

# Презентация по биологии


Круговорот серы, фосфора и  
азота в биосфере

# Круговорот серы в природе

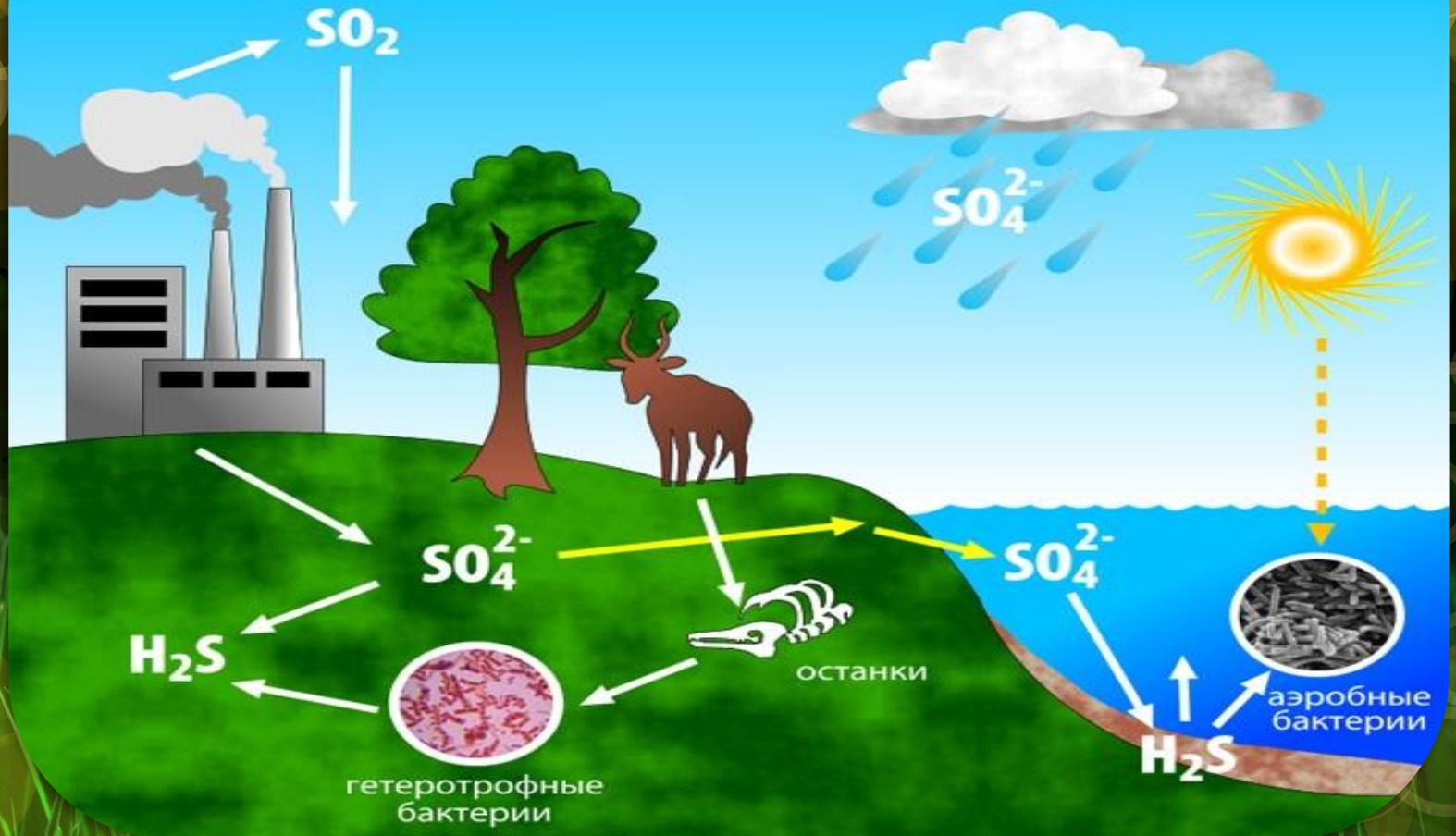
Сера играет важную роль в круговороте веществ в биосфере. Соединения серы участвуют в формировании химического состава почв и подземных вод и биохимических процессах, которые происходят в клетке. Этот биоген попадает в почву после естественного разложения некоторых органических веществ и горных пород. Из почвы сера поступает в растения, где синтезируются серосодержащие аминокислоты – цистеин, цистин, метионин.

