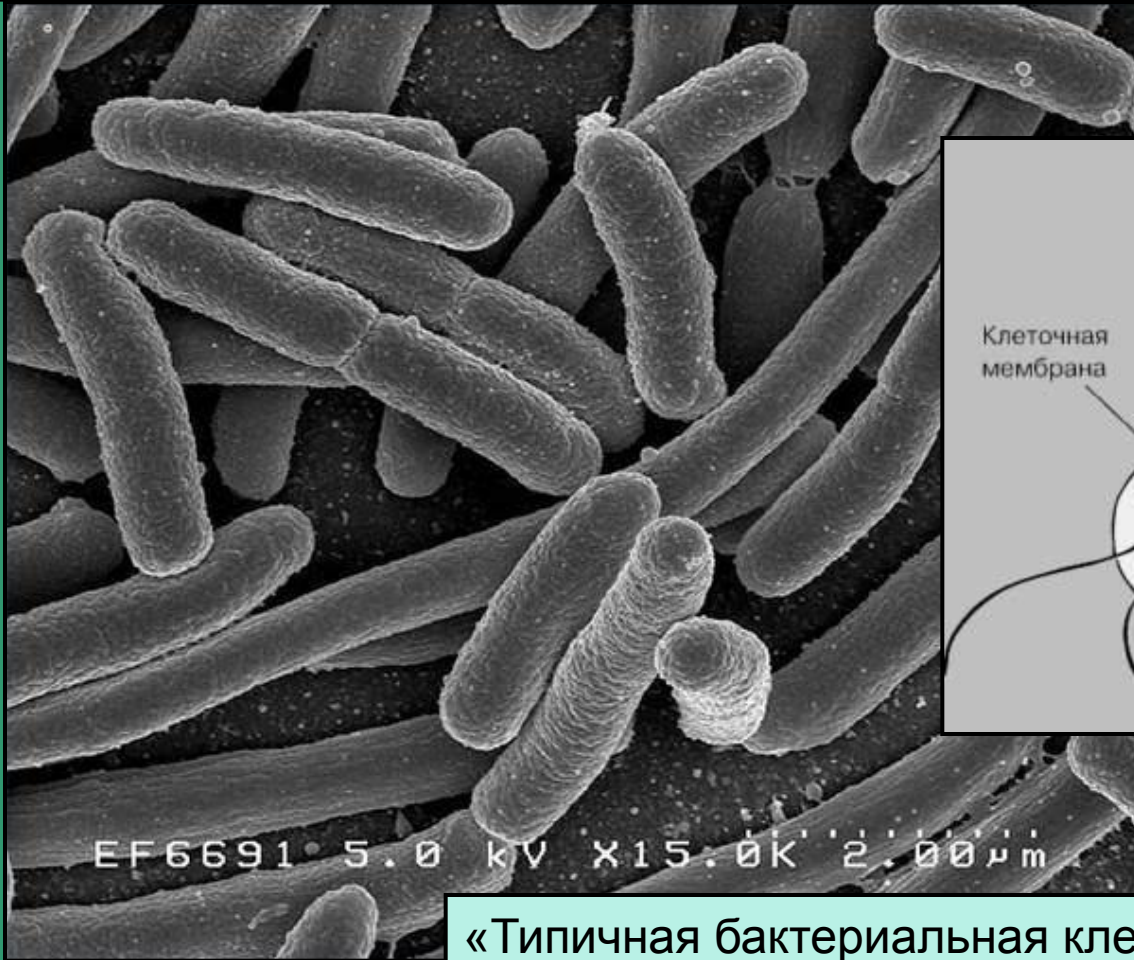


# ПАЛЕОНТОЛОГИЯ

## Бактериальная палеонтология

Бактерии, ранее считавшиеся микроскопическими растениями, сейчас выделены в самостоятельное **царство Monera** (растения, животные, грибы, протисты, бактерии)

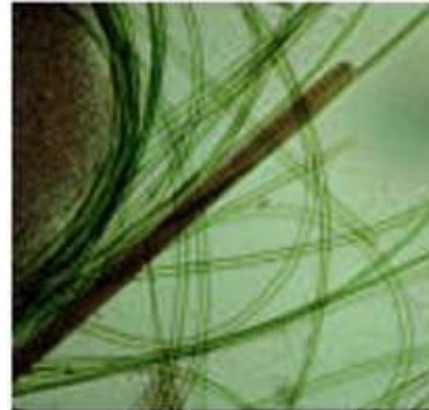


«Типичная бактериальная клетка и ее основные структуры»

### Нитчатая цианобактерия

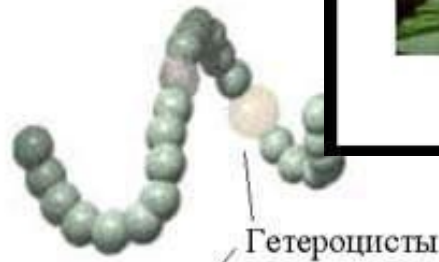
#### *Oscillatoria*

Фиксирует азот на свету в анаэробных условиях.  
При появлении кислорода в среде азотфиксация прекращается,  
начинается фотосинтез.



