

# Планета бактерий и роль микробов в истории биосферы



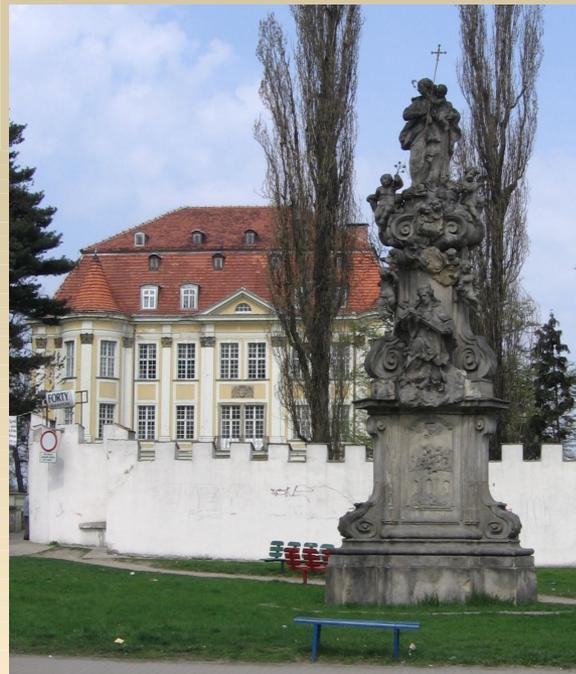
*Колотилова Н.Н.  
Университетские субботы  
14 октября 2017 г.,  
МГУ имени М.В.Ломоносова*



*По прошествии 50 лет блужданий в стороне от торных путей, подальше от main stream, я обнаружил, что постоянно шел к одной цели – к пониманию того, что представляет собой **«планета бактерий»**.*

*Г.А.Заварзин*

# «Чумные» и «холерные» столбы в Европе



# Микроорганизмы в пищевой промышленности



# Очистные сооружения: отстойники, аэротенки, метантенк

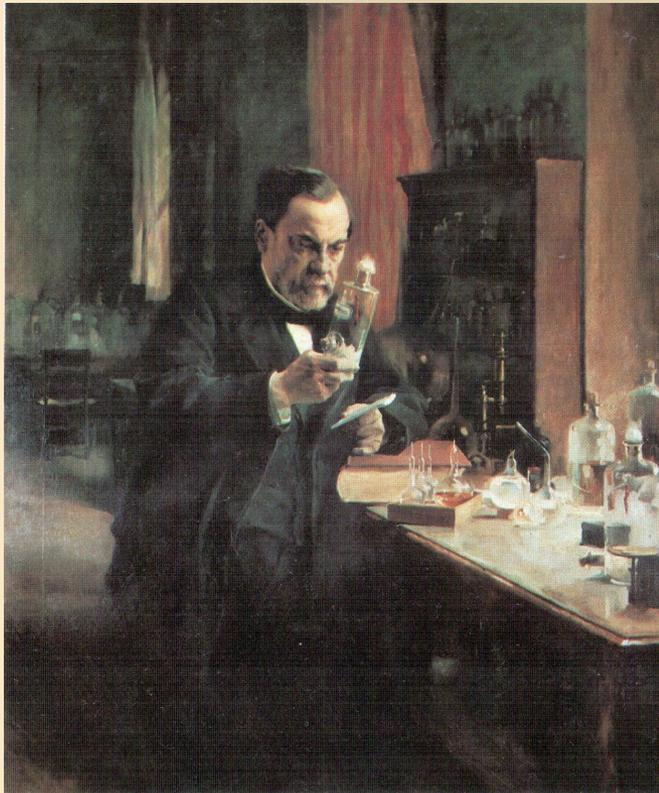


# Гейзер в Йеллоустоунском парке



# Луи Пастер (1822-1895)

*«Роль бесконечно малых в природе представляется мне бесконечно большой...»*



*Основные открытия:*

1847 – молекулярная  
дисимметрия

1857 – брожения

1862 – самопроизвольное  
зарождение

1863 – исследования вина

1865 – болезни шелковичных  
червей

1871 – исследования пива

1877 – заразные болезни

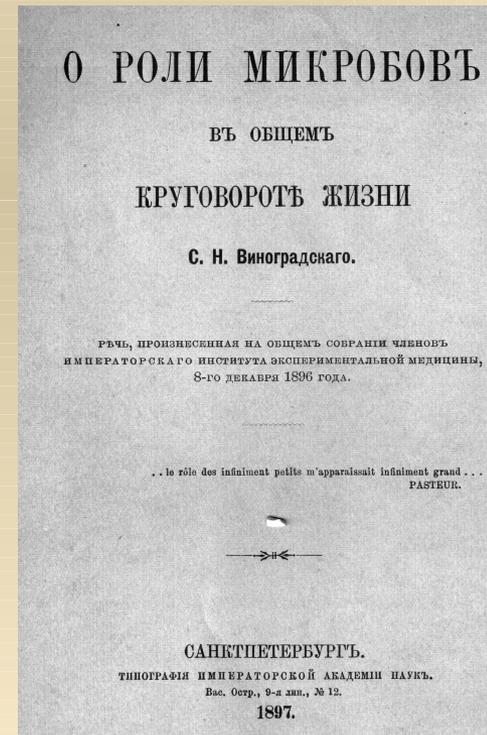
1880 – вакцинация

1885 – профилактика  
бешенства

# Сергей Николаевич Виноградский (1856-1953)

*«В результате моих работ создавалась новая ветвь наук, которую я назвал *Microbiologie oecologique*, и ей положено прочное основание».*

С.Н.Виноградский 1900 г.



