

# МЕТАБОЛИЗМ



# ХЕМОСИНТЕЗ

4 часть

Подготовила Голубева С.  
В.

г. Лесосибирск

Так люди впервые увидели фауну гидротерм, глубоководных «оазисов» на дне океана.



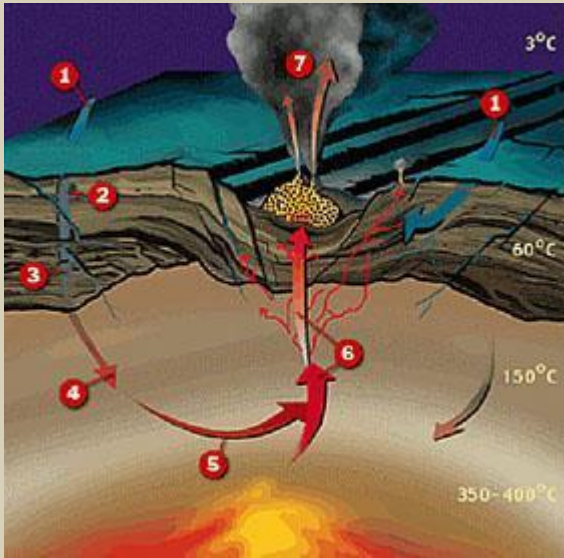
В 1977 г. глазам геологов, спустившихся в подводном аппарате в море в районе Галапагосских островов и достигших дна на глубине 2,6 км, предстала фантастическая

картина. Лучи прожекторов высветили из мрака вечной ночи фантастическое буйство

жизни. В мерцающих струях тёплой воды в углублениях дна, как булочки в корзине, десятками лежали огромные снежно-белые двустворчатые моллюски, гроздьями висели

крупные коричневые мидии, стадами бродили белые раки и крабы, торчали трубки

И это там, где невозможен фотосинтез, где не встречаются растения-продуценты, являющиеся первым звеном пищевой цепи. Мерцающая вода, в которой купались обитатели Райского сада (именно это название было присвоено открытому полю), сильно насыщена сероводородом.



Такие башни с бьющими из них чёрными "дымами" известны сейчас

под именем чёрных курильщиков.

# Чем же питаются обитатели здешних сообществ?

Сероводород содержит атом серы в восстановленном виде, легко окисляется с

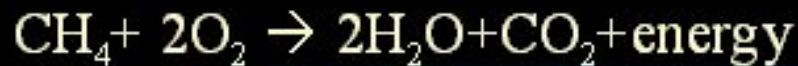
выделением большого количества энергии. При наличии определенных систем

ферментов эту энергию можно утилизировать, используя ее для синтеза АТФ.

А энергия АТФ, в свою очередь, может быть использована для восстановления

углерода и синтеза «обычных» питательных веществ (углеводов) из углекислого газа. Необходимые ферментные системы имеются у ряда видов бактерий.

Подобно зеленым растениям, они являются автотрофными организмами, самостоятельно создающими органическое вещество из неорганического.



В дело вступают так же бактерии, работающие с водородом, соединениями азота и метаном. И все они синтезируют органику, органику, органику... Конечно, на голодных глубинах на эту органику немедленно находятся потребители.

**хемотрофами.**

Hydrogen Sulfide

Sulfur  
Compounds

Sugar

Carbon  
Dioxide

Water

**Chemosynthesis**



# БИОГЕОЦЕНОЗ ГОРЯЧИХ ГИДРОТЕРМ

ОСНОВНАЯ ЗОНА ХЕМОСИНТЕЗА



$O_2, CO_2$   
3°C

$O_2, CO_2$   
3°C

ЖИВОТНЫЕ  
СИМБИОТРОФЫ

ЖИВОТНЫЕ  
БАКТЕРИОТРОФЫ

Сорг.



Сорг.

