

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

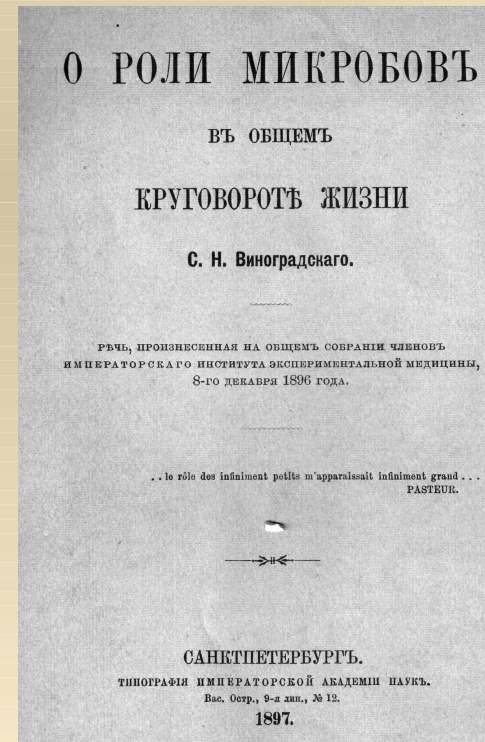
1880 – вакцинация

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)

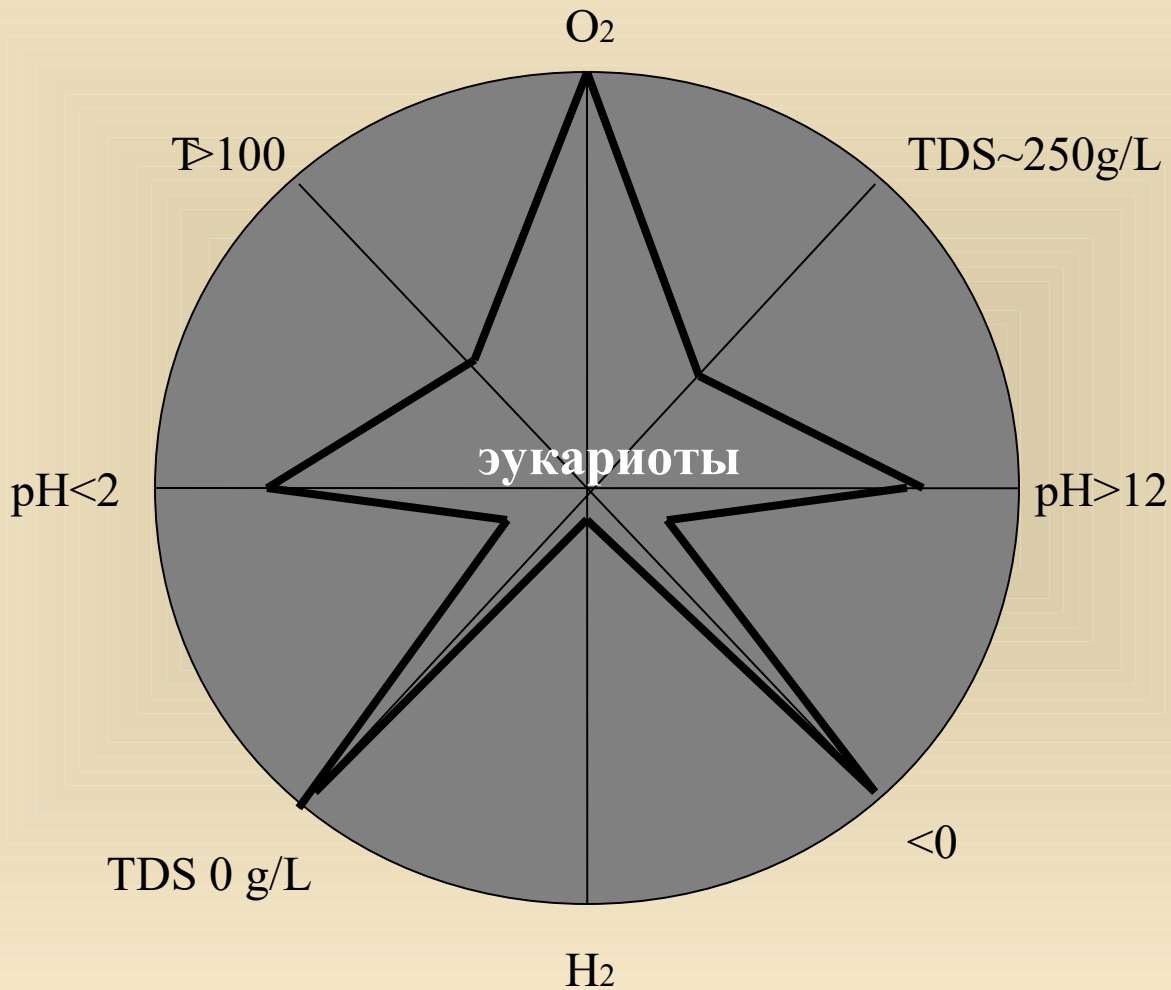
Время появления групп организмов млрд. лет (Розанов, 2005)

