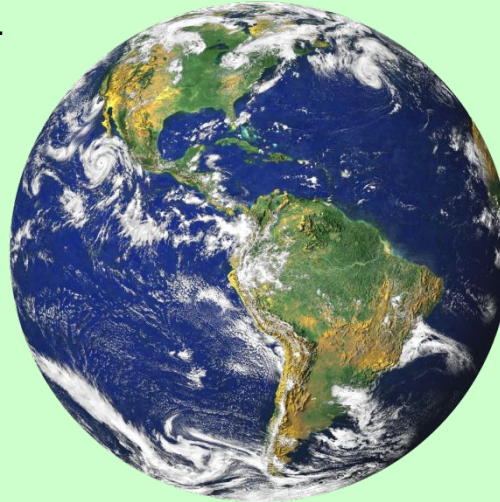


こんにちは [kon'nichiwa]*!

Тема сегодняшнего занятия -

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ НИШИ БАКТЕРИЙ

Микробы могут занимать крайне необычные экологические ниши, недоступные животным и растениям. Обычные тоже могут занимать. Ни один эукариотический организм (даже тихоходки!) не могут соревноваться с ними в способности выживать где угодно. Земля, вода и воздух на планете Земля – все густо усеяно бактериями и их спорами.



Но все же где-то они себя чувствуют лучше, где-то хуже, и не все бактерии одинаково распространены повсюду. Все же в сложных местах обитания живут только те бактерии, которые к ним приспособлены. Вот об этих бактериях и их приспособлениях мы и поговорим.

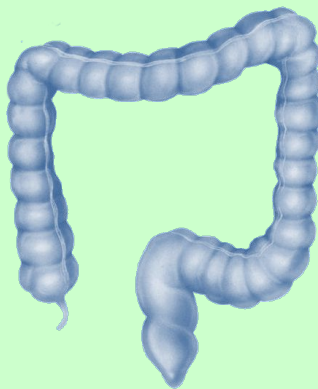
Начнем с себя, любимых. Мы – это ходячие мешки с бактериями. На каждую клетку нашего собственного организма приходится не меньше одной клетки постоянно живущей на нашем теле бактерии. Причем ничего плохого в этом нет. Наоборот, без собственных бактерий (так называемой «**нормальной микрофлоры**») человек будет беззащитен перед армией посторонних микроорганизмов.

Пока человеческий детеныш находится в животе матери, он стерилен. Ни внутри, ни снаружи он не содержит никаких бактерий.

Заселение бактериями различных областей тела передаются человеку от его матери в момент рождения. Продолжается на протяжении всей его жизни.



Тело усеяно бактериями неравномерно. В целом закономерность довольно простая: микроорганизмы поселяются снаружи тела или в тех местах, в которые можно попасть снаружи. Например, в мозгу бактерий быть не должно. Зато их много во рту, кишечнике и на коже. Подробнее этот вопрос рассмотрен в занятии «[Кто живет на теле человека](#)», еще более подробно мы изучим его на последующих занятиях этого курса.



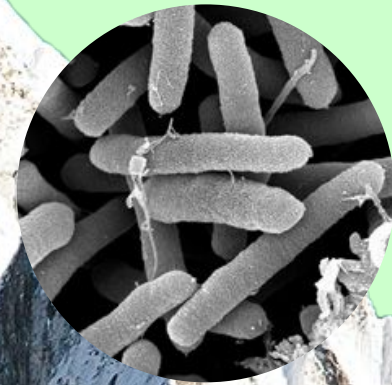
Большинство бактерий предпочитает температуру 30-40°C. Но им не сложно выживать при пониженной температуре. У них просто приостанавливается метаболизм, и организм замирает в ожидании более благоприятных условий. Особенно спокойно замораживание переносят бактерии со спорами.

Стоит однако понимать, что бурно размножаться во льду бактерии не будут. Выживать – да, размножаться – нет.

