

Подземные воды

Вода в горных породах

1. Связанная вода:

- химически (входит в состав минералов),
- физически (вода на поверхности минералов);

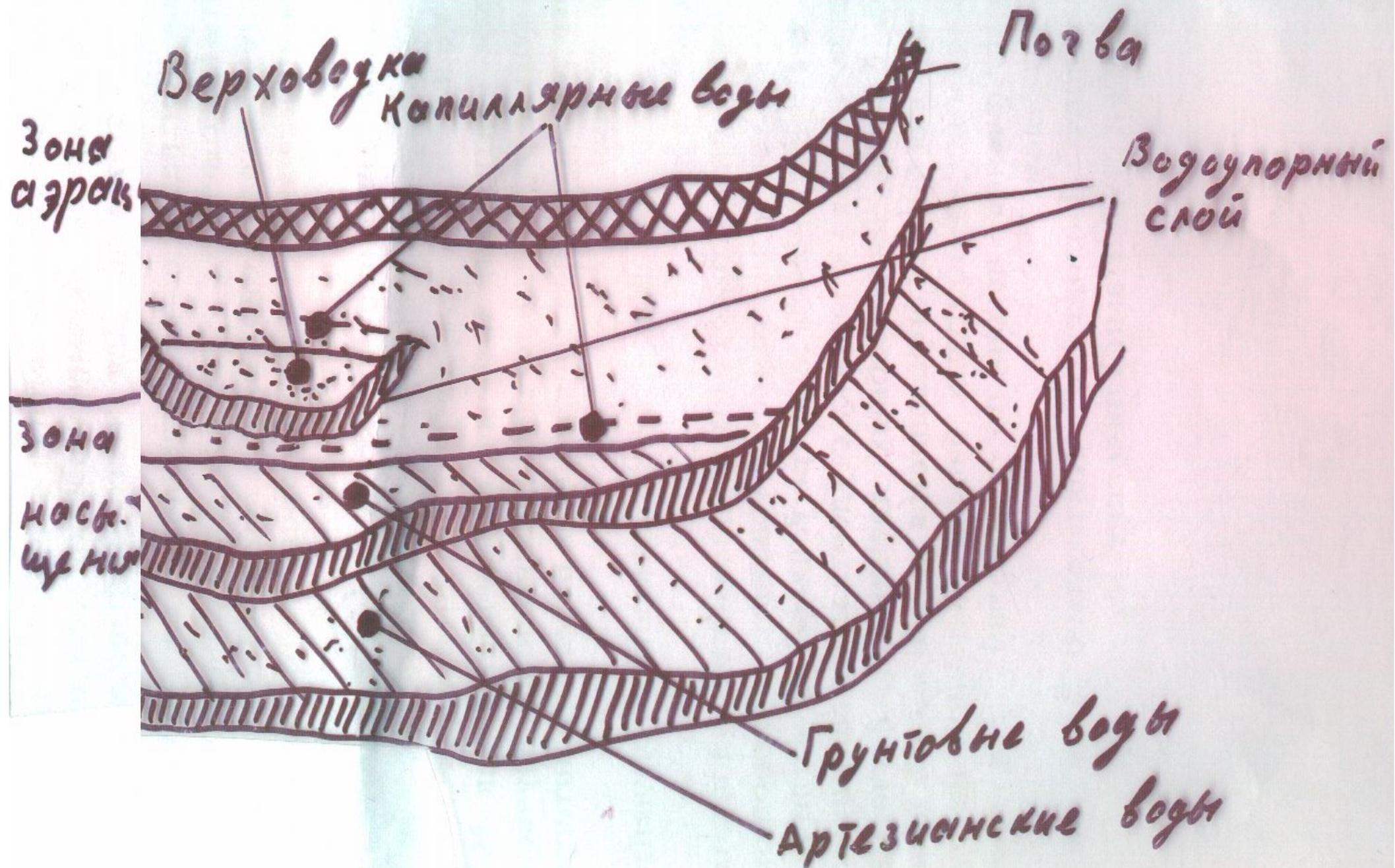
2. Капиллярная вода;