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

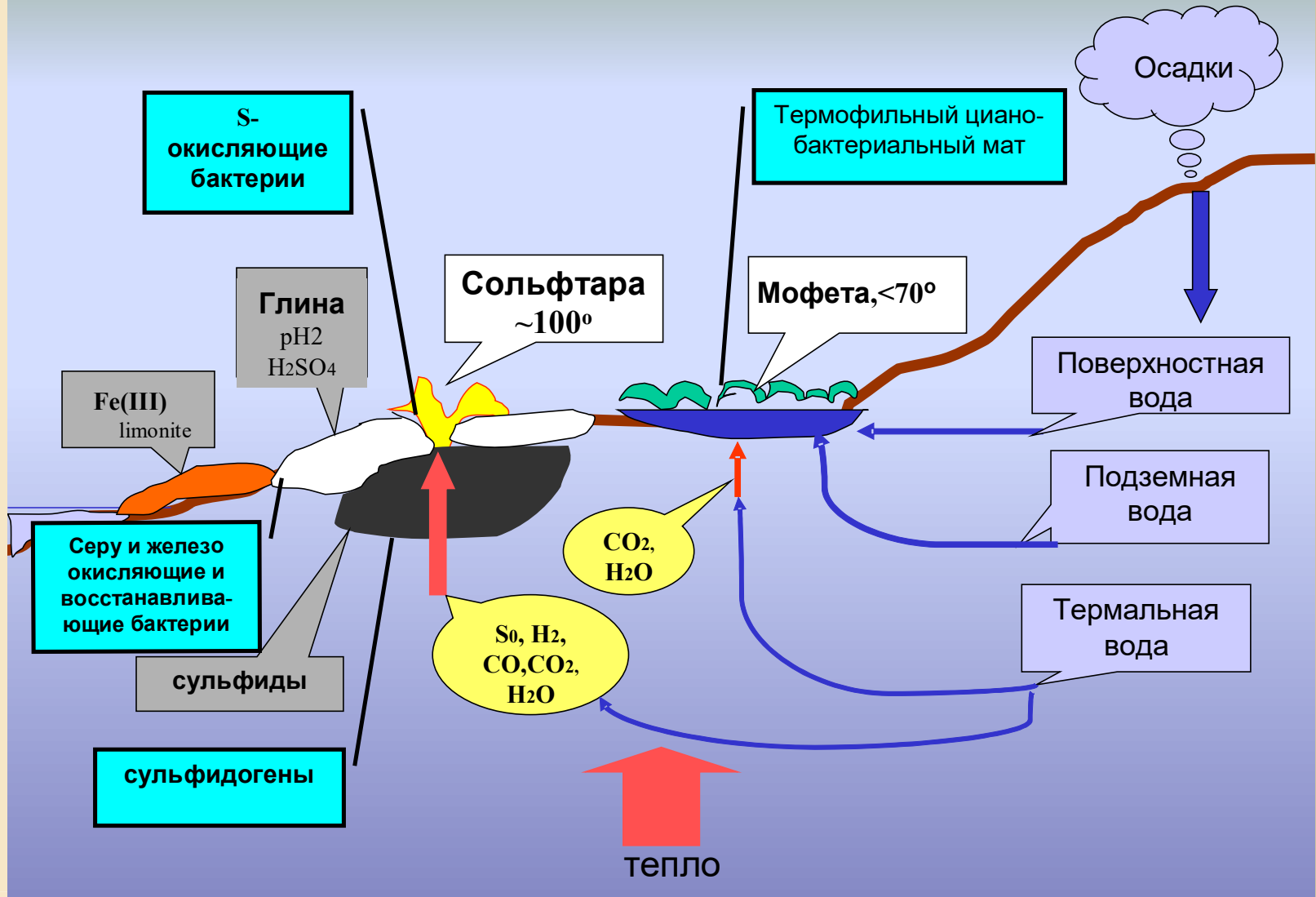
(из презентации академика Г.А.Заварзина)



Экстремальные местообитания: соленые и содовые озера, термальные источники



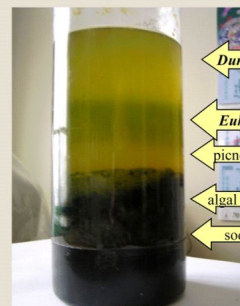
Микробное сообщество на термальной площадке



Содовые озера




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



- ← Dunaliella viridis
- ← Eubhalothecae
- ← picnocline
- ← algal deposits
- ← soda

13.4.10.

Энтрокарпическое содовое сообщество из Магади.

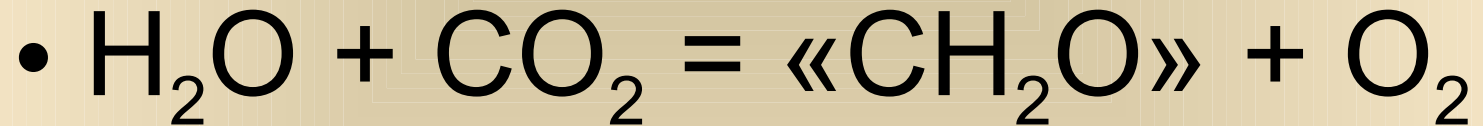


1. Под действием силы соли в воде такой высокой концентрации формируются таксономически выделенные плазмобрионные бактерии. В таких условиях образуются таксономически выделенные плазмобрионные бактерии. Воды из Магади богаты солями.
2. Водный микроорганизм образует плазмобрион на твердой поверхности. Плазмобрион имеет форму, подобную той, что образуется в водной среде. Масса бактерий плазмобриона в течение нескольких часов; в некоторых случаях образуются плазмобрионы.