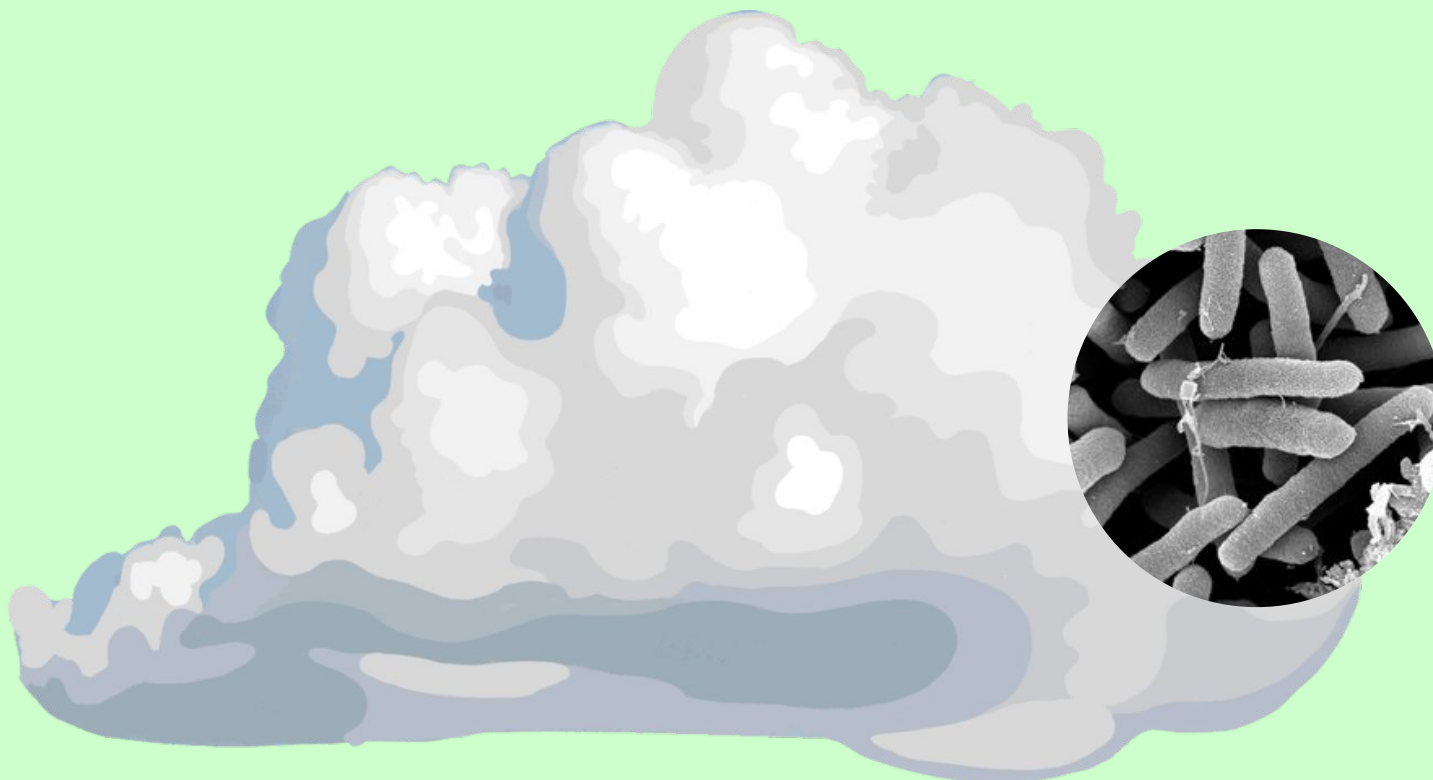
Существуют, правда, так называемые **бактерии-экстремофилы** (способные к размножению в сложных условиях).