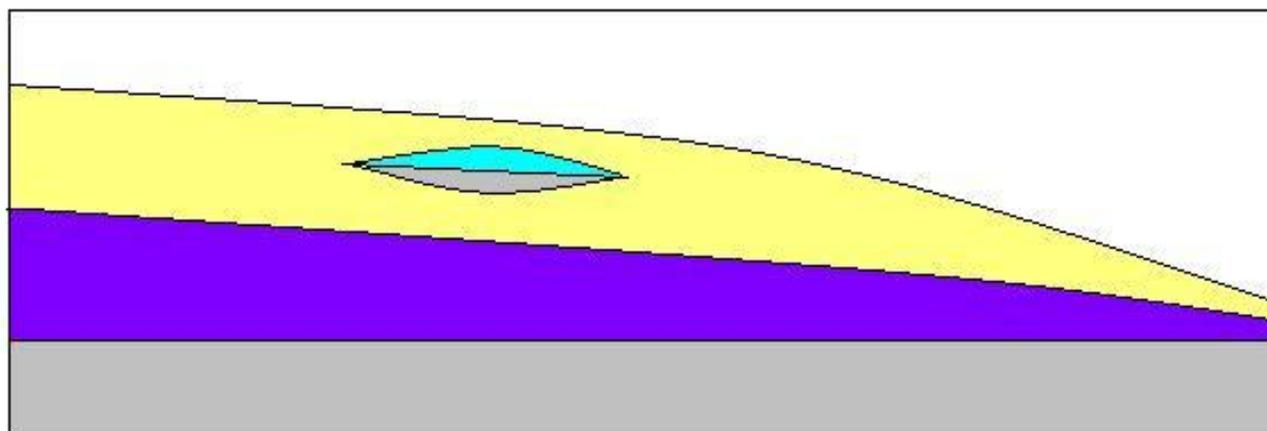
3. Свободная вода;

4. Вода в твердом состоянии;

5. Вода в состоянии пара.

Почвенные воды заполняют часть промежутков между частицами почвы; они могут быть свободными (гравитационными), перемещающимися под влиянием силы тяжести или связанными, удерживаемыми молекулярными силами.





- Водоупорный слой
- Почва
- Верховодка
- Грунтовая вода

Верховодка

Это подземные воды, которые накапливаются над временным подпором (промерзлой почвой и тому подобное).

Залегают вблизи поверхности (выше горизонта грунтовых вод), склонны к резким колебаниям, легко загрязняются. Верховодка — временное или сезонное скопление безнапорных подземных вод с ограниченным водоупорным ложем. Образуется вследствие просачивания атмосферных осадков и конденсации водяного пара.

Грунто́вая вода́

Это гравитационная вода первого от поверхности Земли постоянно существующего водоносного горизонта, расположенного на первом водоупорном слое.

Имеет свободную водную поверхность. Обычно над ней нет сплошной кровли из водонепроницаемых пород

В связи с неглубоким залеганием от поверхности уровень грунтовых вод испытывает значительные колебания по сезонам года: он то повышается после выпадения осадков или таяния снега, то понижается в засушливое время. В суровые зимы грунтовые воды могут промерзнуть. Эти воды в большей мере подвержены загрязнению.

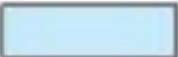
Межпластовые воды

Это вода залегающая в водоносных горизонтах, заключённых между двумя водоупорными слоями.

В отличие от грунтовых, уровень межпластовых вод более постоянен и меньше изменяется во времени. Межпластовые воды более чистые, чем грунтовые.

Напорные межпластовые воды полностью заполняют водоносный горизонт и находятся под давлением. Напором обладают все воды, заключенные в слоях, залегающих в вогнутых тектонических структурах.

По условиям движения в водоносных слоях, различают подземные воды, циркулирующие в рыхлых (песчаных, гравийных и галечниковых) слоях и в трещиноватых скальных породах.