DATE	TEMP	SALINITY	PH	DO	CHLOROPHYLL	CELL COUNT	CELL SIZE
10/10/10	15.0	15.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
10/11/10	15.0	15.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
10/12/10	15.0	15.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
10/13/10	15.0	15.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
10/14/10	15.0	15.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
10/15/10	15.0	15.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
10/16/10	15.0	15.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
10/17/10	15.0	15.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
10/18/10	15.0	15.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
10/19/10	15.0	15.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
10/20/10	15.0	15.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
10/21/10	15.0	15.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
10/22/10	15.0	15.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
10/23/10	15.0	15.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
10/24/10	15.0	15.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
10/25/10	15.0	15.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
10/26/10	15.0	15.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
10/27/10	15.0	15.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
10/28/10	15.0	15.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
10/29/10	15.0	15.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
10/30/10	15.0	15.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0

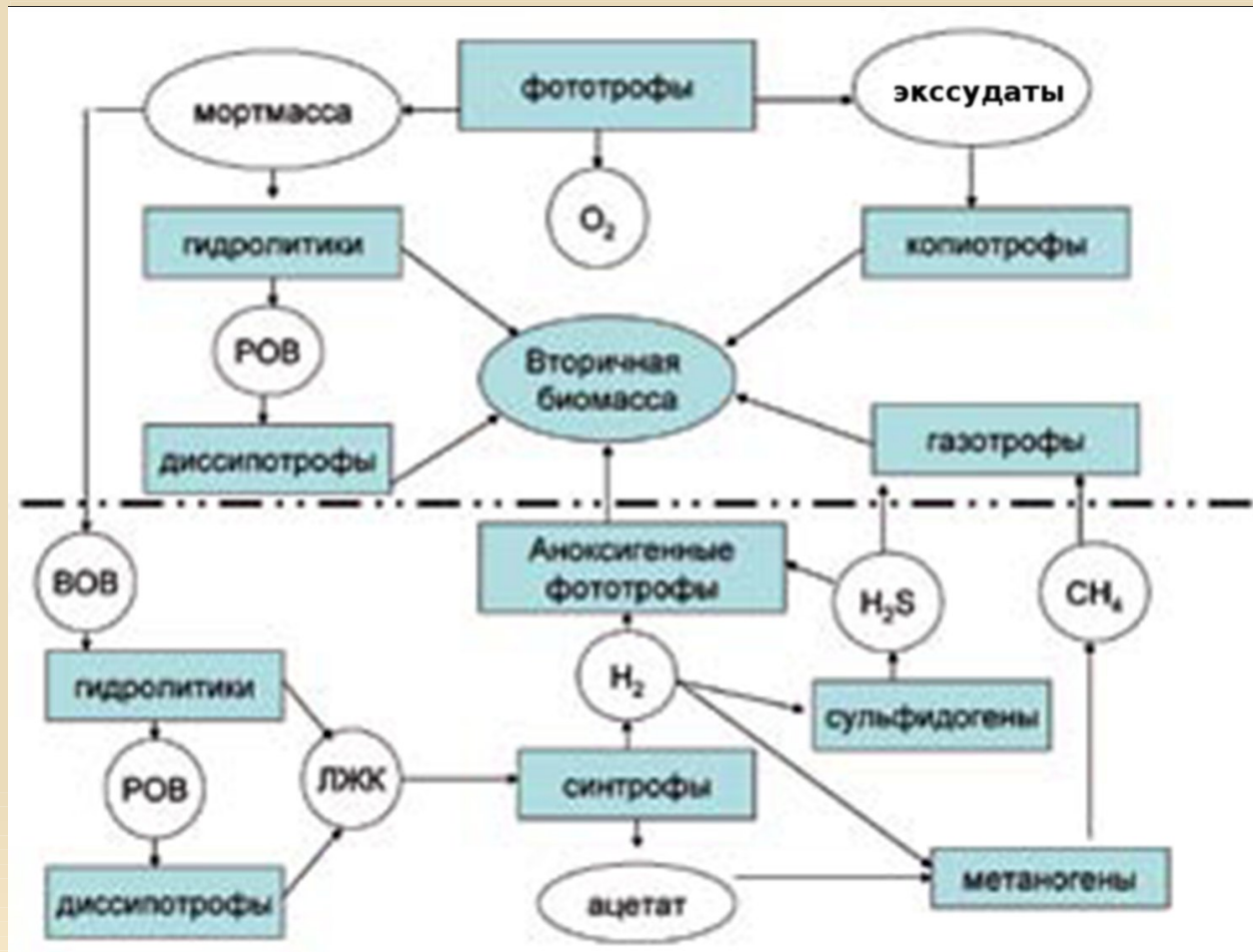
«Круговорот углерода»

- Фотосинтез



- Дыхание (деструкция)