### Цианобактерия *Anabaena*

- единственный организм,  
способный одновременно и  
к фотосинтезу, и к фиксации  
азота



**Экология.** Бактерии встречаются в почве, на дне озер и океанов – повсюду, где накапливается органическое вещество. Они живут в холоде, когда столбик термометра чуть превышает нулевую отметку, и в горячих кислотных источниках с температурой выше 90° С. Некоторые бактерии переносят очень высокую соленость среды; в частности, это единственные организмы, обнаруженные в Мертвом море. В атмосфере они присутствуют в каплях воды, и их обилие там обычно коррелирует с запыленностью воздуха. Так, в городах дождевая вода содержит гораздо больше бактерий, чем в сельской местности. В холодном воздухе высокогорий и полярных областей их мало, тем не менее они встречаются даже в нижнем слое стратосферы на высоте 8 км. Густо заселен бактериями (обычно безвредными) пищеварительный тракт животных. Эксперименты показали, что для жизнедеятельности большинства видов они не обязательны, хотя и могут синтезировать некоторые витамины. Однако у жвачных (коров, антилоп, овец) и многих термитов они участвуют в переваривании растительной пищи. Кроме того, иммунная система животного, выращенного в стерильных условиях, не развивается нормально из-за отсутствия стимуляции бактериями. Нормальная бактериальная «флора» кишечника важна также для подавления попадающих туда вредных микроорганизмов.

# СТРАТИГРАФИЧЕСКИЕ И ГЕОХРОНОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ ДОКЕМБРИЯ

Важность изучения докембрия:

- 1) 20% площади суши,
- 2) связь с многими полезными ископаемыми,
- 3) важные геологические события – зарождение атмосферы, гидросферы и жизни на Земле, т.е. **БИОСФЕРЫ**

EONOTHEM EON		ERATHEM ERA	SYSTEM PERIOD	AGES (Ma) S/C	NOTATION SYSTEM	NOTATION ERA		
<b>PRECAMBRIAN P&amp;E</b>	<b>PROTEROZOIC PR</b>	<b>NEOPROTEROZOIC</b>	Neoproterozoic III	540		<b>NP<sub>3</sub></b>	<b>NP</b>	
			Cryogenian	650	GSSA	<b>NP<sub>2</sub></b>		
			Tonian	850	GSSA	<b>NP<sub>1</sub></b>		
		<b>MESOPROTEROZOIC</b>	Stenian	1000	GSSA	<b>MP<sub>3</sub></b>	<b>MP</b>	
			Ectasian	1200	GSSA	<b>MP<sub>2</sub></b>		
			Calymmian	1400	GSSA	<b>MP<sub>1</sub></b>		
			Statherian	1600	GSSA	<b>PP<sub>4</sub></b>		<b>PP</b>
			Orosirian	1800	GSSA	<b>PP<sub>3</sub></b>		
			Rhyacian	2050	GSSA	<b>PP<sub>2</sub></b>		
	Siderian	2300	GSSA	<b>PP<sub>1</sub></b>				
	<b>ARCHEAN AR</b>	NEOARCHEAN	No subdivision into periods	2500	GSSA		<b>NA</b>	
		MESOARCHEAN		2800			<b>MA</b>	
		PALEOARCHEAN		3200			<b>PA</b>	
		EOARCHEAN		3600			<b>EA</b>	

## Последовательность становления органического мира

1. Появление разных групп бактерий (**хемотрофы**) – **4-3.8 млрд.л**
2. Прокариотные цианобактерии – **3.8 -3.5 млрд.л**
3. Одноклеточные эукариоты - **2.7 млрд.л**
4. Грибы – не позднее **2.4 млрд.л**
5. Многоклеточные водоросли и низшие Metazoa (ацеломаты) – **до 2.1 млрд.л**
6. Целоматы древние - **1.6 -1.5 млрд.л**

**Биосфера сначала была прокариотной, затем промежуточной и эукариотной**

В архее (**2.8** млрд.л и древнее) атмосфера Земли была водородно-сероводородно-метановая, без свободного  $O_2$ . Его появление ~ в период **2.8-2.2** млрд.л