**«Функции микробов в природе специализированы; для каждой работы есть свой специалист, приспособивший к ней весь химизм своего существования».**

**«..Совместное присутствие, в особенности, сходных по функции видов в субстрате неизбежно ведет к борьбе за существование...»... «Ею, этой борьбой, поддерживается энергия микробной работы на высоком уровне; данное химическое воздействие всегда будет максимальным, так как данную работу будут всегда исполнять наиболее энергично при данных условиях действующие виды».**

**«В такой связи явлений вся живая материя возстает перед нами как одно целое, как один огромный организм, заимствующий свои элементы из резервуара неорганической природы, целесообразно управляющий всеми процессами своего прогрессивного и регрессивного метаморфоза и, наконец, отдающий все заимствованное назад мертвой природе».**

Виноградский С.Н. О роли микробов в общем круговороте жизни. Речь, произнесенная на общем собрании членов Императорского Института Экспериментальной Медицины 8 декабря 1896 г.

# **О значении работ С.Н.Виноградского**

**Уберите хемосинтез из вашего понимания природы. Вместе с ним из сознания исчезают циклы азота, серы, железа, исчезает воздействие биоты на состав атмосферы, исчезает ранний диагенез осадочных горных пород.**

**Открытие Виноградского стало началом, из которого многими поколениями было выращено современное понимание биосферы, как независимого от нас мира...**

**Оно дало картину мира как единой динамической системы, где микроорганизмы служат катализаторами специфических реакций.  
(Г.А.Заварзин).**

# Георгий Александрович Заварзин (1933 – 2011)



# О значении работ Г.А.Заварзина

Исследования Г.А.Заварзина привели к представлению о *центральной* роли микробного мира в жизни на Земле. Это ведет к смене приоритетов в естествознании. Микроорганизмы создали первичную биосферу, следовательно, именно микробная система должна находиться в центре внимания естествоиспытателей.

Микробиология как  
центральная дисциплина  
биологии

*(Слайды из презентации  
Г.А.Заварзина)*

Заварзин

Георгий Александрович

Лекция биофак МГУ

2009

# Приоритеты значимости в естествознании

(для биологических объектов)

1. Универсальность      организмы
2. Масштабность      потоки вещества
3. Элементарность      невозможность  
упрощения
4. Первичность      эволюционное  
положение
5. Повсеместность      крайние пределы  
жизни

# Численность прокариот

(Whitman W.B., Coleman D.C., Wiebe W.J. Prokaryotes: The unseen majority. //PNAS on line, (1998), 95 (12) : 6578-6583).

Масса прокариот (Пг) 350-500  $C_{орг}$ , 85-130  $N_{орг}$ , 9-14  $P_{орг}$

Продукция  $1.7 \cdot 10^{30}$  клеток/год

		Время удвоения
	$1.2 \cdot 10^{29}$	6-25 суток (200м) 0.8 года (глубже)

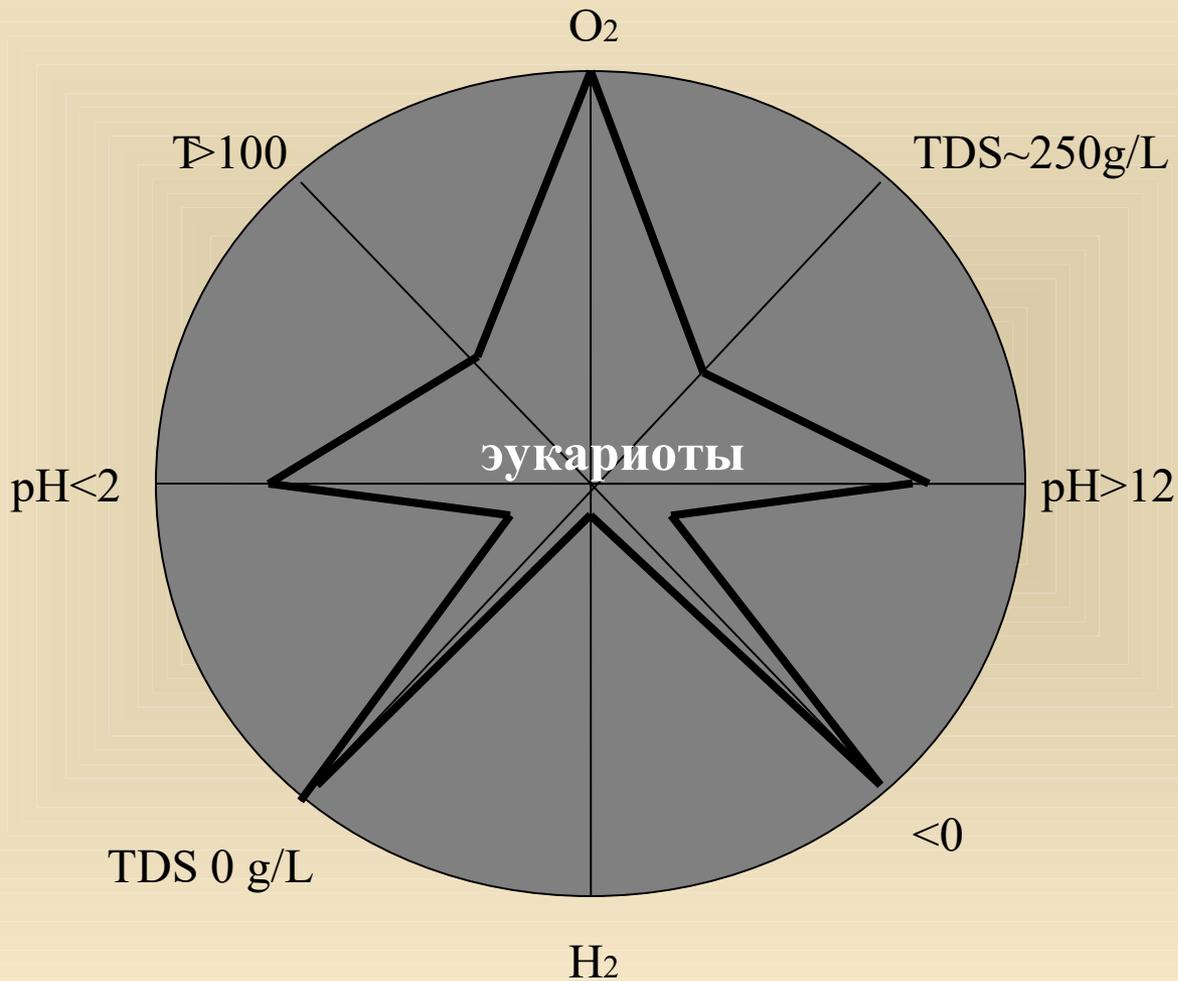
# Время появления групп организмов млрд. лет (Розанов, 2005)