Трофическая структура микробного сообщества

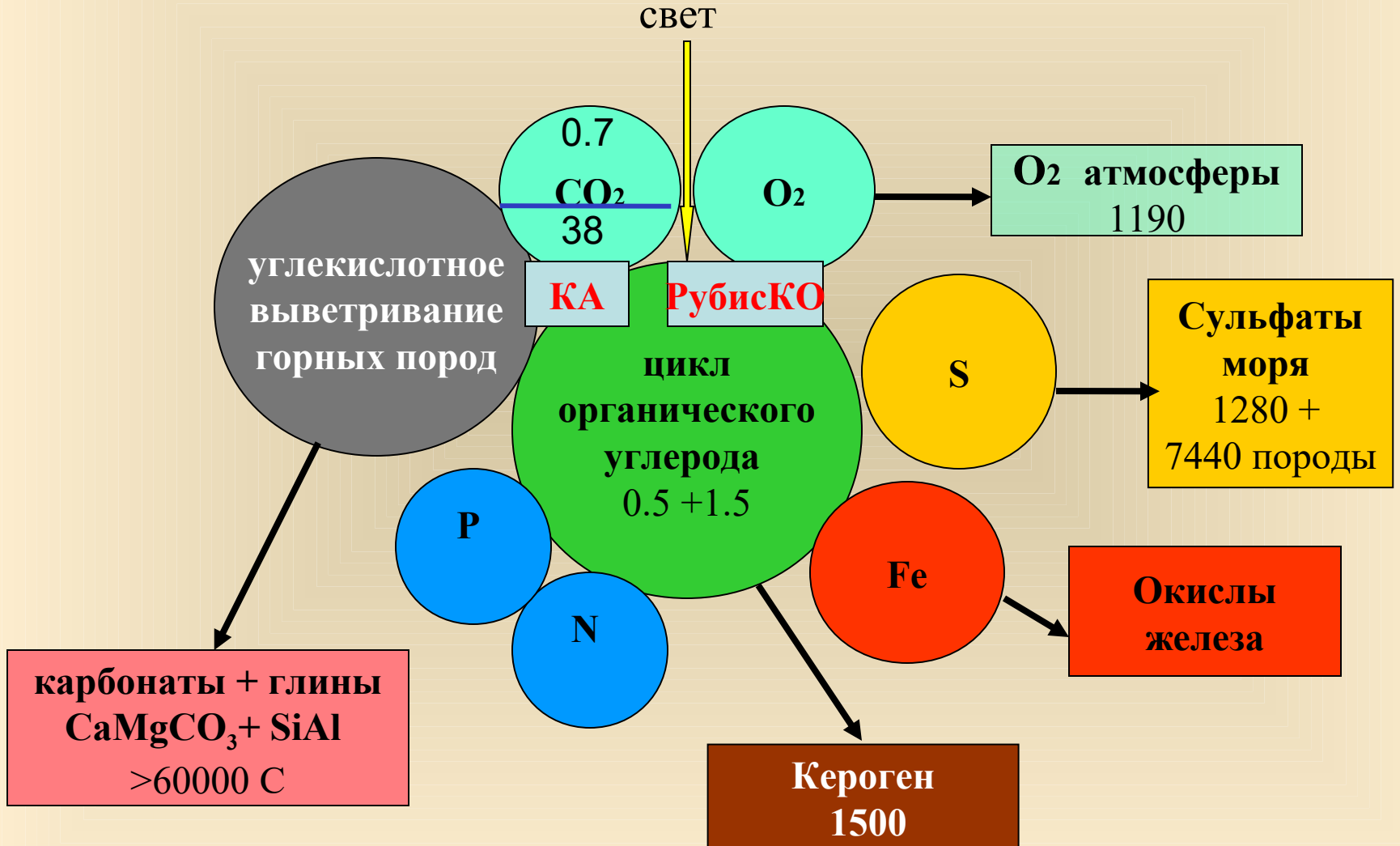


Соотношение Редфилда (для биомассы морского фитопланктона)

