.



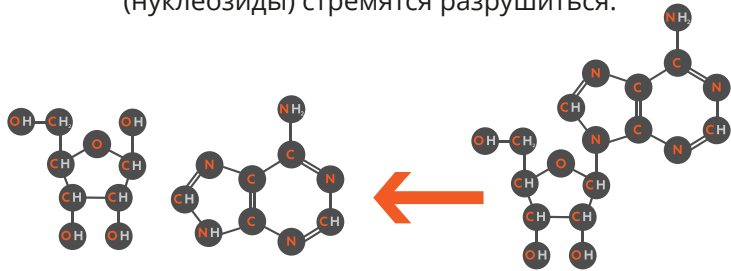
## РИБОЗА

В молекулах всех сахаров (в том числе рибозы) атомы углерода соседствуют с атомами кислорода. В ходе реакции Бутлерова из формальдегида можно получить смесь различных сахаров. В присутствии фосфатных минералов (например, апатита) или солей борной кислоты, которые накапливаются в грязевых котлах, реакция может быть направлена именно на образование рибозы.

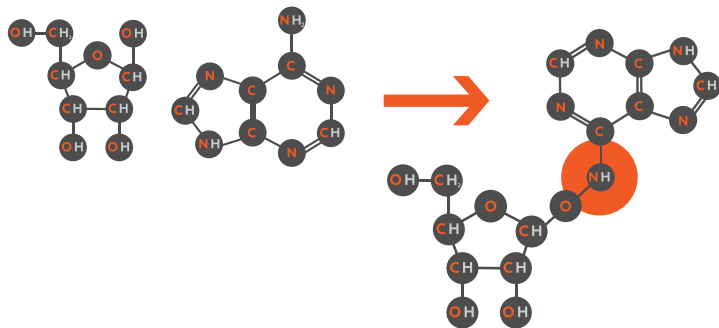


## СОЕДИНЕНИЕ РИБОЗЫ С АЗОТИСТЫМИ ОСНОВАНИЯМИ

При обычной температуре в водной среде соединения азотистых оснований с рибозой (нуклеозиды) стремятся разрушиться:



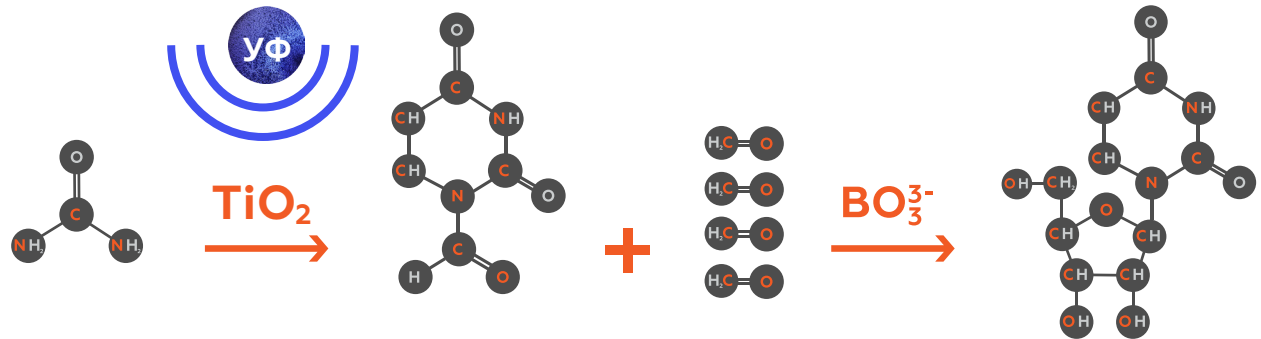
При упаривании воды вместо нуклеозидов формируются соединения с иной структурой, где азотистые основания соединяется с рибозой через атом азота в одной из боковых аминогрупп:



Значит, образование этой связи могло происходить еще до образования молекул рибозы и азотистого основания.