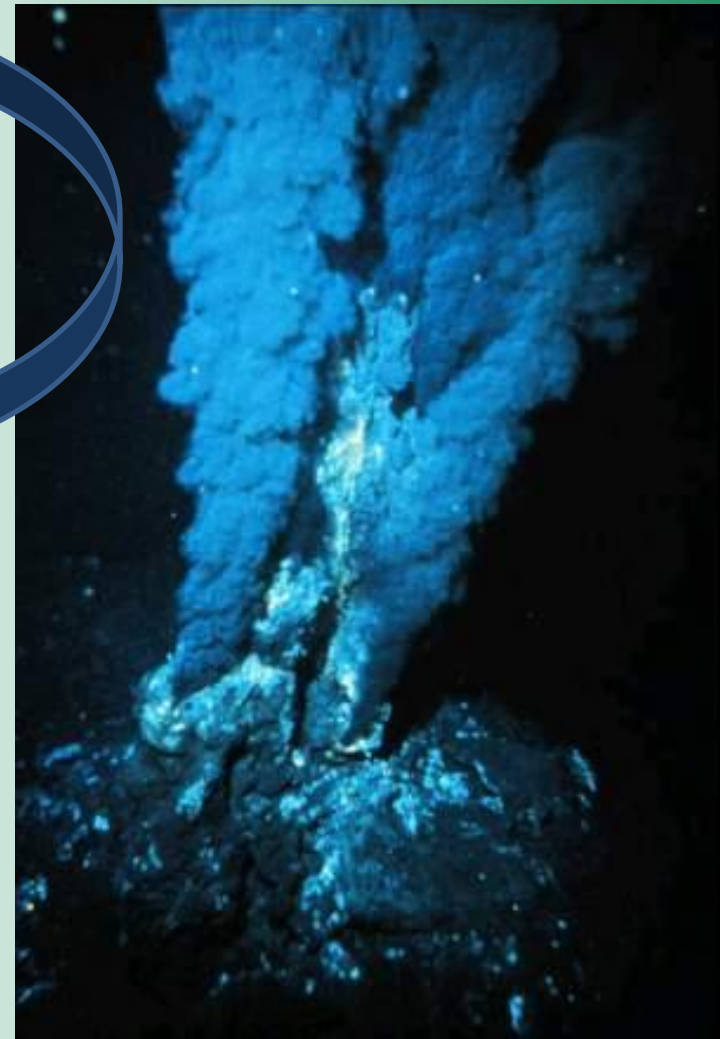
Открытие «черных курильщиков» с жизнью на дне океана с обилием метана и сероводорода, где нет света и есть только хемосинтез

**ГИПОТЕЗА**

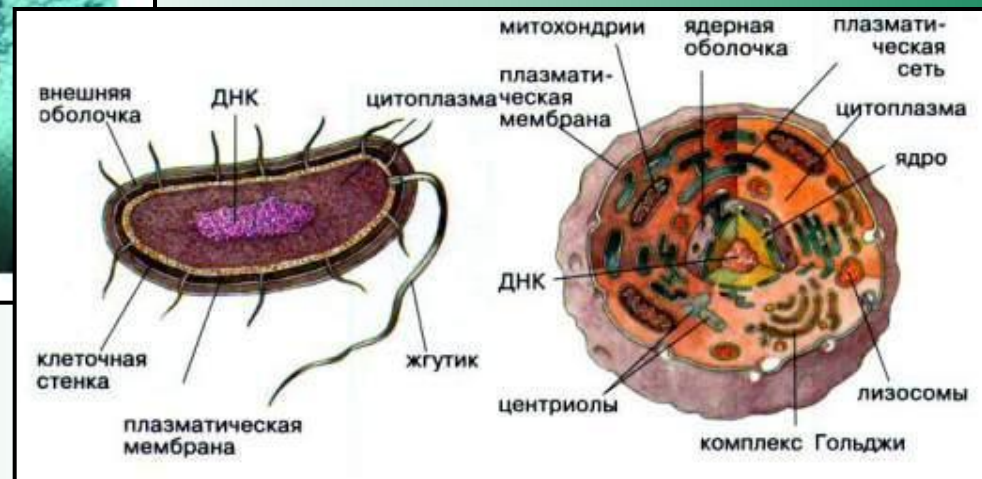
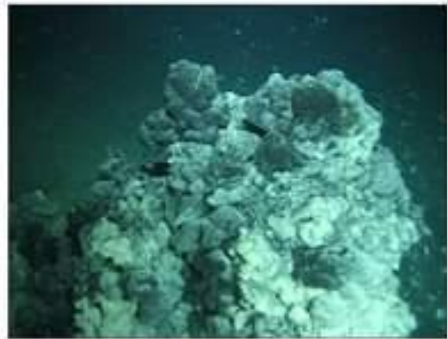


Модель древней атмосферы Земли, когда развивались хемосинтезирующие бактериальные сообщества

Немецкие химики показали, что в гидротермальных источниках при температуре выше 80 градусов может происходить абиогенный синтез органических веществ, в частности аминокислот, из угарного газа, цианистого водорода и других неорганических соединений. Это открытие — важный аргумент в пользу гипотезы, согласно которой жизнь на Земле зародилась в горячих вулканических источниках.