Один из примеров таких бактерий-экстремофилов, устойчивых к холоду (**психрофилов**) - *Pseudomonas syringae*. Их обнаружили на пустынных горных пиках и в замороженных растениях Антарктики. По мнению Джона Баллисты, микробиолога Университета Луизианы, это безвредные создания, которые нашли способы неблагоприятных условиях. «Они просто ждут, пока не засохнут, и тогда ветер перенесет их еще куда-нибудь».

Но даже эти бактерии не смогут размножаться при температуре ниже 0°C.



Pseudomonas syringae



*Pseudomonas
syringae*

Все тот же *Pseudomonas syringae* может жить и размножаться в облаках. Более того, он может вызывать дождь и менять климат. К такому выводу пришли австралийские ученые (Birgitt Sattler of the University of Innsbruck), исследуя облака, покрывающие Альпы.

Относительно чистая и холодная атмосфера – не самое лучшее место для размножения бактерий. Тем не менее, бактерии размножаются, Sattler обнаружил это, исследуя образцы облаков, проходящих через метеорологическую станцию на вершине горы Mount Sonnblick, рядом с Salzburg.

Подробнее про то, как бактерии могут вызывать дождь, можно почитать в [этой статье](#).

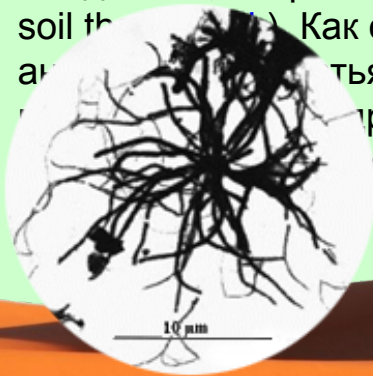
Выжить в пустыне бактериям намного сложнее.

Во-первых, повышенные температуры губительнее, чем пониженные.. Если даже заморозить бактерии в жидком азоте, они просто замрут в ожидании разморозки. Но вот повышение температуры до 50°C летально для большинства живых организмов. Никакого замирания и ожидания, просто необратимо наступает смерть.

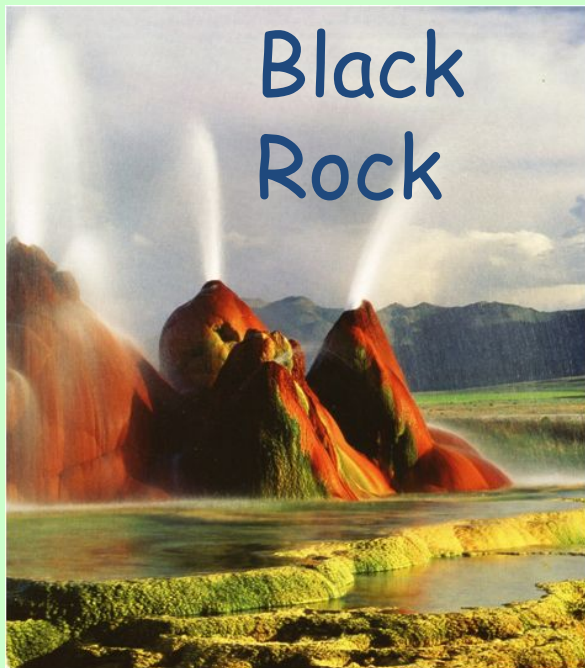
В то же время для пустыни температура $+50^{\circ}\text{C}$ – не редкость. Температурный рекорд был установлен в ливийской пустыне 13 сентября 1922 года - $+58^{\circ}\text{C}$ (и это в тени!).

Второй стрессовый фактор – отсутствие воды. Выжить после высыхания тоже способны далеко не все бактерии.