Водопроницаемые слои 
Водонепроницаемые слои 



Артезианские воды

(от *Artesium*, латинского названия французской провинции Артуа, где эти воды использовались с XII века) — напорные подземные воды, заключённые в водоносных пластах горных пород между водоупорными слоями. Обычно встречаются в пределах определённых геологических структур (впадин, мульд, флексур и др.), образуя артезианские бассейны. При вскрытии буровой скважиной или шурфом артезианские воды поднимаются выше кровли водоносного пласта, иногда фонтанируют. Источники артезианского типа относятся к важнейшим полезным ископаемым. Обычно залегают на глубине от 100 до 1000 метров.

$$H_2^{16}O - 99.73$$

$$H_2^{17}O - 0.04$$

$$H_2^{18}O - 0.20$$

$$D_2^{16}O - 2.3 \cdot 10^{-6}$$

$$D_2^{17}O - 0.9 \cdot 10^{-9}$$

$$D_2^{18}O - 4.4 \cdot 10^{-4}$$

$$HD^{16}O - 0.03 \cdot 10^{-15}$$

$$HD^{17}O - 0.2 \cdot 10^{-15}$$

$$HD^{18}O - 5.7 \cdot 10^{-15}$$

S M O W

$$D/H = 0.0158 \%$$

$$^{18}O/^{16}O = 0.193 \%$$

$$\delta D = \left(\frac{[D]}{[D]_{SMOW}} - 1 \right) \cdot 100 \%$$

$$\delta^{18}O = \left(\frac{[^{18}O]}{[^{18}O]_{SMOW}} - 1 \right) \cdot 100 \%$$

$$p H_2O > p H_2^{18}O > p D_2O$$

атмосф. облачки

$$\delta D \text{ в } -2.2 \%$$
$$\delta^{18}O \text{ в } -2.2 \%$$
$$\delta D \text{ в } -22 \%$$
$$\delta^{18}O \text{ в } -3 \%$$

Щелочность и кислотность ПОЧВ

По формам проявления кислотных и щелочных свойств почв принято различать актуальную и потенциальную кислотность и щелочность.

Актуальная кислотность – концентрация ионов водорода и гидроксила в почвенном растворе.

Степень кислотности и щелочности почвенных растворов, вытяжек и суспензий оценивают величиной рН.

Количественно кислотность и щелочность определяют по содержанию титруемых, соответственно, щелочами (обычно NaOH) или кислотами (HCl) веществ, обладающих кислыми или щелочными свойствами.

На практике чаще измеряют рН водной вытяжки или водной суспензии, а не рН почвенных растворов. Кислотность почвенных растворов связана с присутствием в почвах свободных органических (главным образом, гумусовых) и неорганических (преимущественно, угольной) кислот и других органических и минеральных соединений, способных оказывать влияние на кислотно-основное равновесие в почвенных растворах. Среди таких органических компонентов почв следует назвать соединения, содержащие фенольные группы, а среди минеральных компонентов - катионы Al^{3+} и Fe^{3+} , кислотные свойства которых соизмеримы с кислотными свойствами таких кислот, как угольная и уксусная.

Рассмотренное ранее при анализе карбонатного равновесия в природных водах уравнение, позволяет связать активность ионов водорода в растворе с равновесным значением парциального давления CO_2 над ним и произведением растворимости карбоната кальция, характеризующим твердую фазу карбонатной системы:

$$a_{\text{H}^+}^3 = \frac{p_{\text{CO}_2}^2 \times K_1^2 \times K_2 \times K_{\text{ГСО}_2} \times \gamma_{\text{Ca}^{2+}}}{2\text{ПР}_{\text{CaCO}_3} \times \gamma_{\text{HCO}_3^-}}$$

где a_{H^+} - активность ионов водорода в растворе, p_{CO_2} - парциальное давление CO_2 ; K_1 и K_2 - константы диссоциации угольной кислоты по первой и второй ступени, соответственно; $K_{\text{ГСО}_2}$ - константа Генри для диоксида углерода; $\gamma_{\text{Ca}^{2+}}$ и $\gamma_{\text{CaHCO}_3^-}$ - коэффициенты активности соответствующих ионов.