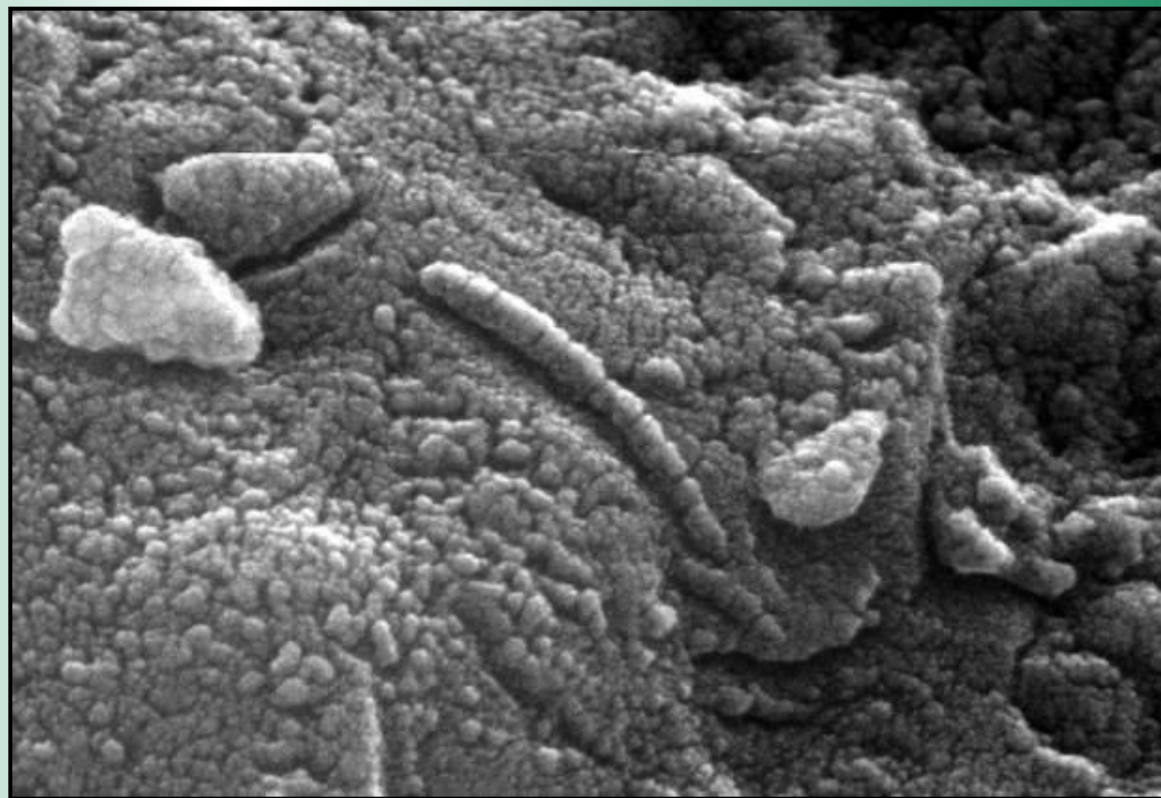
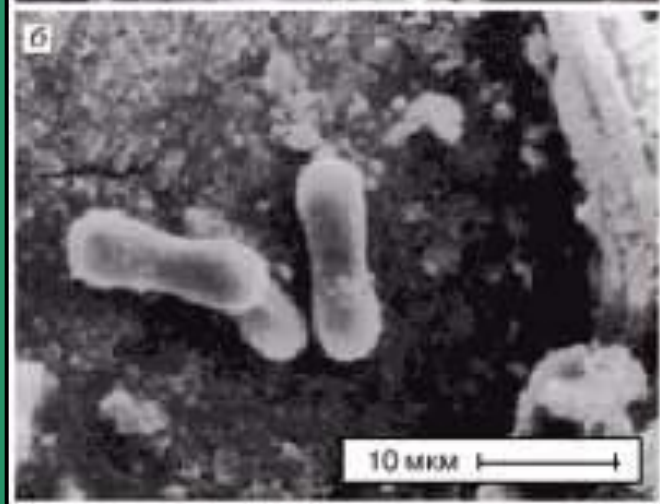


На снимке: «облако» сульфида железа поднимается над выходом горячих вод на морском дне