$$\bullet C_{106} N_6 P_1$$

Сопряжение биогеохимических циклов

резервуары 10^{18} г элемента



Биоценоз глубоководных горячих гидротерм

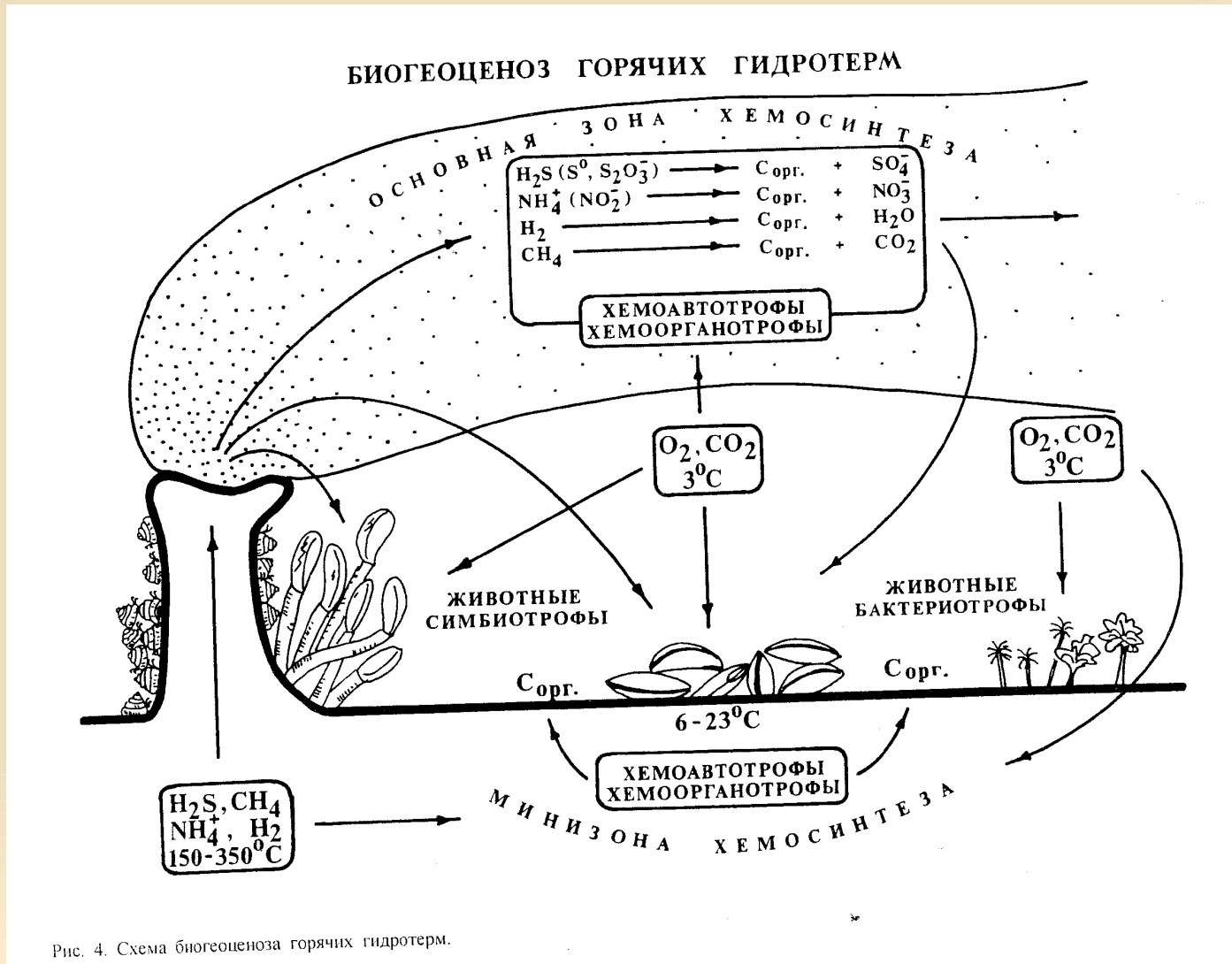


Рис. 4. Схема биогеоценоза горячих гидротерм.

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

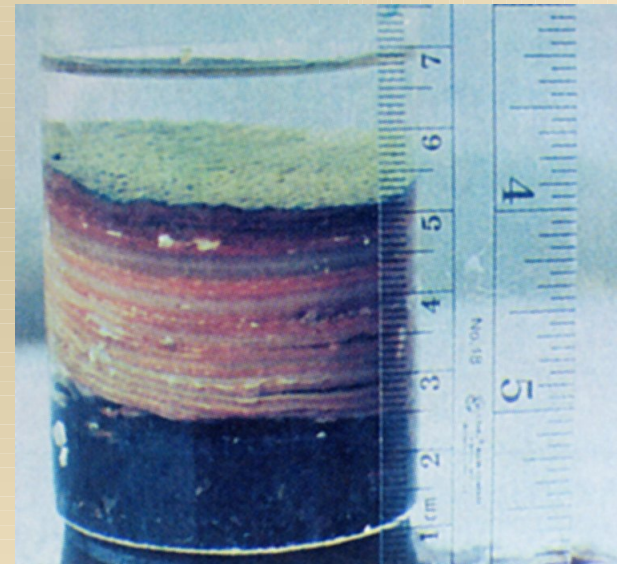
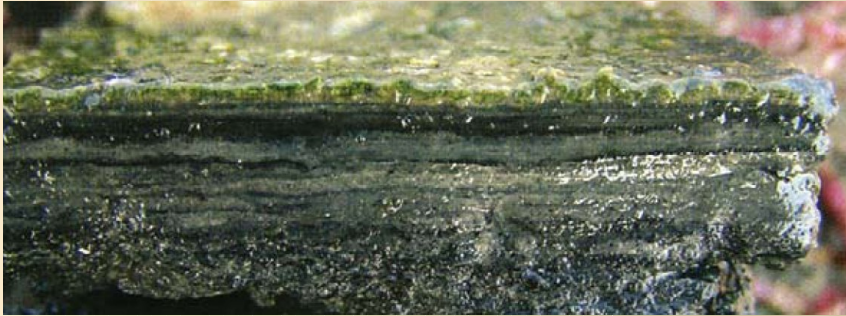
Чтобы существовать, новое должно сохранить старое как функциональную структуру системы