метазоа	1,8-1,5
метафита (водоросли)	2,2-1,9
грибы	2,4-2,2
эукариоты	3,0-2,7
цианобактерии	3,5
бактерии sensu lato	
не позднее	3,8

*Время преобладания групп в биосфере дается по  
большинству источников много позже*

# Области жизни прокариот и эукариот

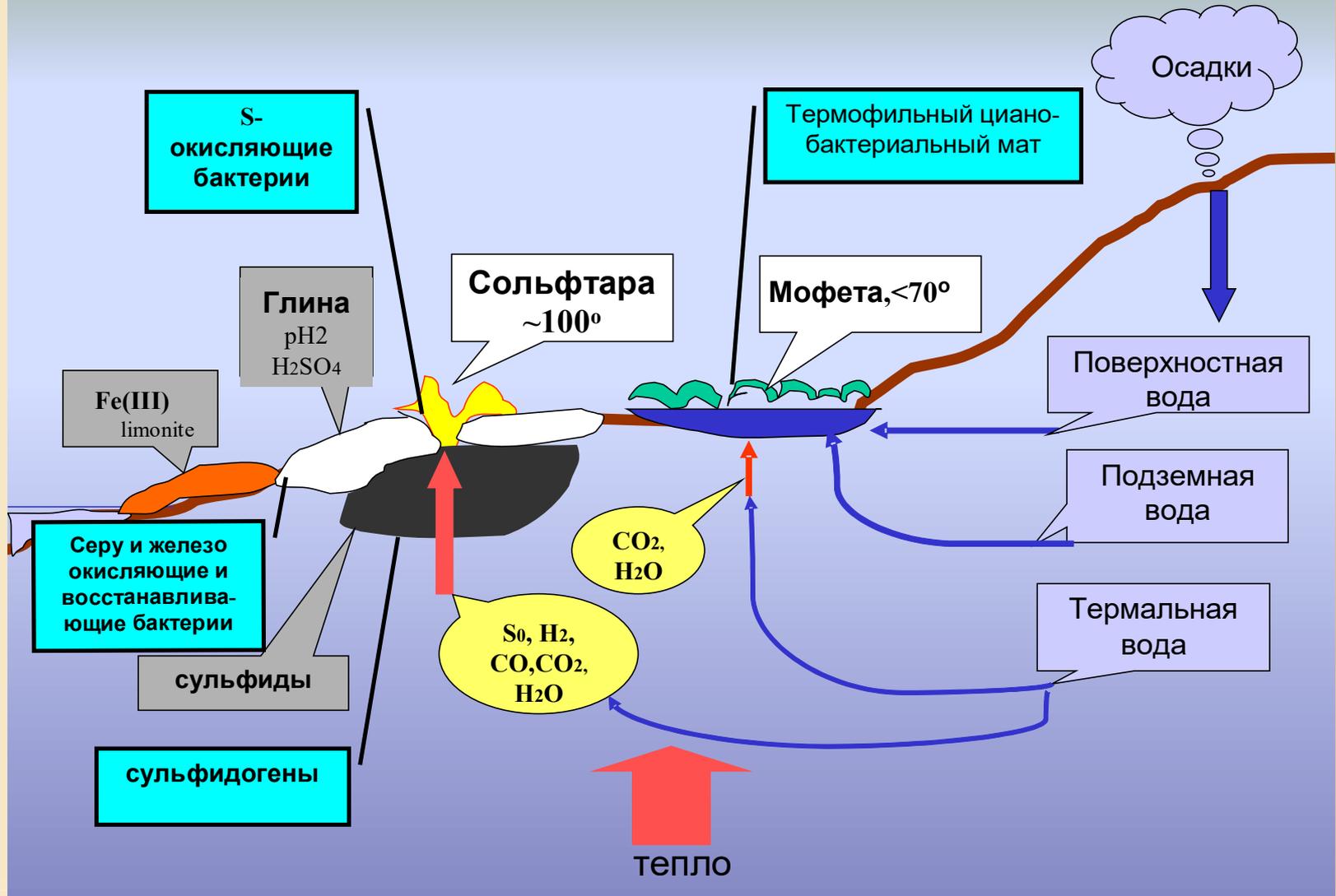
(из презентации академика Г.А.Заварзина)



# Экстремальные местообитания: соленые и содовые озера, термальные источники



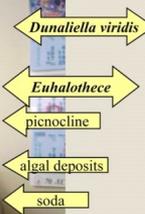
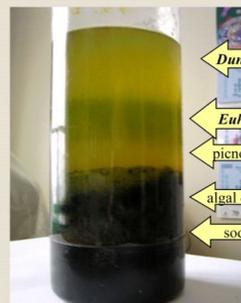
# Микробное сообщество на термальной площадке



# Содовые озера



Микрокосм из Магади. Опыт Г.А. Заварзина 1991-2011 гг.



13.4.10.  
 Эндокартинское соевое  
 сообщество из Магади.