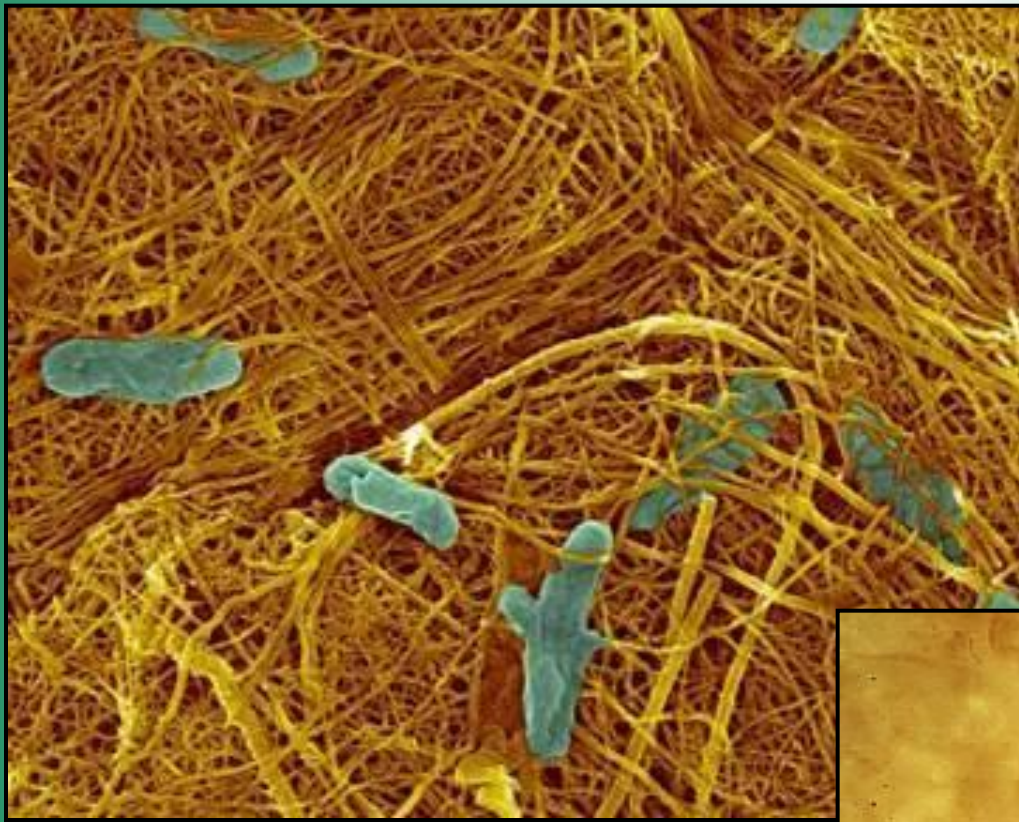
Самые первые клетки, **прокариоты** (слева), были крайне примитивны. Все содержащиеся в них химические вещества, включая ДНК с генетическим кодом, были перемешаны и разбросаны по всей клетке. В более поздних - эукариотных - клетках (справа) имелись маленькие внутренние отделения с собственной оболочкой. Они содержали химические вещества для определенных реакций, причем в каждом из них была именно та среда, которая необходима для наиболее быстрого течения данной реакции. ДНК была сосредоточена в хромосомах, находящихся внутри клеточного ядра, окруженного ядерной оболочкой. Ядро управляло всей жизнедеятельностью клетки.