Но тем не менее, бактерии, выживающие и время от времени размножающиеся в пустыне, существуют. (например, *Metallogenium*). Как они это делают, вопрос сложный, об этом можно почитать подробнее в англоязычных статьях «[The desert soil that](#) _). Как они это делают, вопрос сложный, об этом можно почитать подробнее в англоязычных статьях «The desert soil that _). Как они это делают, вопрос сложный, об этом можно почитать подробнее в англоязычных статьях «The desert soil that _). Как они это делают, вопрос сложный, об этом можно почитать подробнее в англоязычных статьях «The desert soil that could _). Как они это делают, вопрос сложный, об этом можно почитать подробнее в англоязычных статьях «The desert soil that could [save lives](#)). Как они это делают, вопрос сложный, об этом можно почитать подробнее в англоязычных статьях «The desert soil that could [save lives](#)» и «[Desert Varnish](#)».



Раз речь пошла о выживании при высоких температурах, нельзя не упомянуть такое интересное место, как горячие источники. Одни из самых известных гейзеров в мире – Yellowstone и Black Rock (оба находятся в Северной Америке):



Black
Rock



Yellowstone

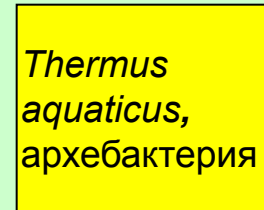
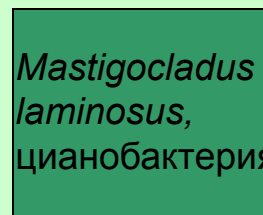
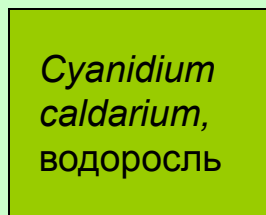
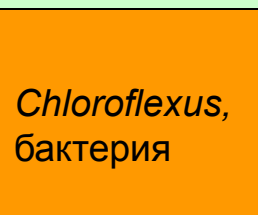
Обратите внимание на нарядную раскраску гейзеров. Ее-то как раз и образуют живые организмы, а не отложения каких-либо минералов. Чтобы узнать, почему так получается, посмотрите следующий слайд.

Термофильный мат – это не какое-то неприличное ругательство. Это и есть та цветная биопленка, которая покрывает сверху гейзеры. Образуют ее **термофильные** организмы – то есть те, которые любят жить при повышенных температурах.

Окраска термофильного мата не случайна. Попробуйте выполнить **дополнительное задание №1**: попробуйте заполнить таблицу, пользуясь фотографиями еллоустоунского гейзера и здравым смыслом:

Устойчивы к температуре	ниже 45°C	ниже 55°C	60°C	70°C	более 70°C
Название организма					
цвет					

Для этого переведите презентацию в режим редактирования и перетащите мышкой названия и цветные квадраты в нужные ячейки таблицы. Сделайте принтскрин экрана и результат присылайте мне.



Если мы хотим выяснить максимальные температуры, к которым могут быть устойчивы живые существа, то нам нужно для этого погрузиться на самое дно мирового океана. Там можно найти так называемые «черные курильщики». Жутковатое, но подходящее название для подводных вулканов, извергающихся в кромешной тьме.

Черные курильщики выбрасывают не огонь, а огромные столбы раскаленного до 300-400°C черного «дыма». В этом дыме растворено много сероводорода и сульфидов металлов, которые окрашивают его в черный цвет. Казалось бы, условия напоминают адское пекло: ядовитый кипяток, более горячий, чем расплавленный свинец, да еще и огромное давление воды. А вокруг - ледяная бездна (всего 4°C) и кромешная тьма. Поэтому несмотря на то, что океанское дно довольно холодное и есть там нечего, вокруг черных курильщиков собираются целые оазисы из весьма необычных животных.

Чтобы лучше представить себе черные курильщики, посмотрите *видеофрагмент «Погонофора»*.



Так вот именно в горячем источнике на дне Тихого океана найден живой организм, способный выживать при температуре в 121°C – это экстремально термофильная археобактерия *Pyrococcus furiosus*.