Новое может сохраниться, заняв функциональную позицию старого

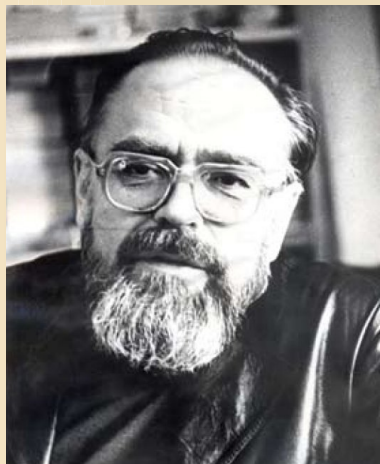
Новое вписывается в старое

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

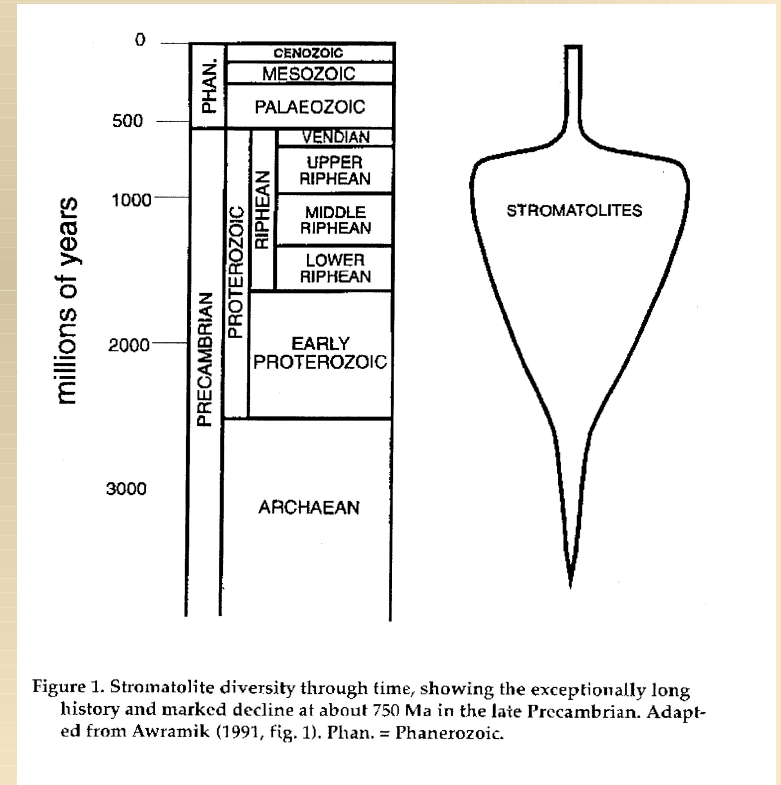
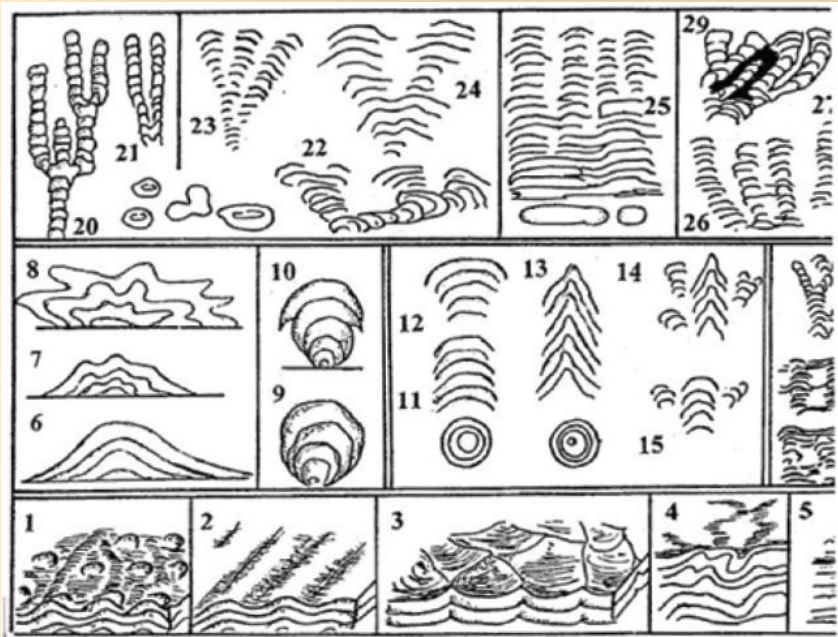
Циано-бактериальные маты (использованы фотографии Г.А.Заварзина)