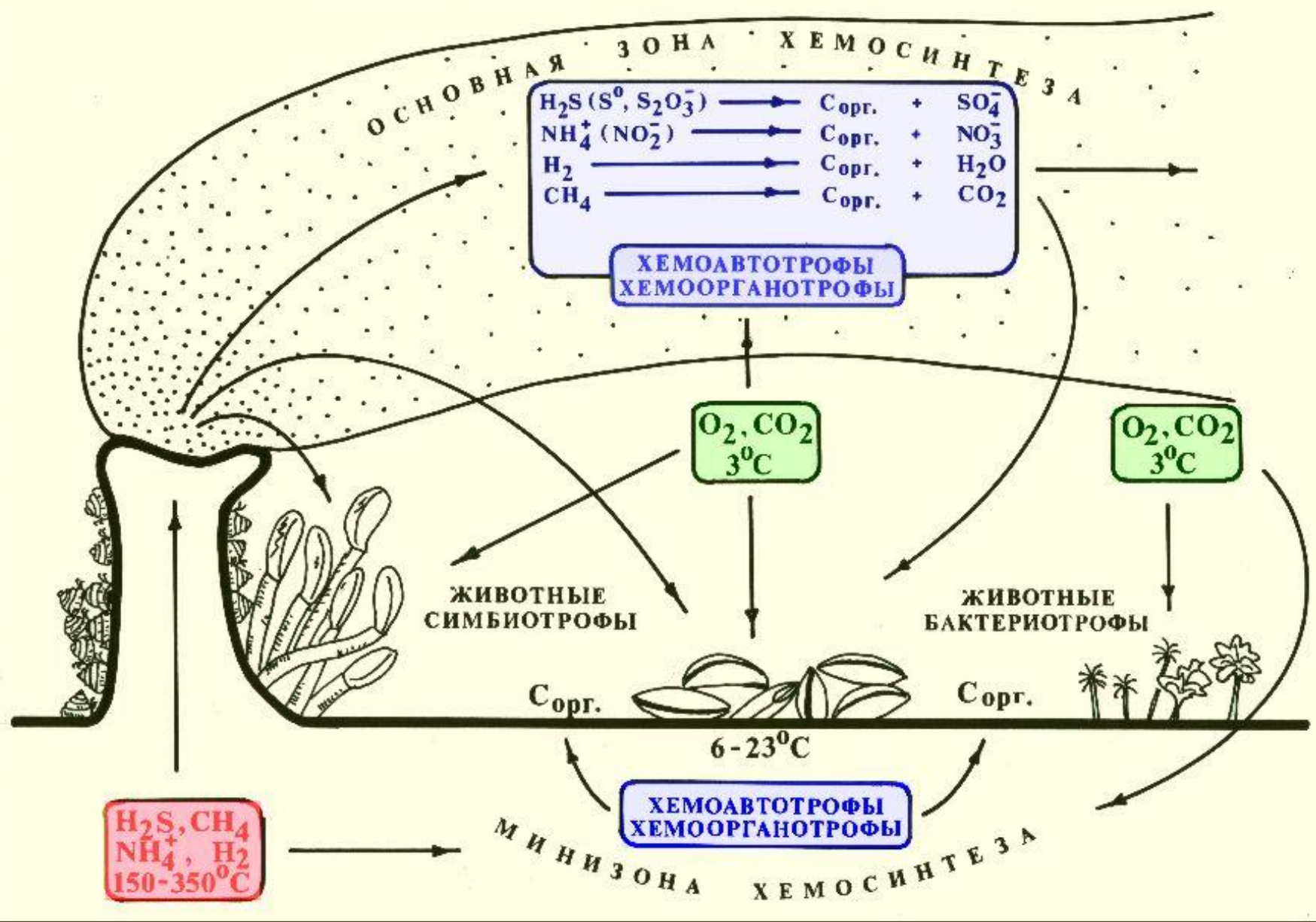


6-23°C

ХЕМОАВТОТРОФЫ  
ХЕМООРГАНОТРОФЫ

МИНИЗОНА ХЕМОСИНТЕЗА

$H_2S, CH_4$   
 $NH_4^+, H_2$   
150-350°C



## ФОТОСИНТЕЗ

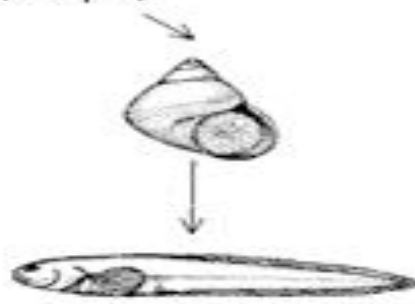
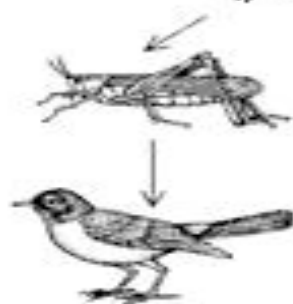


## ХЕМОСИНТЕЗ

сероводород  
горячего источника  
на дне океана



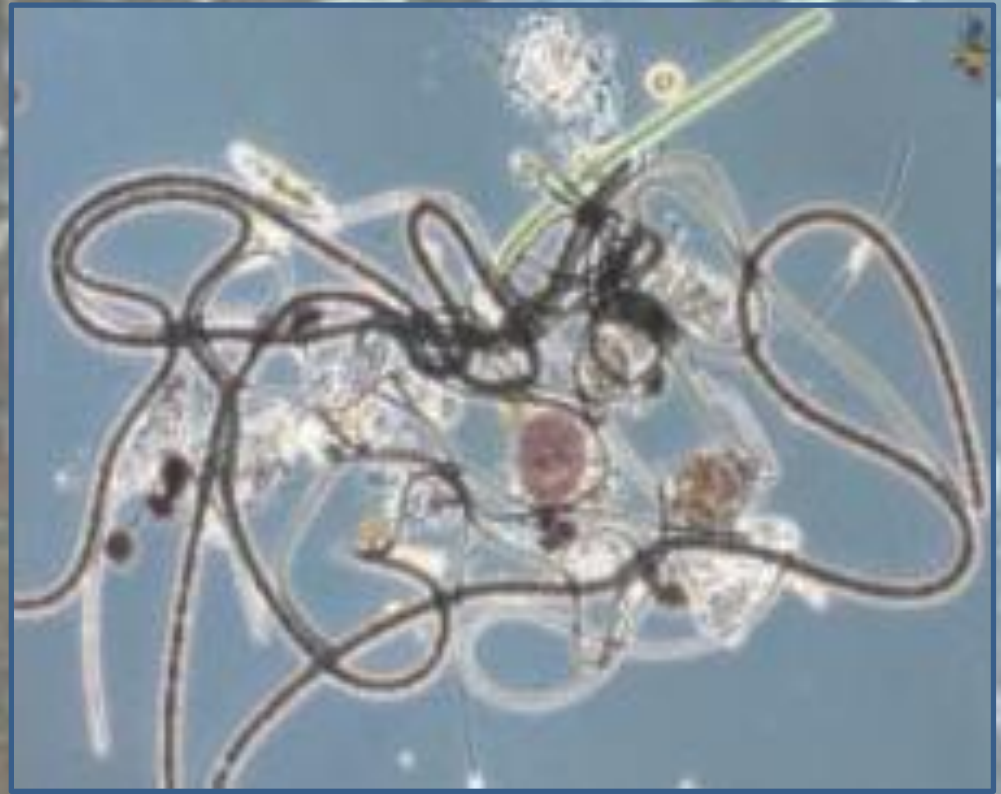
фиксированный углерод  
(углеводы, жиры)





Родился в 1853 в  
России

Умер в 1953 во Франции



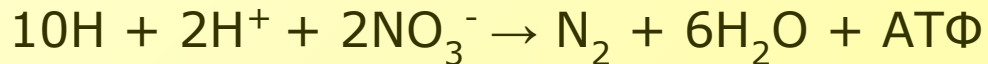
Ещё в 1887 г. русский микробиолог С.Н. Виноградский открыл бактериальный хемосинтез. Оказалось, что некоторые бактерии тоже умеют создавать новое органическое вещество из неорганического, но тратят на это энергию, получаемую не от солнечных лучей, а от химических реакций, при окислении аммиака, водорода, соединений серы, закисного железа и др.