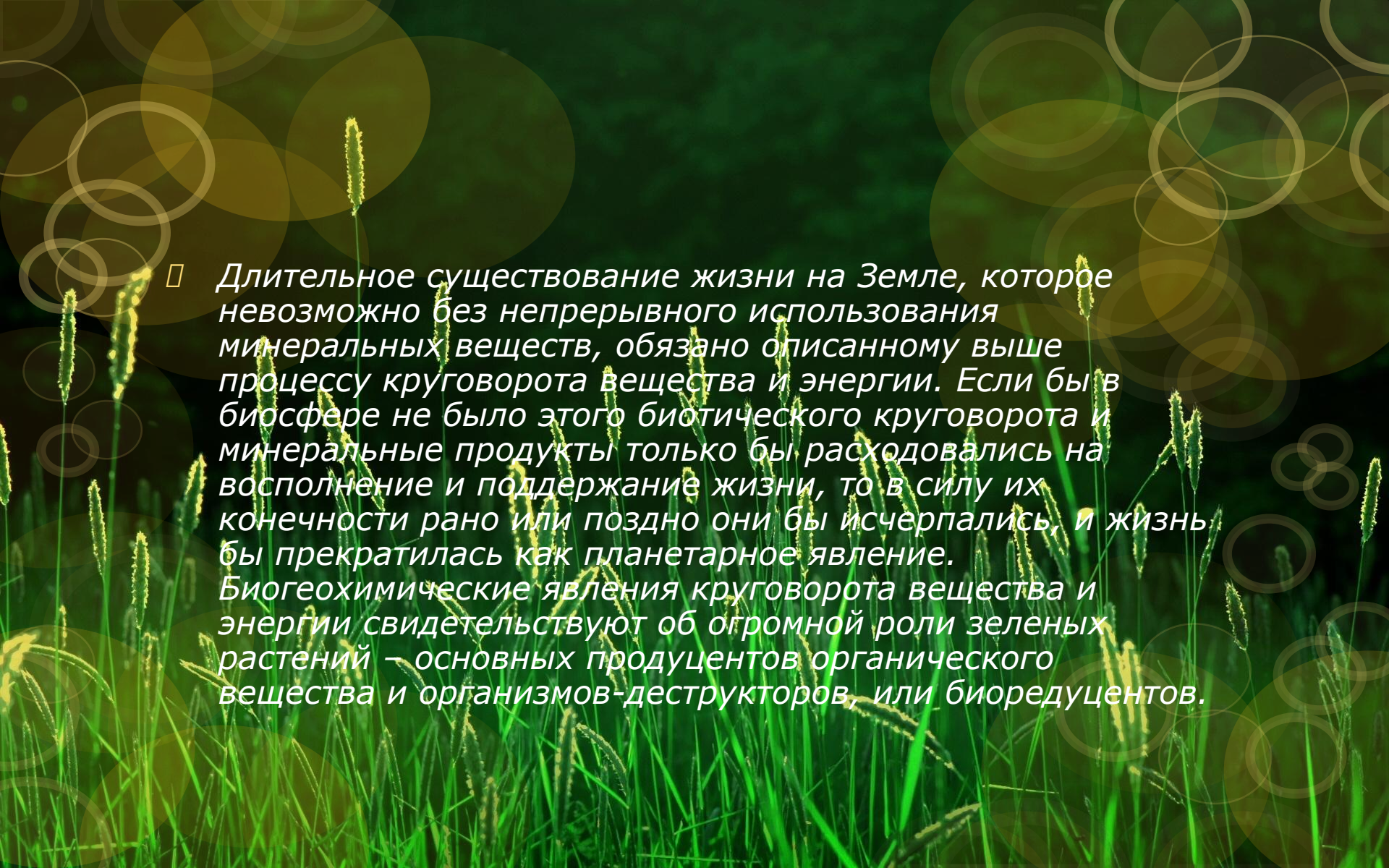
В природной среде сера образует сульфиды. Их много в изверженных горных породах. Затем после окисления сера со стоком воды попадает в Мировой океан, где и поглощается морскими обитателями. Особенно много серы накапливается в моллюсках.