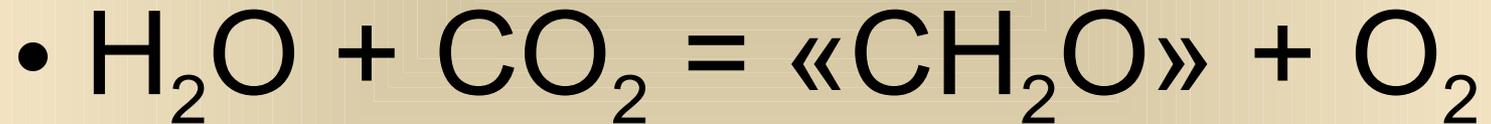
1. Под действием силы гравитации в воде образуются различные слои. В верхней части находится слой Dunaliella viridis, в нижней - Euhalothece. В центре находится слой picnocline, в котором находятся различные микроорганизмы. В нижней части находится слой algal deposits, в котором находится soda.

2. Ветер дунейдр Магади с пылью попадает на твердую почву Dunaliella образует форму, известную как - галлы. Ветер дунейдр Магади образует различные формы в различных частях почвы; в почвах холодно-ксерофильно дунейдр.

DATE	TEMP	SALINITY	DUNALIELLA	EUHALOTHECE	PICNOCLINE	ALGAL DEPOSITS	SODA
1991-01-01	15.0	25.0	100	0	0	0	0
1991-02-01	15.0	25.0	100	0	0	0	0
1991-03-01	15.0	25.0	100	0	0	0	0
1991-04-01	15.0	25.0	100	0	0	0	0
1991-05-01	15.0	25.0	100	0	0	0	0
1991-06-01	15.0	25.0	100	0	0	0	0
1991-07-01	15.0	25.0	100	0	0	0	0
1991-08-01	15.0	25.0	100	0	0	0	0
1991-09-01	15.0	25.0	100	0	0	0	0
1991-10-01	15.0	25.0	100	0	0	0	0
1991-11-01	15.0	25.0	100	0	0	0	0
1991-12-01	15.0	25.0	100	0	0	0	0

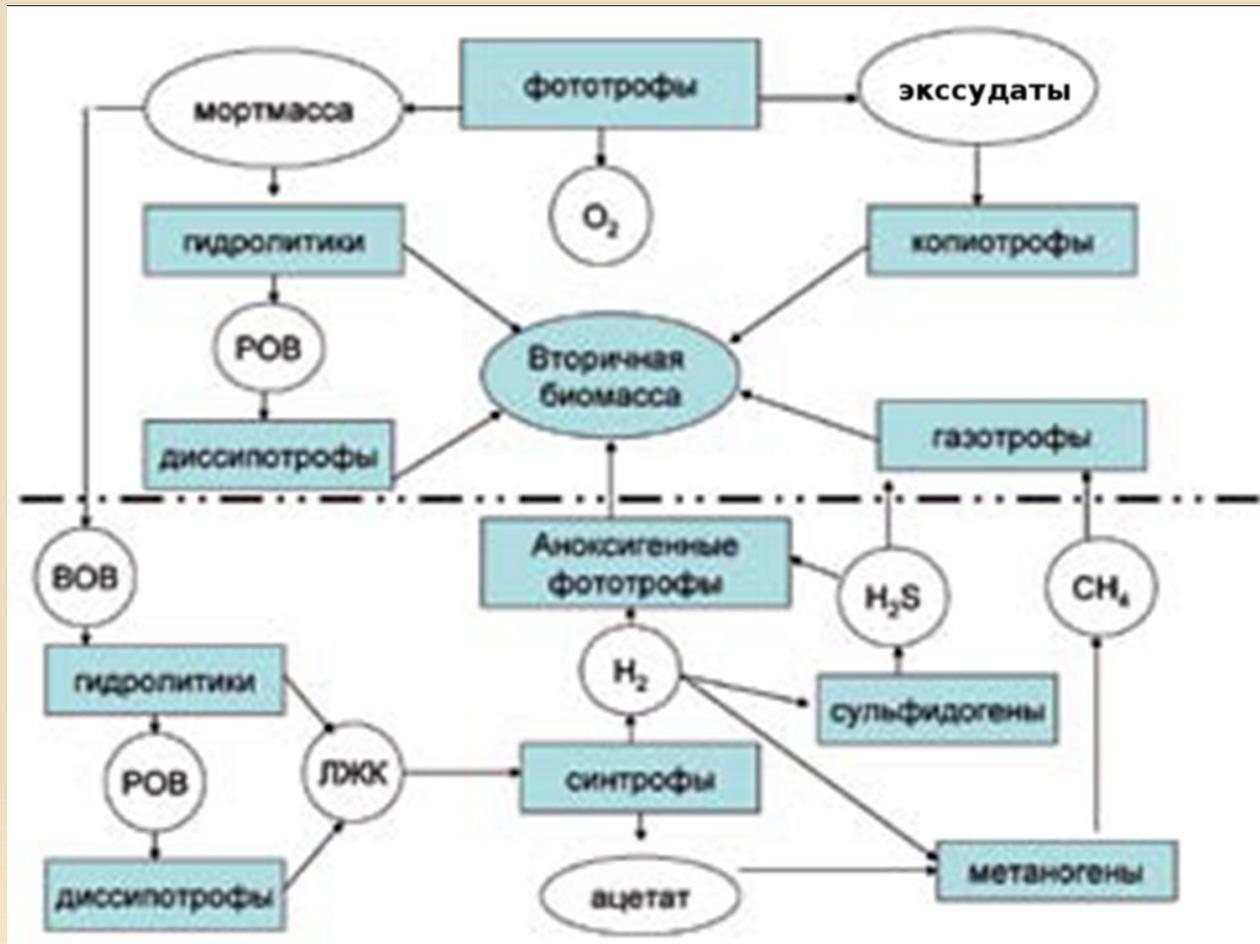
# «Круговорот углерода»

- Фотосинтез



- Дыхание (деструкция)