# Анаэробные хемоавтотрофы

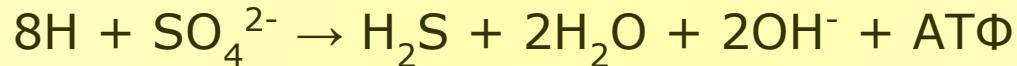
Важное значение в природе имеют бактерии способные **получать энергию из неорганических соединений в условиях отсутствия кислорода.**

- **Денитрифицирующие бактерии** способны восстановить нитраты до газообразного азота и закиси азота:



В отсутствии данных бактерий содержание азота в атмосфере уменьшилось бы и рост растений и биомассы на Земле остановился.

- **Сульфатредуцирующие бактерии** способны образовывать сероводород из сульфата:



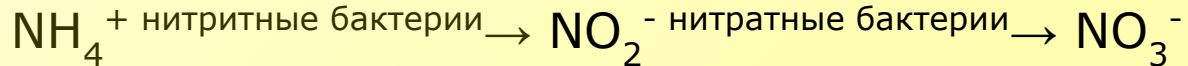
Водород для этой реакции бактерии берут из продуктов гликолиза. Энергия, которая запасается в этом процессе, используется для синтеза органических соединений.

Эти бактерии встречаются сероводородном иле (например, в Черном море на глубине более 200м). Большинство месторождений серы – это биогенные отложения серы.

# Аэробных хемоавтотрофы

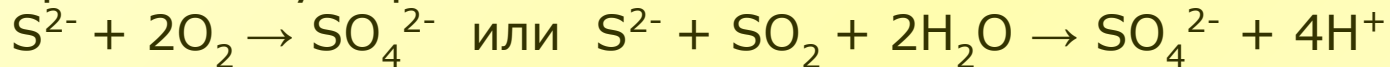
Появившийся в атмосфере Земли молекулярный кислород выступал в качестве сильного окислителя. Одним из первых стали использовать аэробный обмен бактерии, окисляющие неорганические соединения азота, серы, железа.

- **Нитрифицирующие бактерии** – окисляют аммиак до нитратов.



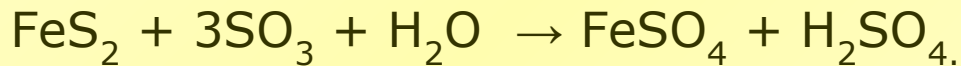
Несмотря на присутствие кислорода в реакциях окисления аммиака, энергетический баланс у нитрифицирующих бактерий оказался очень низким.

- **Серные бактерии** – способны окислять соединения серы, образуя в конце реакции сульфаты:



Многие серные бактерии живут в экстремальных условиях горячих серных вулканических источников. Они выдерживают температуру до 75°C и способны окислять серу или сероводород до серной кислоты. Эти бактерии называются термофилами.

- **Железобактерии** – способны окислять двухвалентное железо до трехвалентного.



Железобактерии живут в рудничных водах, содержащих различные соединения металлов, в том числе и железа. Человек использует свойства этих бактерий при обогащении руд для получения меди, цинка, молибдена.

[http://www.moscowuniversityclub.ru/article/img/11395\\_57360935.gif](http://www.moscowuniversityclub.ru/article/img/11395_57360935.gif) фон

<http://www.photolib.noaa.gov/bigs/nur04510.jpg> КУРИЛЬЩИКИ

[http://hartm242.files.wordpress.com/2011/06/chemosynthesis\\_lg.jpg](http://hartm242.files.wordpress.com/2011/06/chemosynthesis_lg.jpg) молекулы

<http://www.iemrams.spb.ru/russian/director/vinogradski.htm> Виноградский С.Н.

<http://bio.1september.ru/2001/24/6.gif> пищевая цепь

<http://tupoebydlo.livejournal.com/2998.html> живой журнал