В случае, когда почвенные воды находятся в равновесии с атмосферным воздухом и кальцитом, рН раствора составит около 8,3.

Присутствие магнезита $MgCO_3$ может увеличить рН до 10,0 - 11,0.

В случае отсутствия карбонатов кальция и магния в почве и увеличения концентрации диоксида углерода в почвенном воздухе, рН раствора снижается и при содержании CO_2 , равном 5-10 % об, может упасть примерно до 4.

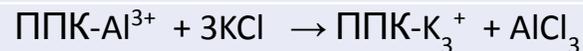
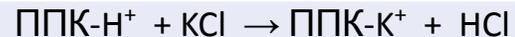
Потенциальные кислотность и щелочность почв проявляются в результате различных воздействий на почву. В настоящее время понятие потенциальной кислотности почв разработано значительно более подробно, чем понятие потенциальной щелочности, сведений о которой недостаточно.

Потенциальную кислотность почв принято определять при воздействии на почву растворов хлорида калия (обычно 1 N. раствор KCl)

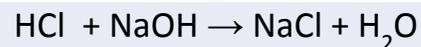
- обменная кислотность, - или растворов гидролитически щелочной соли (обычно 1 N. раствор CH_3COONa)-гидролитическая кислотность.

Величину обменной кислотности оценивают по величине рН солевой вытяжки. Для количественного определения кислотности солевую вытяжку титруют раствором щелочи.

В случае обработки почвы раствором KCl возможны следующие реакции обмена катионов почвенно-поглощающего комплекса:



В дальнейшем, при титровании солевой вытяжки раствором NaOH в реакцию вступают HCl и AlCl₃:

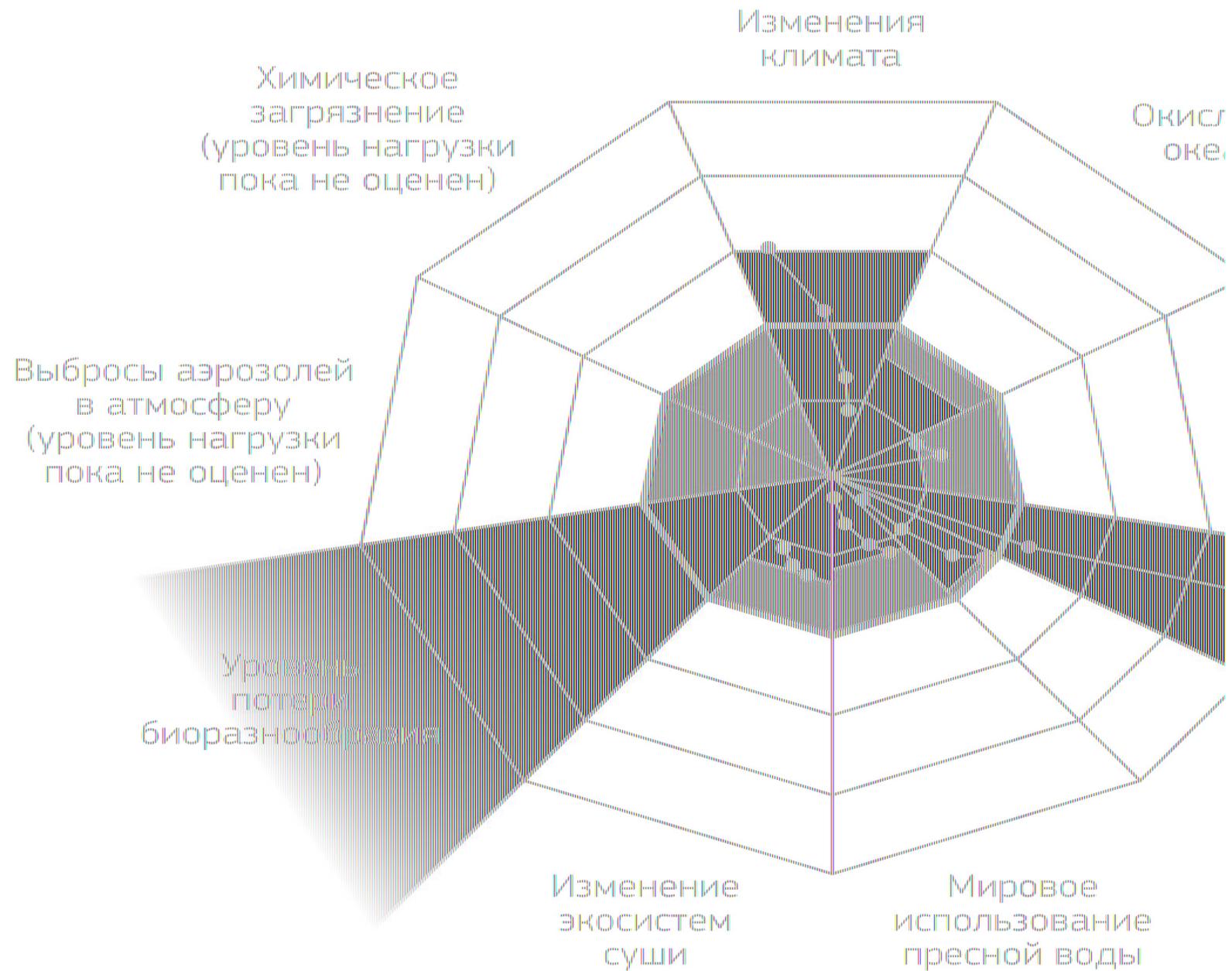


Ионы Al³⁺, выделенные из почвенно-поглощающего комплекса в раствор, оказывают влияние на степень кислотности, поскольку в водных фазах образуются ионы Al(OH)₂⁺ и Al(OH)²⁺.

Концепция системы «планетарных границ» предложена в 2009 году шведским учёным Йоханом Рокстрёмом и австралийцем Уиллом Стеффеном.