# Трофическая структура микробного сообщества

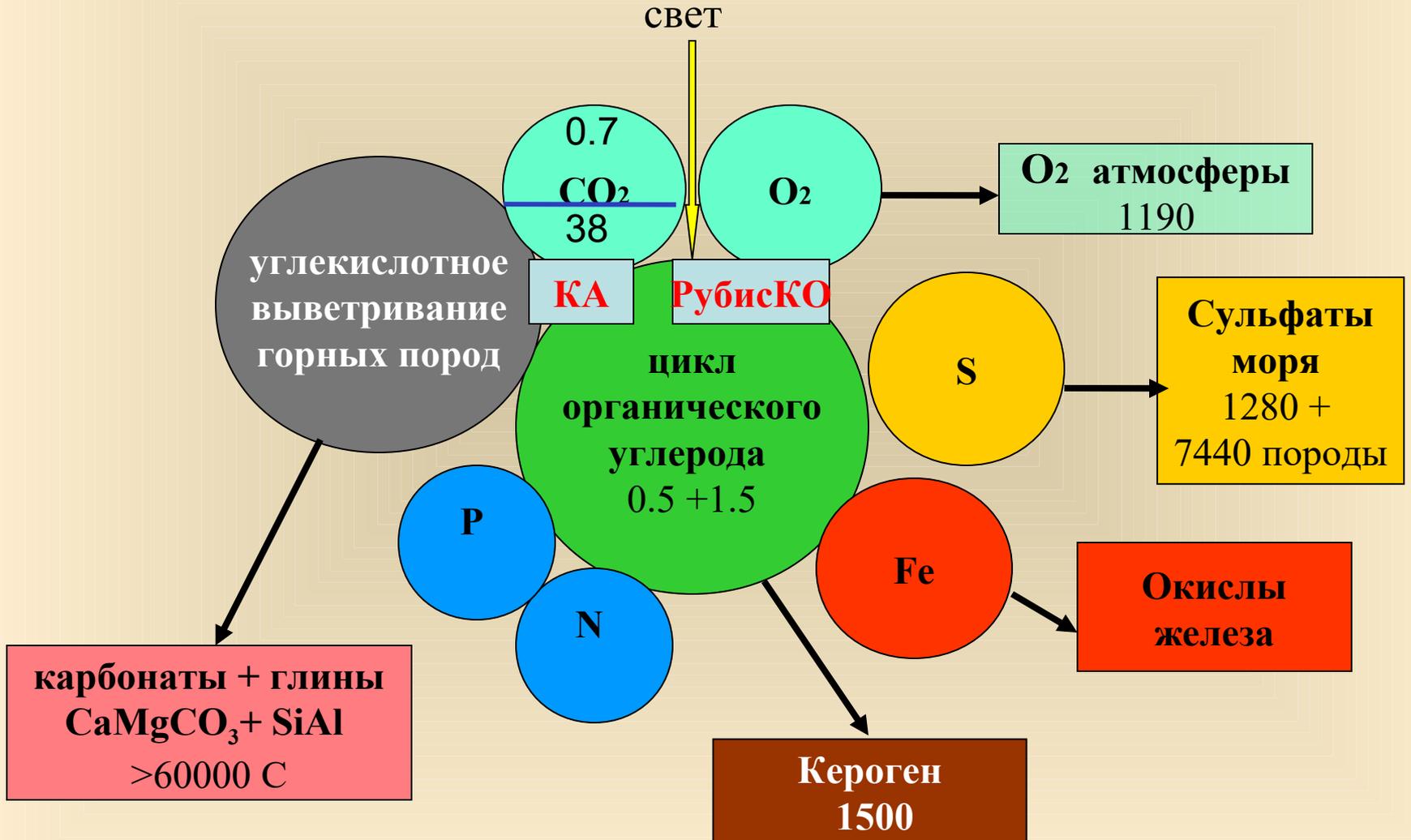


# Соотношение Редфилда (для биомассы морского фитопланктона)



# Сопряжение биогеохимических циклов

резервуары  $10^{18}$ г элемента



# Биоценоз глубоководных горячих гидротерм

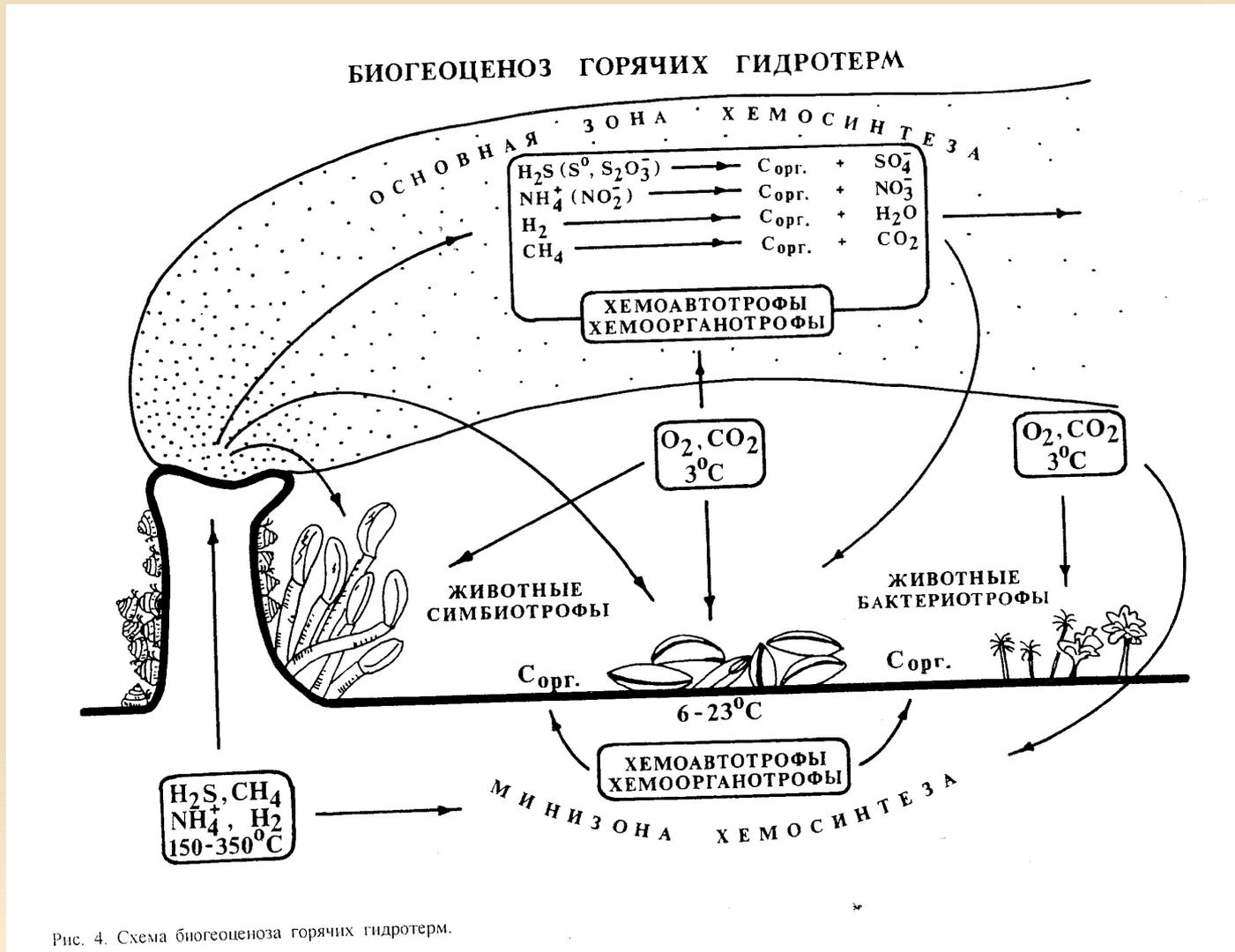


Рис. 4. Схема биогеоценоза горячих гидротерм.

# История биосферы

архей

протерозой

фане-  
розой

Палео-

Мезо-

Нео-

4

3

2

1

0

Железистые кварциты

сульфиды

сульфаты

кислород атмосферы

ДОЛОМИТЫ

известняки

строматолиты

зеленые

Гидрогенотрофные хемосинтетики?

***Будущее отбирается прошлым...***  
***(Г.А. Заварзин)***



# Все мы вышли из циано-бактериального сообщества

Все вновь возникающее должно быть совместимо с существующим

Чтобы существовать, новое должно сохранить старое как функциональную структуру системы

Новое может сохраниться, заняв функциональную позицию старого

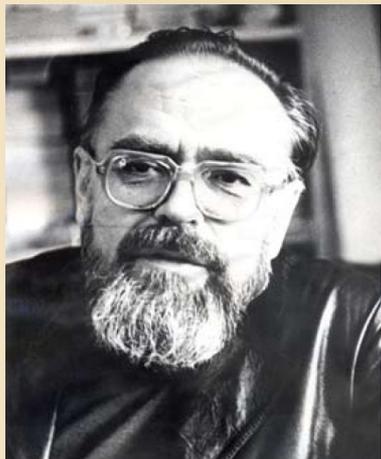
Новое вписывается в старое

Поскольку микробная система является первоначальной, её сохранение есть условие существования всех последующих биосфер, включая современную