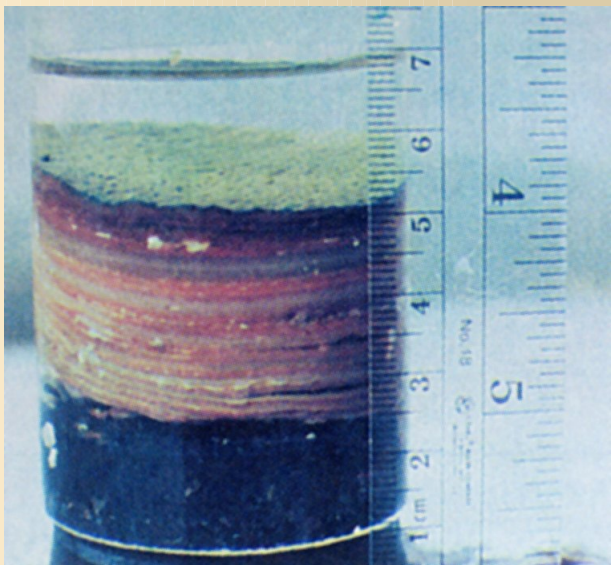
И.Н.Крылов. Строматолиты



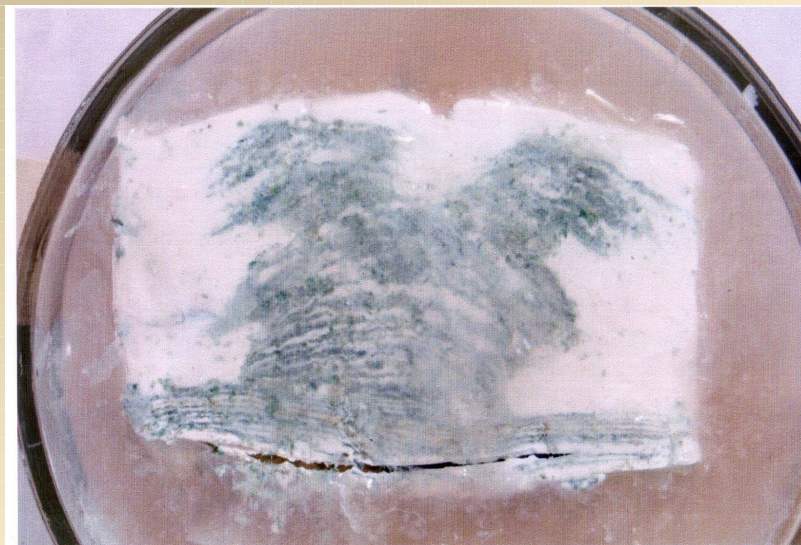
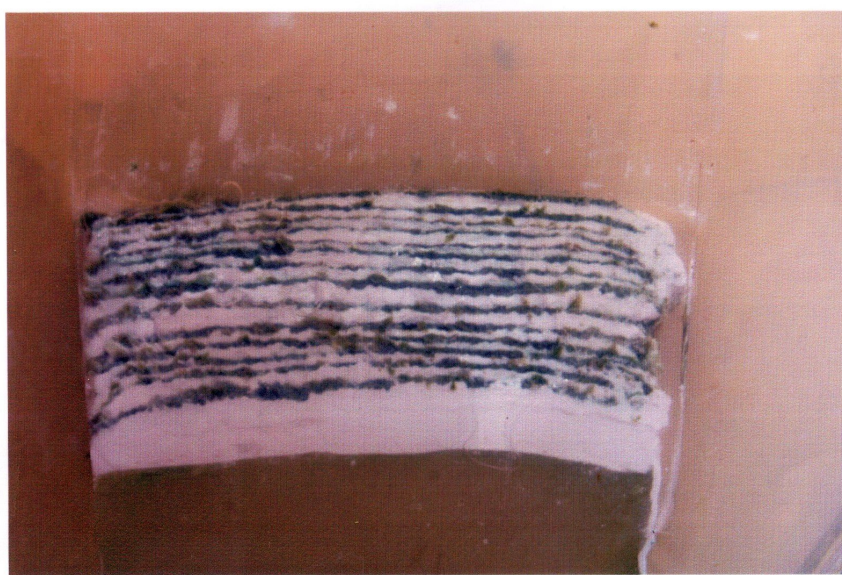
Разнообразие строматолитов в докембрии



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



Моделирование образования строматолитов (модели В.К.Орлеанского)