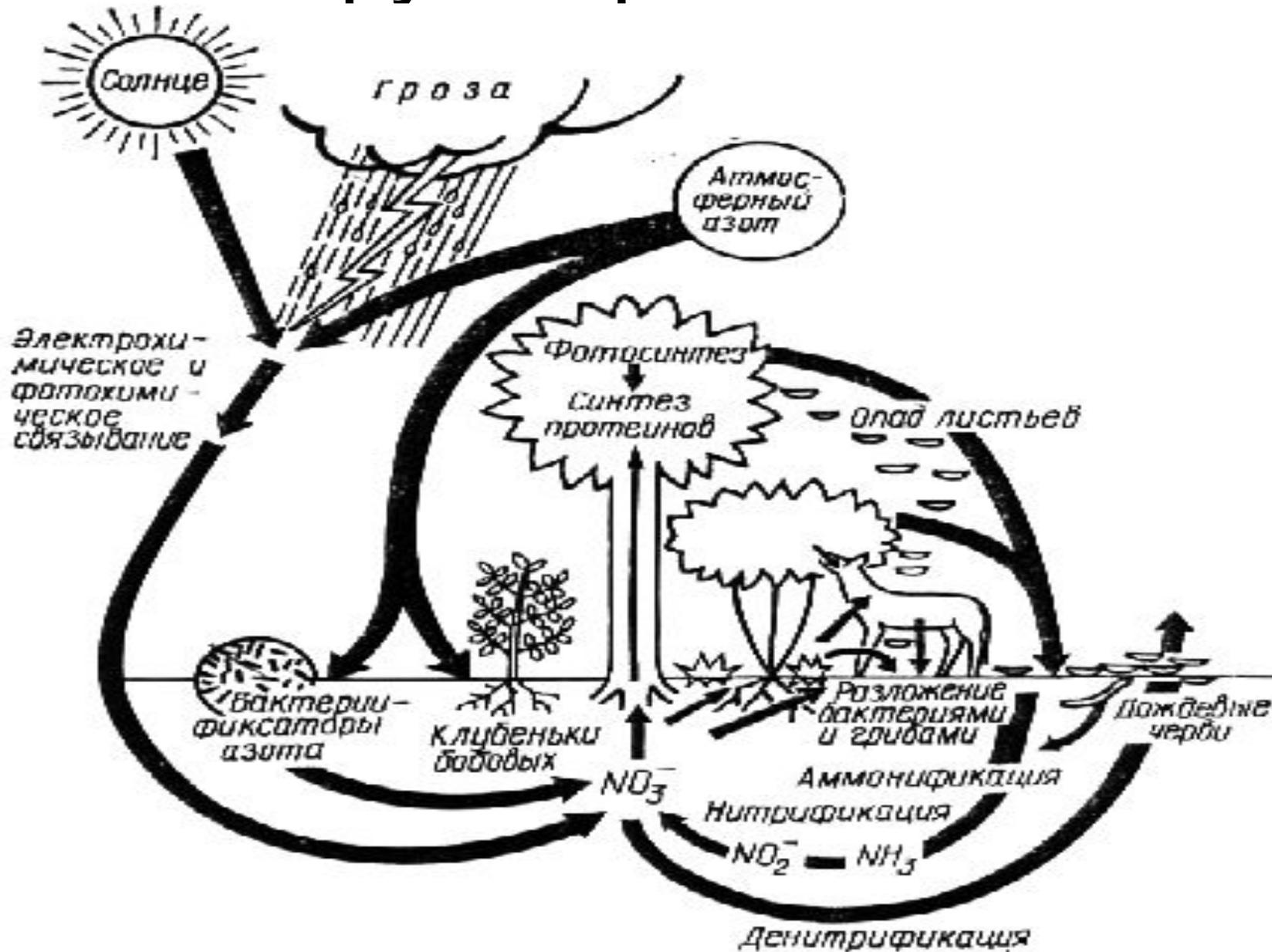
Эти границы определяют уровень безопасных изменений вызываемых антропогенным воздействием на биотические и абиотические компоненты окружающей среды, позволяющее нашей цивилизации выживать и развиваться в существующей биосфере.

Всего этих невидимых границ учёные насчитали аж 9 штук.



Зоны влияния факторов воздействия	Последствия воздействий на состояния биосферы
Глобальное влияние на биосферу в целом	Изменение климата
	Изменение в составе воды в океанах «закисление океана»
	Изменения в озоновом слое планеты
Локальное или региональное влияние на отдельные участки биосферы	Изменения в биогеохимических циклах азота и фосфора. Эвтрофикация
	Увеличение концентрации аэрозолей в атмосфере
	Рост масштабов использования пресной воды
	Увеличение площадей пахотных земель
	Уменьшение биоразнообразия
	Рост воздействия химических веществ

Круговорот азота.



Соединения азота в почве

Основное количество соединений азота сосредоточено в верхнем почвенном горизонте и представлено, главным образом, органическими соединениями.

В среднем на долю азота приходится около 5 % от массы органического вещества почвы, что составляет обычно 0,02-0,4% от массы пахотного слоя почв.

Помимо органических соединений (гумусовые вещества и растительные остатки), азот в почве присутствует в виде неорганических компонентов в почвенном воздухе, почвенном растворе и в обменном или фиксированном состоянии входит в состав твердой фазы почв.

Соединения азота в почве

Органические соединения азота, содержащиеся в почве, являются основным резервом для питания растений. В результате процессов химической и, преимущественно, биохимической трансформации этих соединений происходит образование доступных для растений веществ, протекает так называемый процесс мобилизации азота. Даже бедные почвы, например, дерново-подзолистые, содержат в пахотном слое до 4 т/га азота.