# Циано-бактериальные маты (использованы фотографии Г.А.Заварзина)



# И.Н.Крылов. Строматолиты



# Разнообразие строматолитов в докембрии

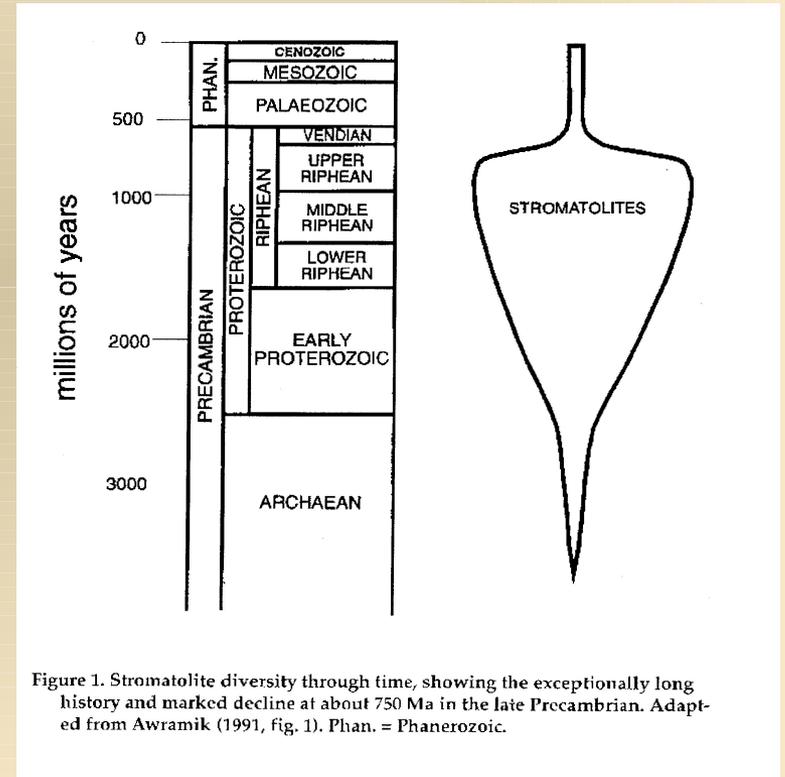
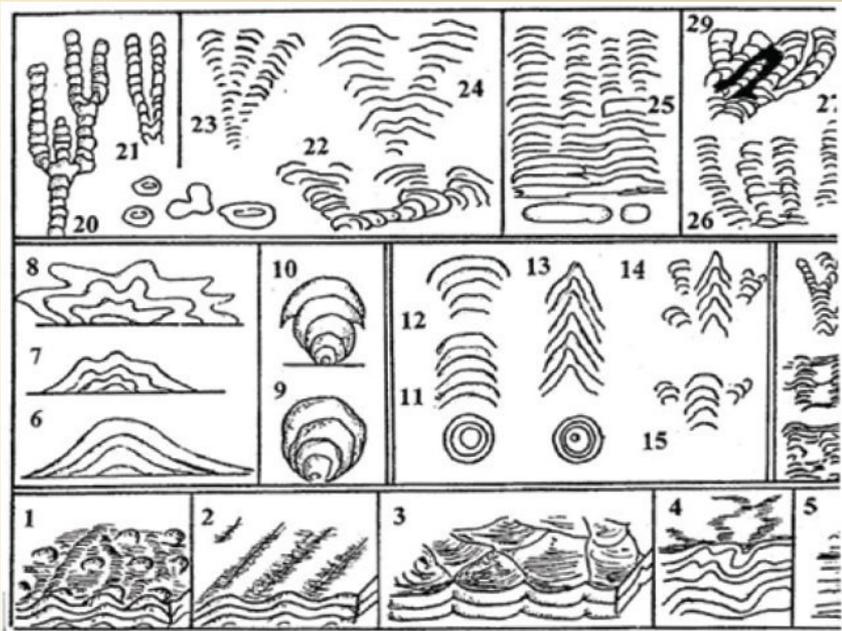
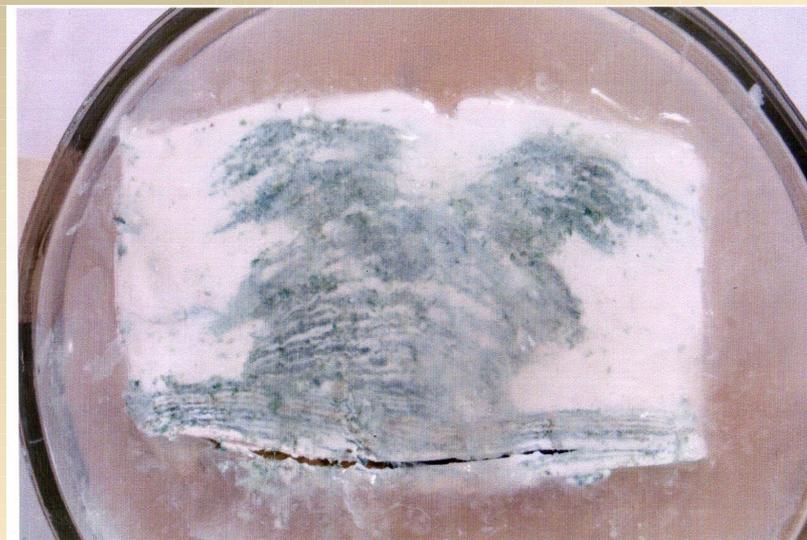
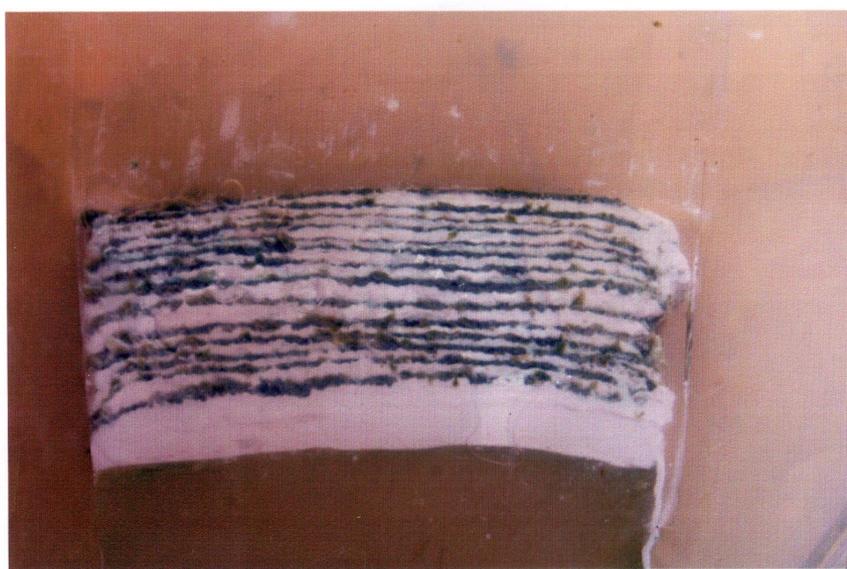


Figure 1. Stromatolite diversity through time, showing the exceptionally long history and marked decline at about 750 Ma in the late Precambrian. Adapted from Awramik (1991, fig. 1). Phan. = Phanerozoic.