Никакие современные методы стерилизации не представляют для бактерии опасности, она спокойно выживет внутри скороварки.



Pyrococcus furiosus

Сами по себе погонофоры и вестиментиферы, живущие вокруг черных курильщиков, тоже весьма и весьма интересны.

В их лице мы словно имеем дело с обитателями "параллельного мира". Систему гидротермальных оазисов можно считать небольшой **альтернативной биосферой**. Она почти изолирована от "верхнего мира", поскольку не зависит от солнца и использует собственный источник энергии - земные недра. Идущие в недрах тектонические процессы, радиационный распад и гравитационное сжатие высвобождают огромное количество тепла. А выделяющийся оттуда нагретый водород, вступая в химические реакции, превращается в метан и в сероводород - источники энергии для бактерий-хемолитоавтотрофов.



Внутри погонофор живут метаноокисляющие архебактерии, а внутри родственных им вестиментифер - бактерии, окисляющие сероводород.

Находятся они в особом органе - трофосоме ("питающее тело"), к которому через кровь переносится сероводород, соединение токсичное, поэтому оно тщательно "упаковывается" внутрь белковой части молекулы гемоглобина. А другая часть гемоглобина - гем - в это же время переносит кислород.

Постепенно стареющие клетки вытесняются на периферию трофосомы и разрушаются (вместе с бактериями), а их содержимое разносится кровью и перевариваются.

Для этих животных напрашивается сравнение с растениями. У растений есть орган фотосинтеза - лист и "химический насос" - корень. А у погонофор есть орган хемосинтеза - трофосома, а в качестве корня - "борода". Только это "растение наоборот" - родом из биосферного Зазеркалья.

Если вас впечатлила идея того, что где-то на Земле можно найти альтернативную биосферу, населенную оазисами из самых разнообразных существ, то советую почитать также статью «[В недрах земли найден микроб, живущий сам по себе](#)».

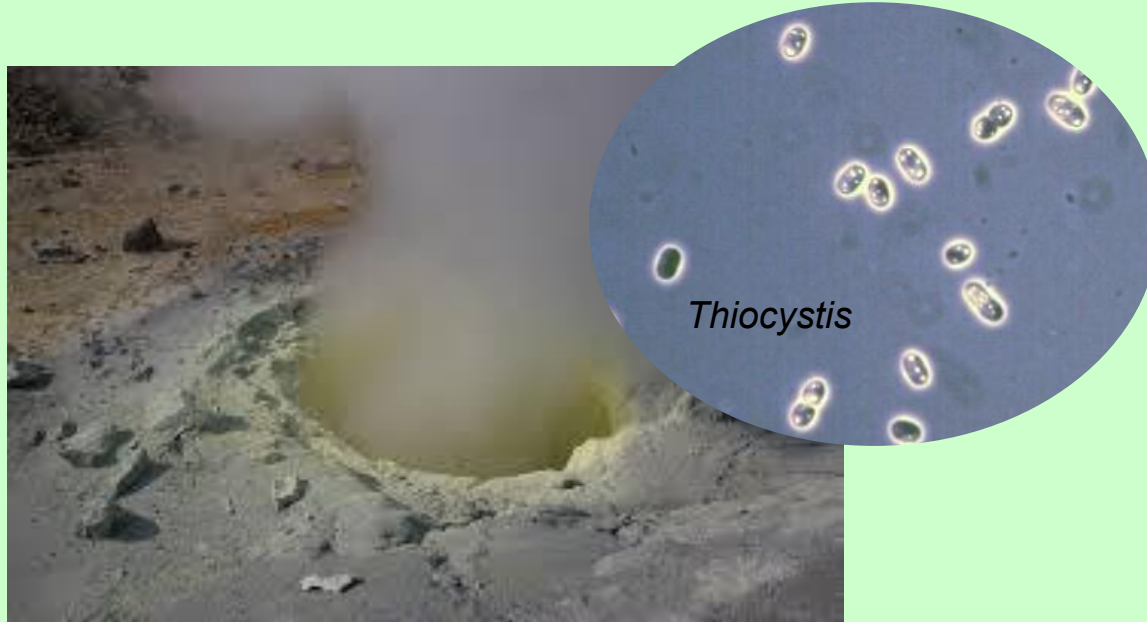
Если вокруг черных курильщиков существует сообщество живых организмов, жизнь которых невозможна без симбиотических взаимоотношений, то герой этой статьи, *Desulforudis audaxviator* («отважный странник»). Это полностью самодостаточная бактерия. Она обнаружена на глубине 3 километров под землей в водоносном слое. И все население этой подземной экосистемы представлено одним-единственным видом бактерий, который, как говорится, и чтец, и жнец, и на дуде дудец.