Соединения азота в почве

Соединения азота всегда содержатся в поступающих в почву растительных остатках и мобилизуются в процессе их разложения. Особенно интенсивно этот процесс протекает на ранних стадиях распада растительных остатков, когда соотношение массы углерода и азота в них ниже 20. В дальнейшем скорость поступления соединений азота определяется скоростью разложения органического вещества почвы. Обычно в полевых условиях в результате процессов разложения в почву ежегодно переходит от 1 до 3% азота, содержащегося в органическом веществе почв.

Аммонификация

Это процесс разложения органических веществ, протекающий с участием специфических аммонифицирующих микроорганизмов. В результате этого процесса в почвенном воздухе появляется газообразный аммиак, а в почвенном растворе - ионы аммония.

Обычно в почвах содержание связанного с ППК обменного аммония на порядок выше, чем свободного. Поэтому концентрация ионов NH_4^+ в почвенном растворе невелика.

Нитрификация

Окисление аммиака микроорганизмами протекает в два этапа. На первом этапе под воздействием бактерий *Nitromonas* происходит окисление ионов NH_4^+ до ионов NO_2^- . Образующиеся на этой стадии соли азотистой кислоты подвергаются дальнейшему окислению, которое протекает с участием бактерий *Nitrobacter*. При этом ионы NO_2^- переходят в NO_3^- .

В процессе нитрификации в почву поступают ионы водорода:



Денитрификация

Это процесс восстановления, в результате которого происходит образование газообразных соединений азота, выделяющихся в атмосферу. Различают два пути денитрификации: косвенный, или химический, и прямой, или биологический. Косвенный процесс денитрификации связан с протеканием следующих химических реакций:

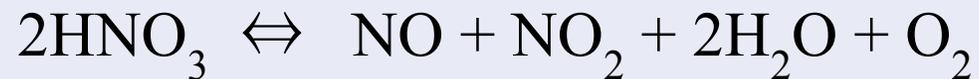
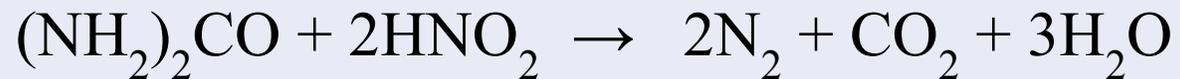
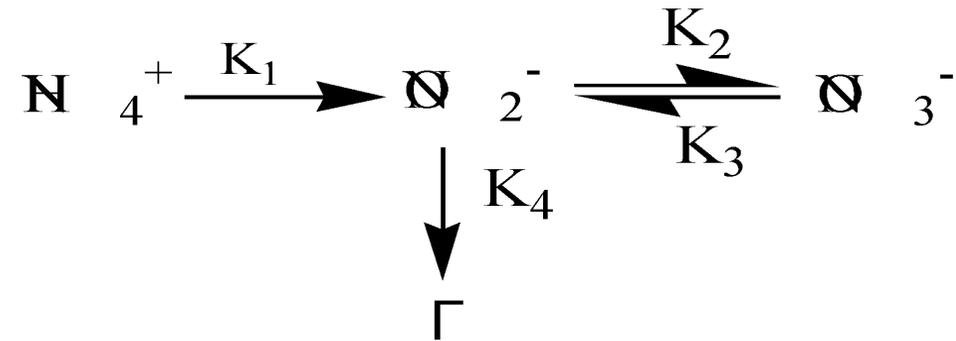


Схема процесса трансформации неорганических соединений азота в почве



где K_1, K_2, K_3, K_4 - константы скоростей соответствующих реакций нитрификации и денитрификации, Γ - сумма газов N_2O , NO , NO_2 , N_2 .