- 
- *Круговорот серы в морях происходит благодаря сульфатредуцирующим бактериям. Некоторые из них накапливают серу в своих организмах, а после гибели бактерии вся сера остается на дне океана.*
  - *На континентах круговорот серы происходит благодаря растениям. Они отмирают, а сера переходит в почву, где первые организмы восстанавливают органическую серу до минеральной, а вторые уже окисляют ее до сульфатов, которые вновь поглощаются корнями растений.*
  - *Круговорот серы – ключевой в общем процессе синтеза и разложения биомассы. Техногенные выбросы серы в атмосферу (в основном в виде окислов  $SO_2$  при сгорании органического топлива) составляют 75...100 млн. т в год.*

# Цикл серы в природе





□ Длительное существование жизни на Земле, которое невозможно без непрерывного использования минеральных веществ, обязано описанному выше процессу круговорота вещества и энергии. Если бы в биосфере не было этого биотического круговорота и минеральные продукты только бы расходовались на восполнение и поддержание жизни, то в силу их конечности рано или поздно они бы исчерпались, и жизнь бы прекратилась как планетарное явление. Биогеохимические явления круговорота вещества и энергии свидетельствуют об огромной роли зеленых растений – основных продуцентов органического вещества и организмов-деструкторов, или биоредуцентов.

# Круговорот фосфора в биосфере

- Фосфор - один из основных компонентов живого вещества и входит в состав нуклеиновых кислот (ДНК и РНК), клеточных мембран, аденозинтрифосфата (АТФ) и аденозиндифосфата (АДФ), жиров, костей и зубов. Круговорот фосфора, как и других биогенных элементов, происходит по большому и малому циклам.
- Запасы фосфора, доступные живым существам, полностью сосредоточены в литосфере. Основные источники неорганического фосфора - изверженные или осадочные породы. В земной коре содержание фосфора не превышает 1%, что лимитирует продуктивность экосистем. Из пород земной коры неорганический фосфор вовлекается в циркуляцию континентальными водами. Он поглощается растениями, которые при его участии синтезируют различные органические соединения и таким образом включаются в трофические цепи. Затем органические фосфаты вместе с трупами, отходами и выделениями живых существ возвращаются в землю, где вновь подвергаются воздействию микроорганизмов и превращаются в минеральные формы, используемые зелеными растениями.



- В экосистеме океана фосфор приносится текучими водами, что способствует развитию фитопланктона и живых организмов.
- В наземных системах круговорот фосфора проходит в оптимальных естественных условиях с минимумом потерь. В океане дело обстоит иначе. Это связано с постоянным оседанием (седиментацией) органических веществ. Осевший на небольшой глубине органический фосфор возвращается в круговорот. Фосфаты, отложенные на больших морских глубинах, не участвуют в малом круговороте. Однако тектонические движения способствуют подъему осадочных пород на поверхность.
- Таким образом, фосфор медленно перемещается из фосфатных месторождений на суше и мелководных океанических осадков к живым организмам и обратно.