**Ископаемые бактерии:** а - нитчатые (Монголия, нижний кембрий)  
б - гантелевидные (Казахстан, нижний кембрий).

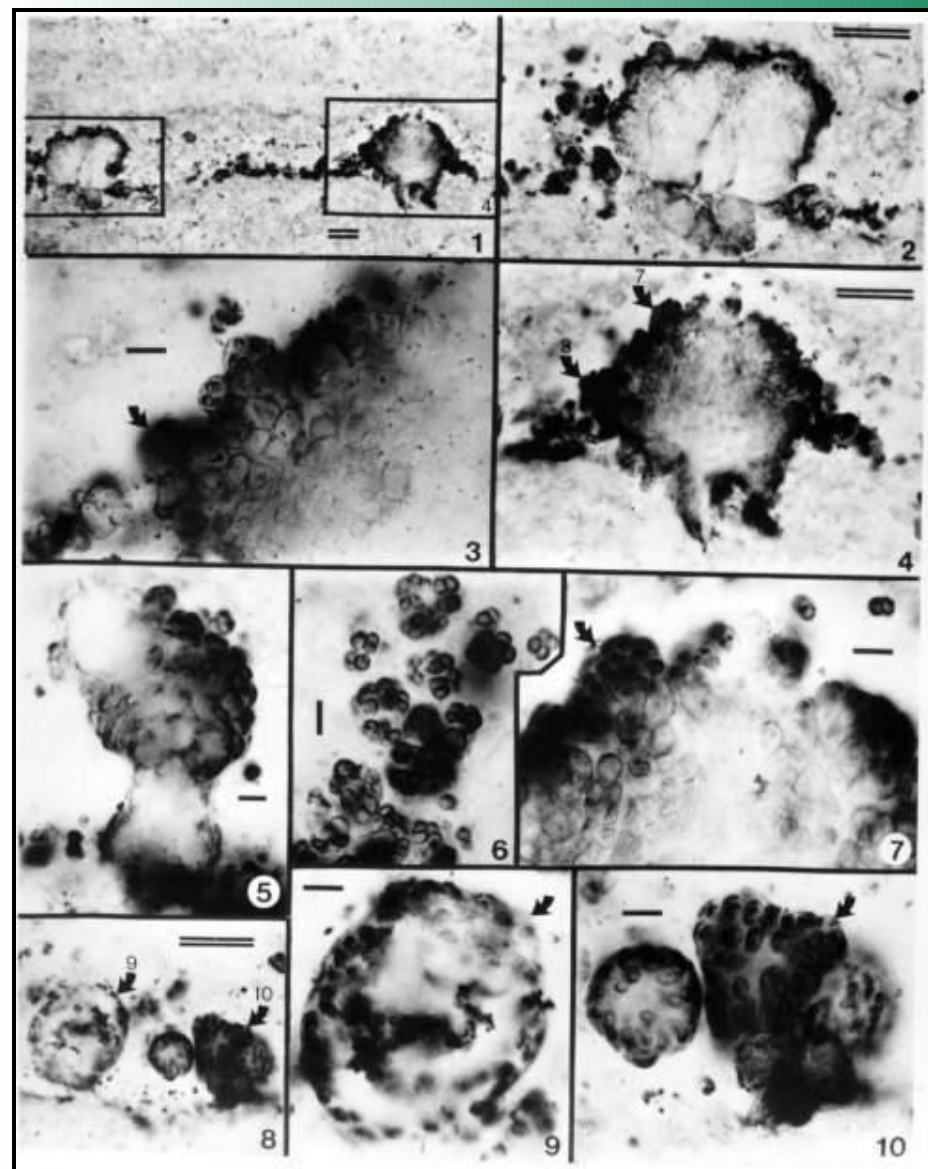
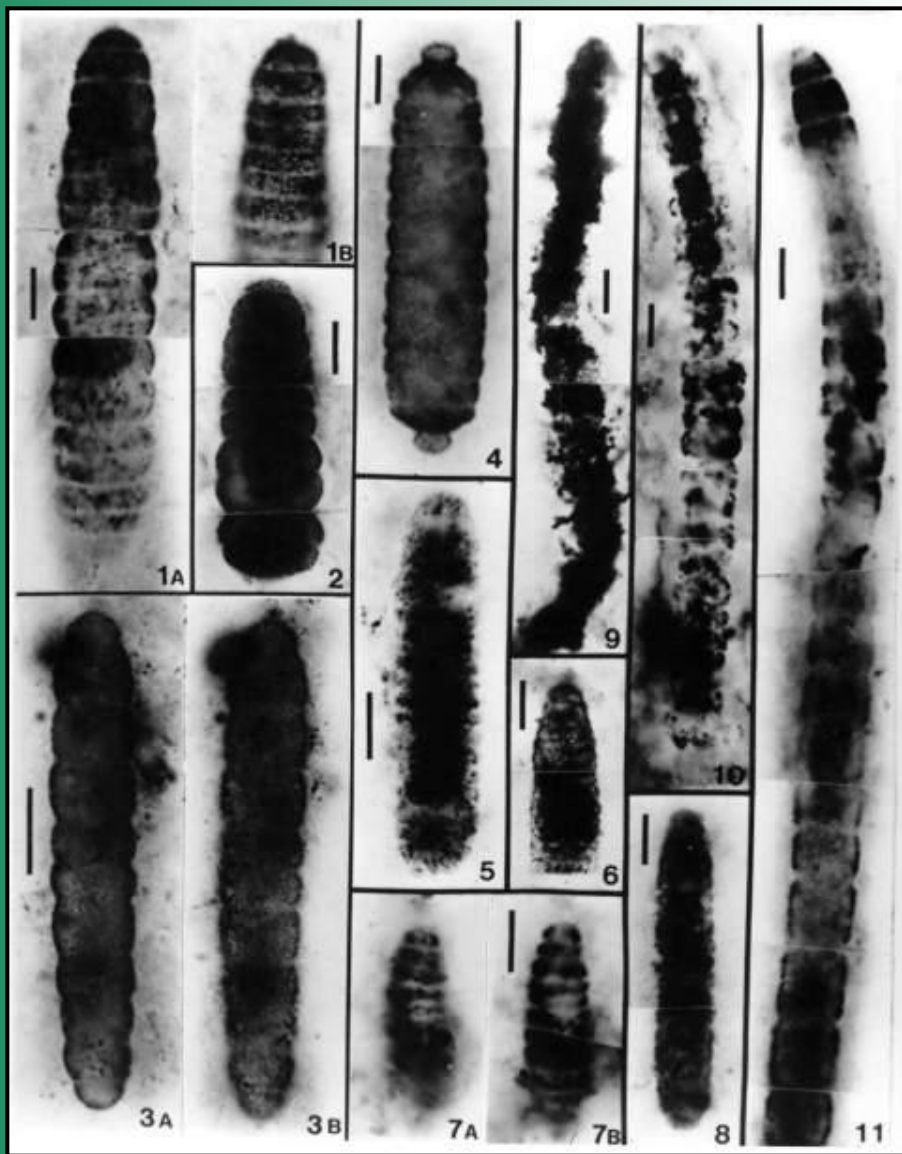



**марсианский метеорит**





Докембрийские и кембрийские бактерии из кремней





В 90-е годы XX века немецкие исследователи обнаружили, что **пурпурные бактерии** — микроорганизмы, способные окислять Fe без участия кислорода (в ходе анаэробного фотосинтеза, используемого ими для получения энергии из света и двуокиси углерода)

Полосчатые железорудные формации = **ПЖФ** (в них чередуются слои — полосы — оксида железа и кварца). Джеспилиты (*jaspes* –яшма)


**Недавние опыты** (Калифорнийский технологич.ин-т, Университет Тюбингена и Университета Альберты), подтвердили тот факт, что слои оксида железа в ПЖФ могли появляться в результате деятельности пурпурных бактерий. Толщина слоя пурпурных бактерий, который был бы необходим для полного окисления проходивших через него частиц железа должна составлять около 17 метров (сейчас бактериальные слои такой толщины можно найти, например, в Черном море).