Литификация цианобактерий

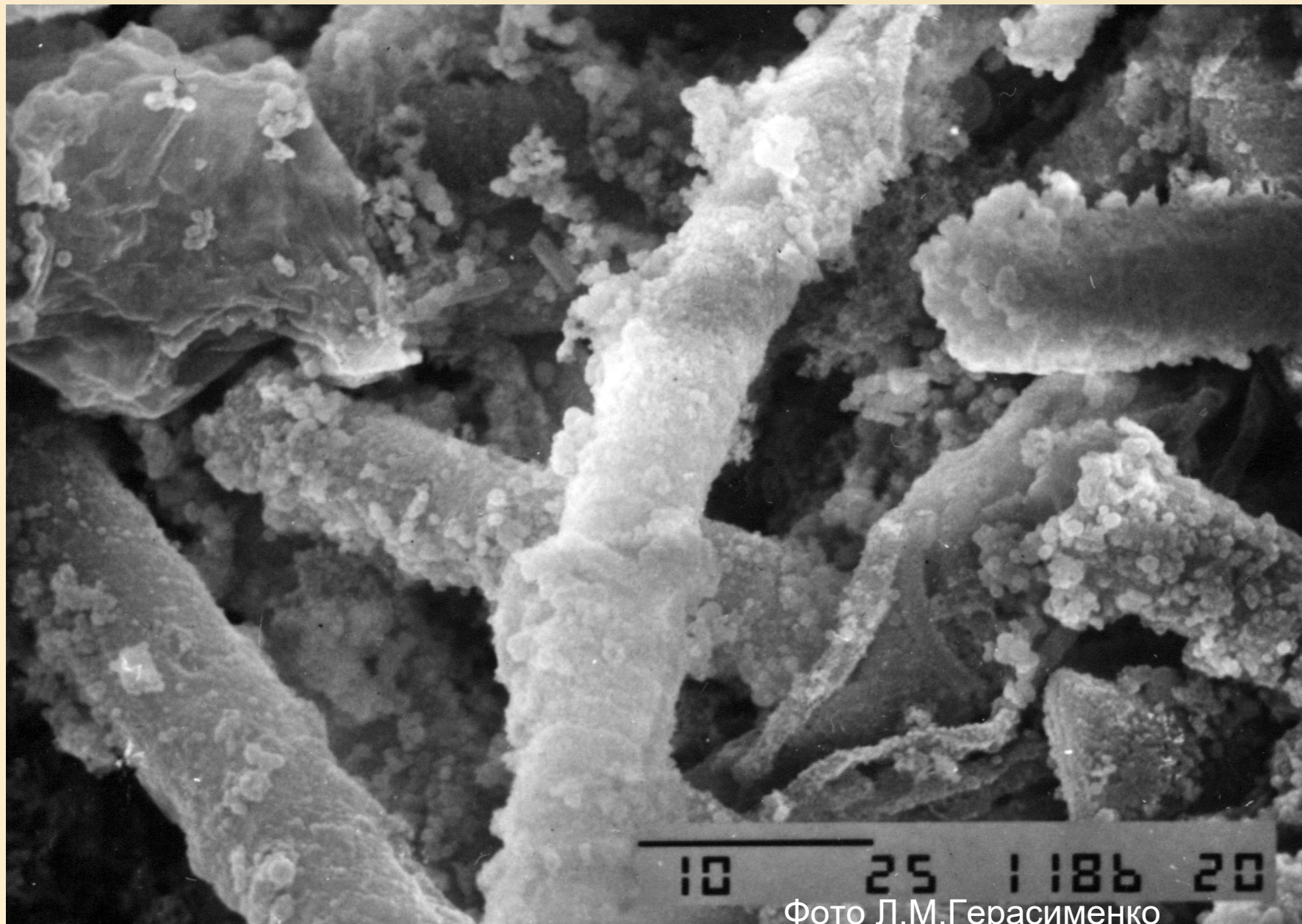


Фото Л.М.Герасименко

Строматолиты

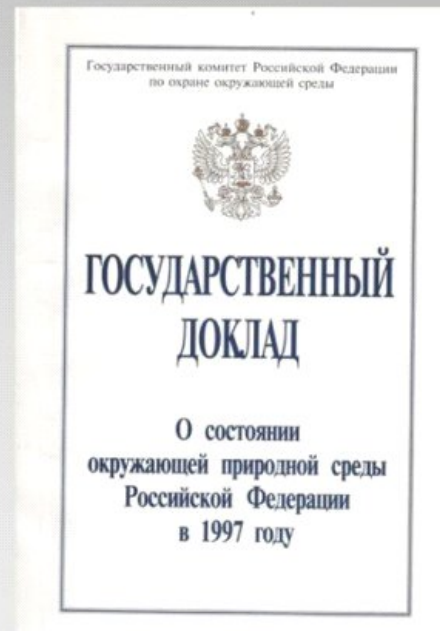


К научной биографии Г.А.Заварзина

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

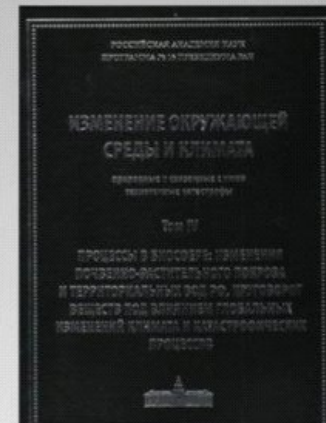
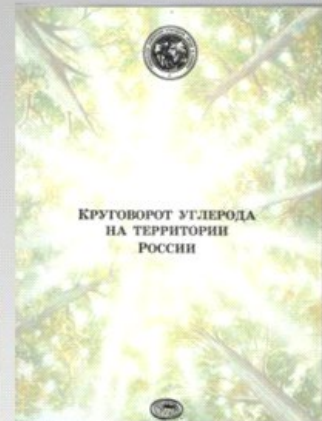
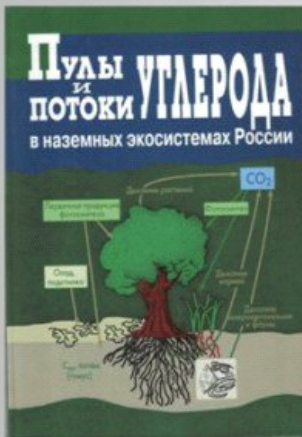
Научно-организационная деятельность

1990-1991 г. – заместитель
Председателя Госкомприроды
СССР



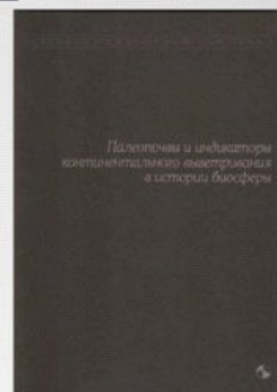
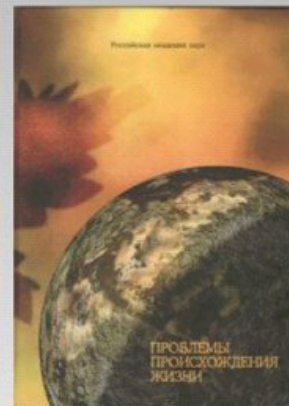
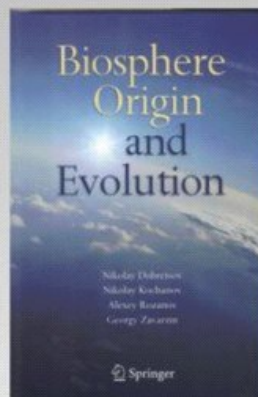
Научно-организационная деятельность

Руководство ФЦНТП
«Глобальные
изменения природной
среды и климата»



Научно-организационная деятельность

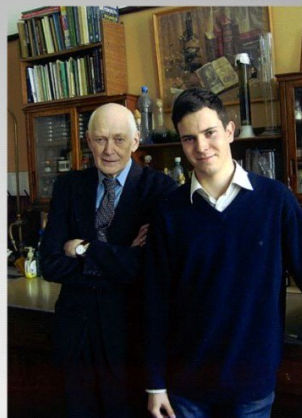
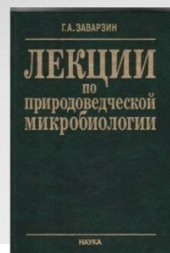
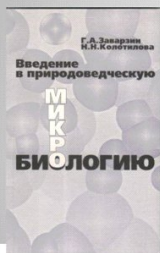
Координация
подпрограммы II
Программы Президиума
РАН «Происхождение и
эволюция биосферы»





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!*