# Моделирование цианобактериальных сообществ (колонка Виноградского, цианобактериальный мат в Музее земледоведения МГУ)



# Моделирование образования строматолитов (модели В.К.Орлеанского)



# Литификация цианобактерий

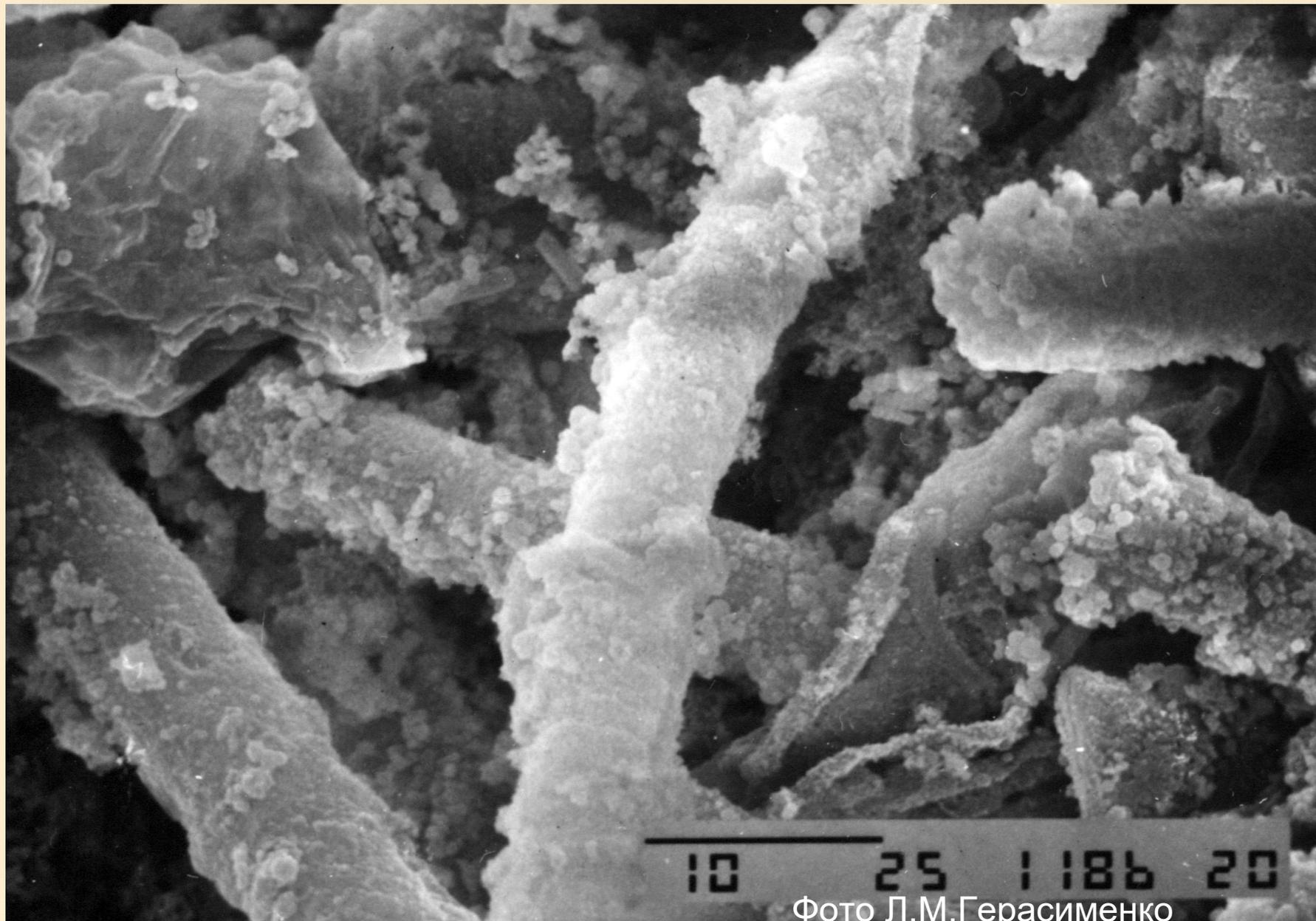


Фото Л.М.Герасименко

# Строматолиты

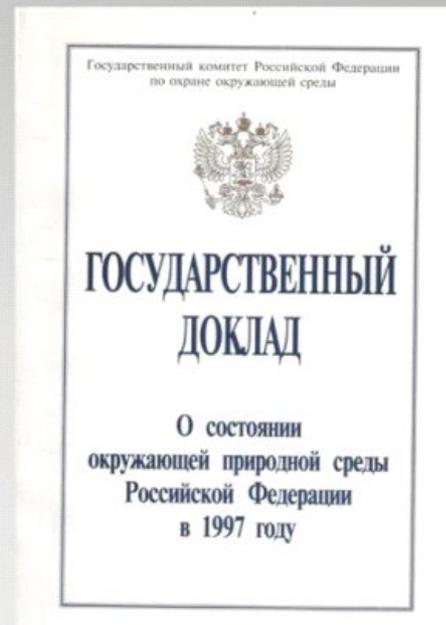


# К научной биографии Г.А.Заварзина

*Некоторые аспекты научной и научно-организационной деятельности академика РАН Г.А.Заварзина*

## Научно-организационная деятельность

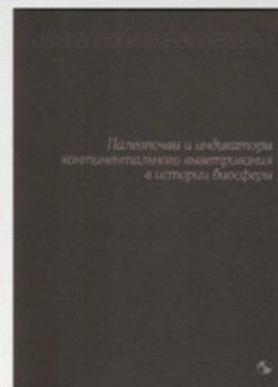
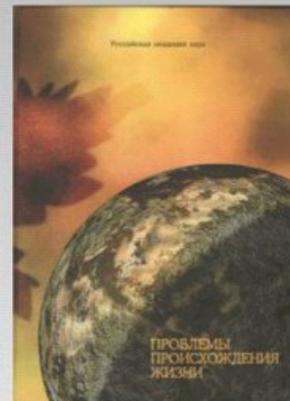
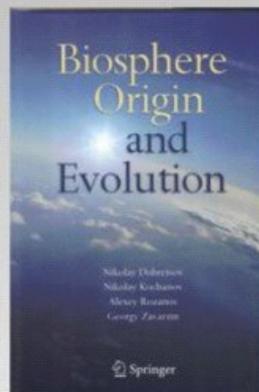
1990-1991 г. – заместитель  
Председателя Госкомприроды  
СССР





## Научно-организационная деятельность

Координация  
подпрограммы II  
Программы Президиума  
РАН «Происхождение и  
эволюция биосферы»





### Лекции в МГУ:

- С 1976 г. курс «Литотрофные микроорганизмы» на факультете Почвоведения (каф. биологии почв)
- С 1997 г. курс «Экология микроорганизмов» на Биологическом факультете (каф. микробиологии)



## Рекомендуемая литература

*Г.А.Заварзин. Эволюция прокариотной биосферы: Микробы в круговороте жизни: 120 лет спустя. М.: МАКС-Пресс, 2011.*

*Г.А.Заварзин. Микробиология как центральная биологическая дисциплина // Природа. 2012. №1. С.100-107.*

*Г.А.Заварзин. Избранные труды. М.: МАКС-Пресс, 2015. 508 с.*

*Планета бактерий (памяти Г.А.Заварзина) // Природа. 2013. №9.*

- *Спасибо за внимание!*