Фоссилии ископаемых бактерий из марганцевых руд



20kV X700 20µm 0000 15 30 BES

This scanning electron micrograph shows a dark, elongated, and somewhat irregular fossilized structure against a lighter, granular background. The structure appears to have some internal texture or segmentation. A scale bar at the bottom indicates 20 micrometers.



20kV X2,000 10µm 0000 15 30 BES

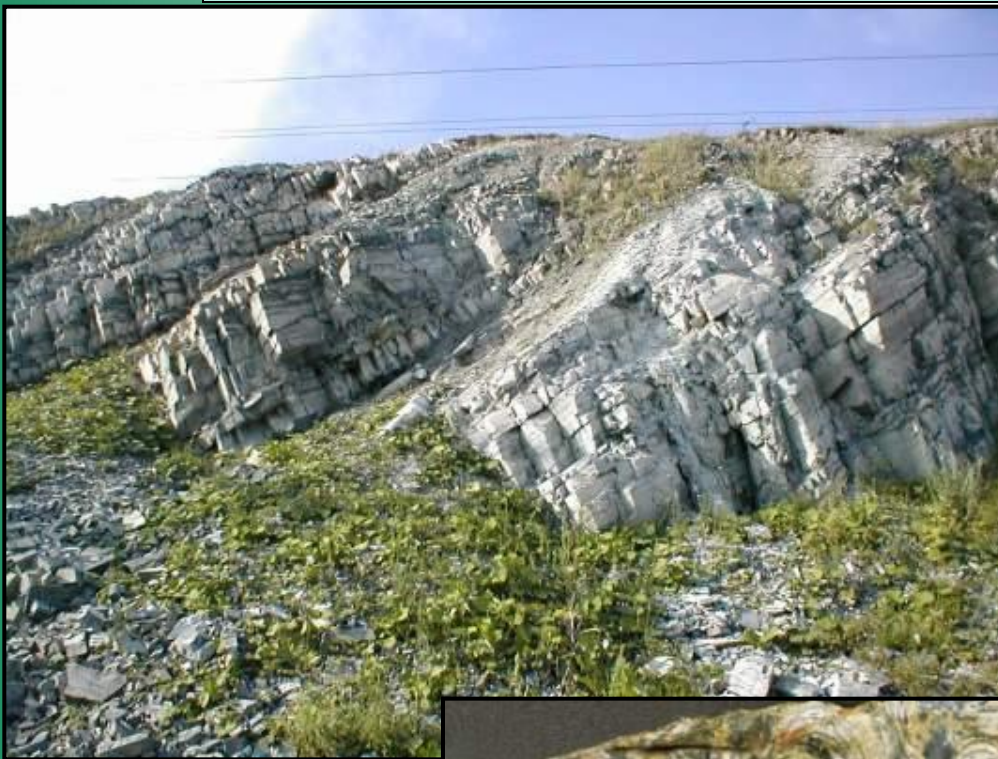
This SEM image provides a closer view of the fossilized structure, showing its elongated, slightly curved form and some surface detail. The background is more clearly visible as a porous, mineral matrix. A scale bar at the bottom indicates 10 micrometers.



20kV X4,000 5µm 0000 15 30 BES

This high-magnification SEM image shows a single, rounded, circular fossilized structure with a distinct rim or wall. It is attached to a larger, more complex structure. The surface appears relatively smooth. A scale bar at the bottom indicates 5 micrometers.

# Рифейские строматолиты Урала (Усть-Катавский, Бакальский р-н)



Строматолит из верхнепермских пород (Татарстан)



Казанский  
Строматолит

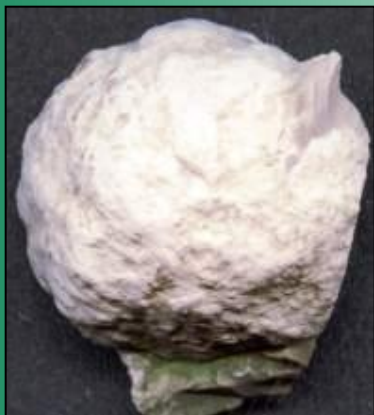
# Современные строматолиты – постройки циано-бактериальных сообществ



специфичные сложные формы хемо-бактериального происхождения  
Представлены опал-доломитовой ассоциацией, вмещающие породы биохемогенно-осадочный  
доломит  
(Правый берег р. Волга, Татарстан, верхнепермские отложения)







Опал-доломит



целестин



Исследования методом электронного парамагнитного резонанса (ЭПР) этих объектов показали, что в их минеральных матрицах содержатся остатки ископаемых органических веществ низких степеней метаморфизма.



верхнепермские отложения

# Доломитовые обособления на правом берегу р. Волги

(республика Татарстан)



верхнепермские отложения

# Синтез жизни и минералогии

Современное естествознание выдвигает великую проблему XXI в. - ***стремление объяснить все живое на основе физики и химии, включая и происхождение жизни***

**Ученые приходят к выводу, что на биологическом уровне не зарождается ничего принципиально нового, а все нисходит к миру атомов и молекул. Происходит лишь усложнение системы за счет комбинирования иерархического множества подсистем**

[Lima-de-Faria, 1988, 1995, 1997; Лима-де-Фария, 1991; Yushkin, 2000; Гинзбург, 2001; Berg, 2000].