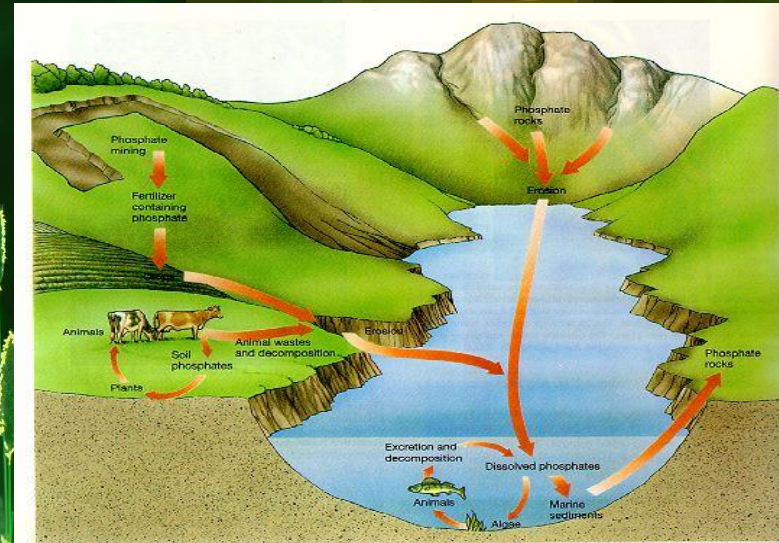


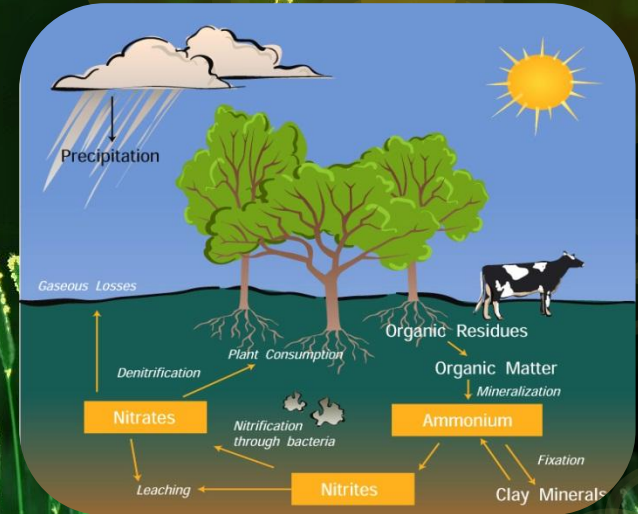
Figure 54-5 The phosphorus cycle in terrestrial and aquatic environments. Recycling of phosphorus (as phosphate,  $PO_4^{3-}$ ) is slow because no biologically important form of phosphorus is

gaseous. Phosphate that becomes part of marine sediments may take millions of years to solidify into rock, uplift as mountains, and erode again to become available to living things.




# Круговорот азота

Движение азота представляет собой отличный от круговорота других биогенов процесс, так как включает в себя газообразную и минеральную фазу. Круговорот азота охватывает все области биосферы. Хотя его запасы практически неисчерпаемы, однако высшие растения могут усваивать азот лишь после того, как он образует легкорастворимые соли с водородом и кислородом. Растения усваивают ионы аммония ( $\text{NH}_4^+$ ) или нитрата ( $\text{NO}_3^-$ ). Для того чтобы азот преобразовался в эти формы, необходимо участие азотфиксирующих бактерий или сине-зеленых водорослей (цианобактерий).