Микроб совершил свое отважное путешествие в недра Земли и приспособился к жизни в полном одиночестве около 20 млн лет назад.

«Отважный странник» не просто самостоятельно обеспечивает себя всем необходимым. Он вообще не нуждается ни в каких других живых существах, ни в каких химических соединениях, производимых другими организмами, ни в солнечном свете, ни в кислороде. Это полная и абсолютная независимость и самодостаточность. Такой микроб вполне мог бы жить в недрах других планет, конечно, если там есть вода.

Как так получилось, как раз объясняется в предлагаемой статье.

Вы уже поняли, что камни, кислоты, яды и гремучий газ бактерии склонны рассматривать в качестве няшки-вкусняшки. Например, *Thiocystis* будет бодро плескаться в луже сероводорода.



Ученые высказали новую гипотезу, объясняющую одно из самых загадочных в истории Земли вымираний живых существ, произошедшее 251 миллион лет назад, в конце пермского периода. В это время на планете вымерли до 95% видов животных, а ведь даже в результате удара гигантского метеорита, повлекшего, как полагают, гибель динозавров, вымерли только 75% видов существовавших в то время живых существ.

Сернистые бактерии можно найти на дне океана, вблизи вулканов и сернистых источников. В процессе жизнедеятельности они вырабатывают сероводород, являющийся ядовитым газом. Газ этот скапливается на дне водоемов: улетучиться в атмосферу ему мешает растворенный в верхних слоях океана кислород. Однако в пермский период содержание кислорода в атмосфере могло существенно сократиться, а сернистые бактерии могли значительно размножиться (например, за счет интенсивной вулканической активности). В результате выделяемый бактериями в атмосферу сероводород постепенно мог погубить почти все живое на Земле.

Да что уж там. Наверное, самое страшное, что сейчас грозит человечеству – это угроза взрывов атомных электростанций и ядерной войны. Но даже это потрясение смогут пережить некоторые устойчивые к высокой радиации бактерии. Например, *Deinococcus radiodurans*, который размножается прямо в ядерном реакторе. Он переносит радиацию в 500 раз выше уровня, смертельного для человека.



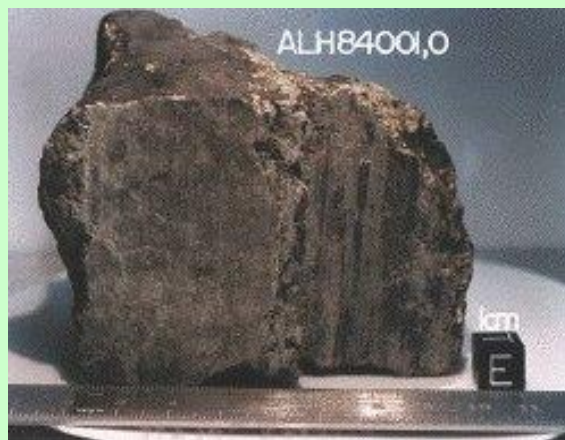
Способности *Deinococcus radiodurans* к выживанию настолько поражают воображение, что некоторые ученые полагают, что он мог прилететь с Марса, выдержав заморозку и жесткое излучение в Космосе.