# Модели предбиологических организмов. Минеральный организмобиоз

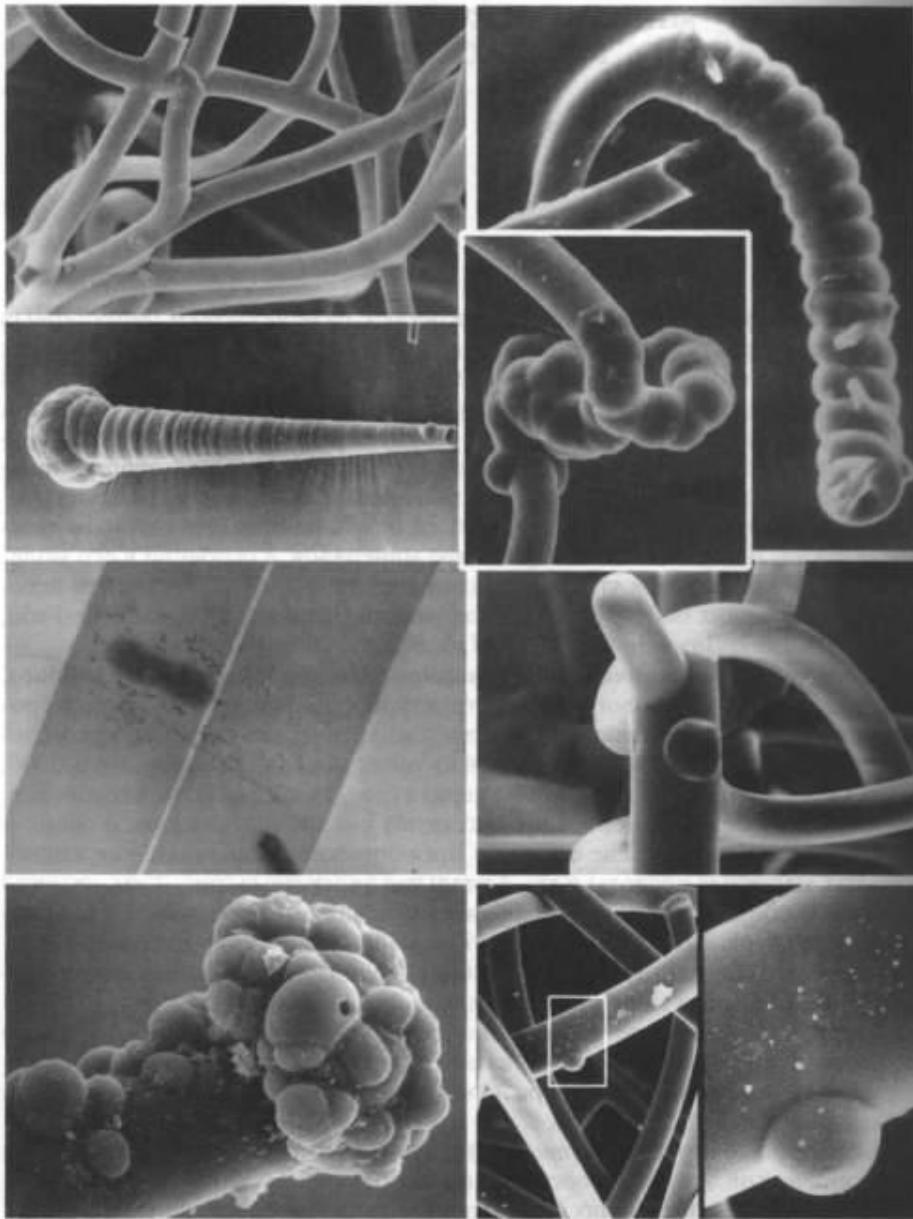


Рис. 1. Кристаллы фиброкерита – возможные модели предбиологических систем  
Сканирующий электронный микроскоп, диаметр волокон ~15 мкм



Рис. 5. Простейший биоорганизм *Mycoplasma genitalium*

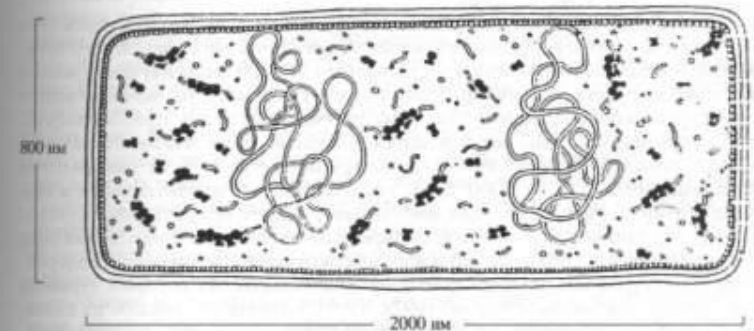


Рис. 6. Бактериальная клетка *Echericia coli* – мечта нанотехнолога