## ФОРМАМИД

Нагревание или ультрафиолетовое облучение формамида в присутствии обычных минералов (глины, оксидов железа или оксидов титана) превращает его в смесь

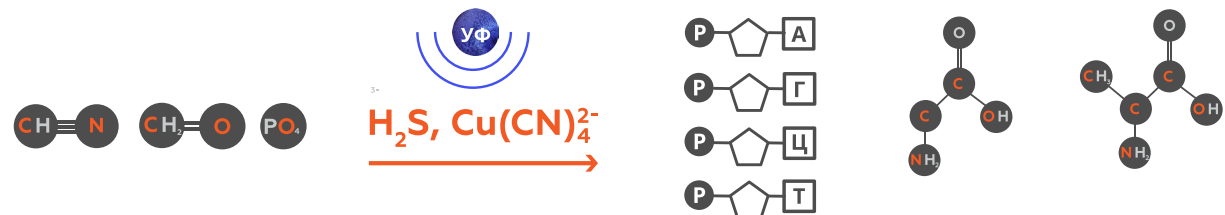


всех четырех азотистых оснований и близких к ним веществ, в том числе N9-формил-пуринов и N1-формил-пиримидинов.

## СИНИЛЬНАЯ КИСЛОТА И ФОРМАЛЬДЕГИД

Английские химики под руководством Джона Сазерленда предложили другой путь, который представляет собой сложную сеть реакций, в ходе которой из синильной кислоты, формальдегида и фосфатов образуются все четыре нуклеотида. В этой сети реакций будущая связь рибозы

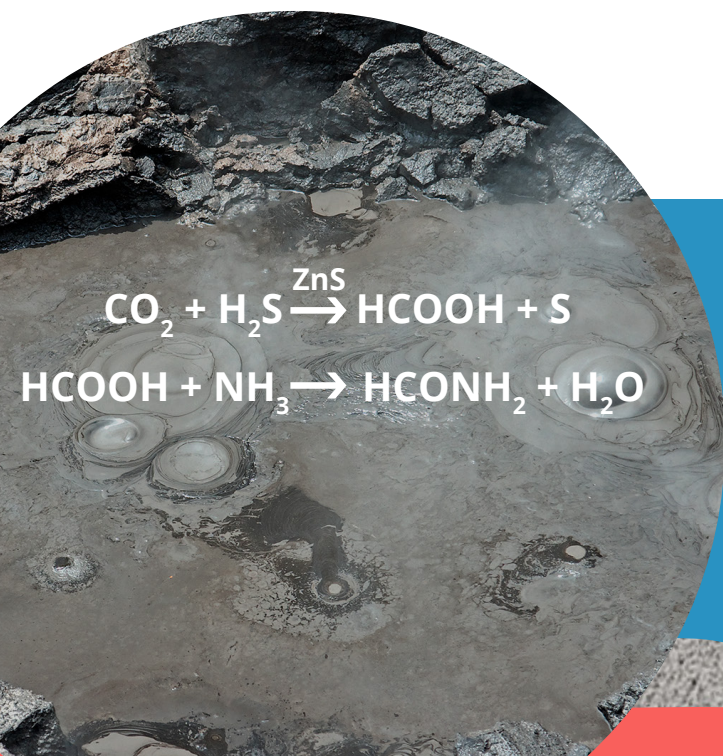
с азотистым основанием возникает задолго до того, как каждая из этих частей нуклеотида будет построена. Кроме того, одновременно с нуклеотидами в этой химической системе образуются аминокислоты, входящие в состав белков.



# Исходные вещества для абиогенного синтеза нуклеотидов

## ФОРМАМИД

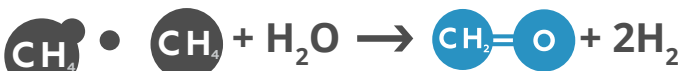
В грязевых лужах на освещенных кристаллах сульфида цинка происходит превращение углекислого газа в муравьиную кислоту. В вулканических испарениях, которые питают грязевой котел, содержится аммиак. Подсыхая, раствор муравьиной кислоты и аммиака образует воду и формамид. Формамид обладает высокой температурой кипения (218 °C) и поэтому может накапливаться в грязевых котлах в больших концентрациях при подсыхании воды.



## СИНИЛЬНАЯ КИСЛОТА И ФОРМАЛЬДЕГИД



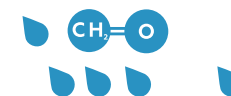
Метан под действием ультрафиолетового излучения может реагировать с азотом, образуя синильную кислоту.



Метан под действием ультрафиолетового излучения может реагировать с водяным паром, образуя формальдегид.



Синильная кислота и формальдегид выпадают из атмосферы с дождем.



Синильная кислота и формальдегид накапливаются в замерзающей воде, в щелях между кристаллами льда.