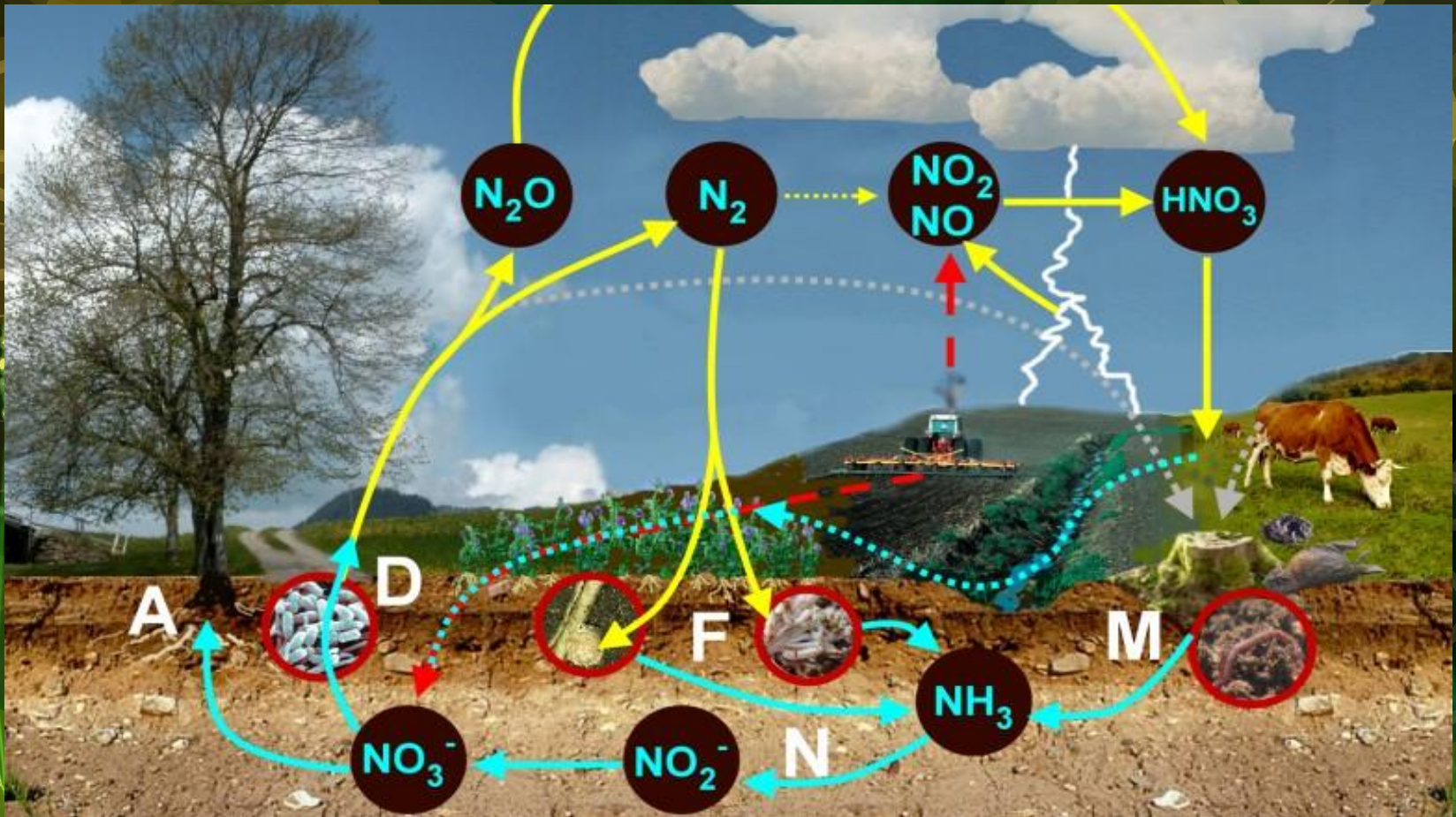
□ Процесс превращения газообразного азота ( $N_2$ ) в аммонийную форму называется азотфиксацией. Важнейшую роль среди азотфиксирующих микроорганизмов играют бактерии из рода *Rhizobium*, которые образуют симбиотические связи с бобовыми растениями, среди которых наибольшее значение имеют клевер и люцерна (к примеру за год на 1 га ими накапливается от 150 до 400 кг азота). Сами азотфиксирующие микроорганизмы отмирая, обогащают почву органическим азотом. При этом за год в почву поступает ~ 25 кг азота на 1 га. В водной среде и на переувлажненных почвах азотфиксацию осуществляют сине-зеленые водоросли (способные одновременно и к фотосинтезу). В любом из описанных случаев азот потребляется либо в виде нитратов, либо в аммонийной форме.




- 
- Азот после потребления его растениями участвует в синтезе протеинов, которые, сосредотачиваясь в листьях растений, затем обеспечивают азотное питание фитофагов. Мертвые организмы и отходы жизнедеятельности (экскременты) являются средой обитания и служат пищей для сапрофагов, которые постепенно разлагают органические азотсодержащие соединения до неорганических. Конечным звеном в этой цепи оказываются аммонифицирующие организмы, образующие аммиак ( $\text{NH}_3$ ), который может быть вовлечен в цикл нитрификации. *Nitrosomonas* окисляют аммиак в нитриты, а *Nitrobacter* окисляют нитриты в нитраты и таким образом круговорот азота может быть продолжен.
  - Параллельно с описанными процессами происходит постоянное возвращение азота в атмосферу за счет деятельности бактерий-денитрификатов, способных разлагать нитраты в азот.

□ Кроме указанных процессов азотфиксации в природной среде возможно образование оксидов азота ( $\text{NO}_x$ ) при электрических грозовых разрядах. Эти оксиды затем в виде селитры или азотной кислоты при смешивании с атмосферными осадками попадают в почву (при разрядах молний фиксируется от 4 до 10 кг азота на 1 га).







□ Таким образом, с энергетической точки зрения круговорот азота можно представить как ряд этапов, которые требуют энергии извне либо поставляют ее за счет энергонасыщенных соединений. В процессе круговорота азот переводится из органической в неорганическую форму в результате деятельности нескольких видов бактерий. С их помощью азот атмосферы переходит в легко усваиваемые растениями формы. Эти растения поедаются животными. Продукты жизнедеятельности последних также с помощью бактерий разлагаются до аммиака, а затем другими микроорганизмами связываются до нитратов и нитритов. Другими словами, азот постоянно поступает в атмосферу и снова включается в круговорот за счет деятельности азотфиксирующих бактерий и зеленых водорослей, а также образования азота при атмосферных электроразрядах (молниях).