Однако нужно хорошо отдавать себе отчет в том, что на самом Марсе до сих пор не обнаружено ни одной формы жизни, несмотря на тщательные поиски.

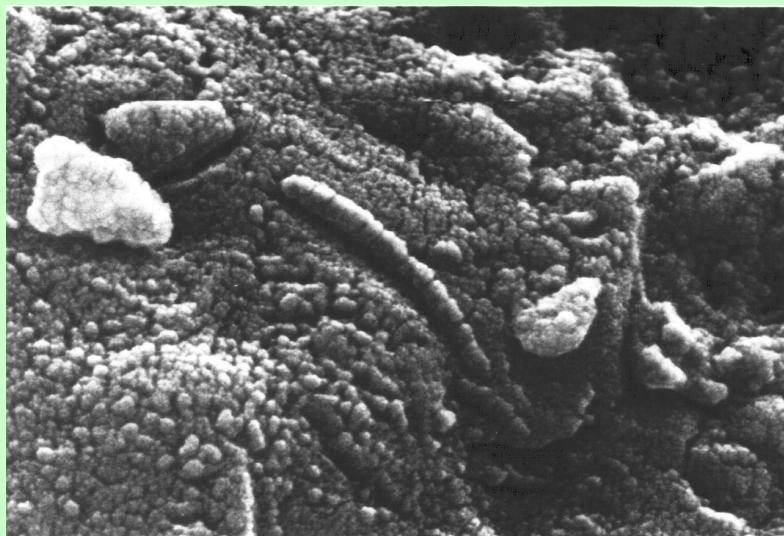
Так что была ли жизнь на Марсе – науке об этом пока что неизвестно.



Про то, могла бы жизнь быть занесена на Землю с Марса или другой планеты на метеоритах, тоже пока неизвестно. Живых бактерий в метеоритах не было обнаружено, только очень и очень косвенные данные в пользу того, что эту возможность исключать нельзя.



Это – знаменитый метеорит [ALH84001](#) (Allan Hills 84001), метеорит, найденный 27 декабря 1984 года в горах Алан Хиллс в Антарктиде. По мнению исследователей, является одним из 34 марсианских метеоритов, найденных на Земле. Он сорвался с марсианской горы возрастом 4 миллиарда лет и приземлился в Антарктиде примерно 13 000 лет назад.



При сканировании метеорита электронным микроскопом в нем были выявлены окаменелости, по форме похожие на магнитобактерии.

Однако обнаруженные «окаменелые бактерии» слишком маленькие, 20-100 нанометров в диаметре, это в несколько раз меньше любых земных бактерий.

Кроме того, нельзя исключать возможность того, что метеорит был загрязнен земными бактериями, пока находился на Земле.

Чтобы проверить, как у нас получилось разобраться с экологическими нишами бактерий, предлагаю попробовать свои силы в программе «[Где живут микроорганизмы](#)». Запустите программу и постарайтесь расселить бактерий и другие микроорганизмы в подходящие места как можно быстрее и без ошибок.

Если микроорганизм может существовать в нескольких нишах, то если вы правильно размещаете его в одной нише, на исходной позиции возникает еще один. После того, как вы расположите микроорганизмы данного вида во всех возможных нишах (представленных на картинке), с исходной позиции он исчезнет, задача выполнена. Размещайте микроорганизмы до тех пор, пока не расставите их всех.

Когда расселите все микроорганизмы, сделайте принтскрин и присылайте мне (это **основное задание №1** сегодняшнего занятия).

Задание №2 – составить таблицу «Экологические ниши бактерий». В таблице обязательно должны быть графы «Экологическая ниша», «Вид бактерии», «В чем трудность для выживания».

Успехов в расселении микроорганизмов!
Ваша учительница, [Мария Владимировна](#).