Для средних условий почв соответствующие константы скоростей реакций равны:

$$K_1 = 0,02 \text{ ч}^{-1}, K_2 = 0,04 \text{ ч}^{-1}, K_3 = 0,015 \text{ мг кг}^{-1}(\text{N}) \times \text{ч}^{-1}, K_4 = 0,01 \text{ мг кг}^{-1}(\text{N}) \times \text{ч}^{-1}$$

Годовой баланс связанных соединений азота 1980 -1990 годы

Приход, млн. т.		Расход, млн. т.	
Биологическая фиксация	54	Денитрофикация	83,0
В том числе:		В том числе:	
Почвенная	30	Почвенная	43
Клубеньковые бактерии	14	Морская	40
Морская	10		
Фиксация в атмосфере	7,6	Глубоководные отложения	0,2
Поступления из вулканов	0,2		
Индустриальная	30 (100)		
Итого:	91,8	Итого:	83,2
Остаток 8,6			

"Мы стали "нитрозаминовым поколением".

Мы получаем нитраты не только с готовыми продуктами, но и из воды, из воздуха.

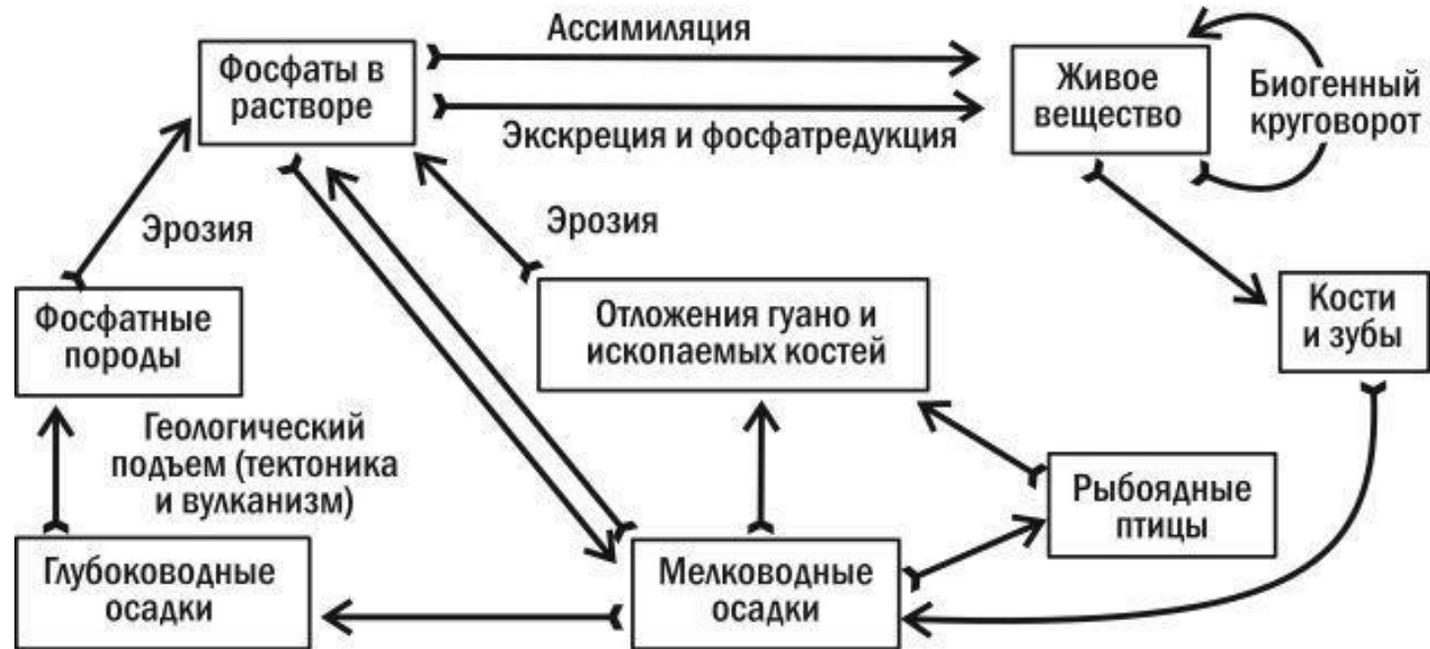
Нитраты и нитриты относятся к классу химических веществ, опасных и для человека, и для животных. Более 90% этих веществ являются канцерогенами.

Они обнаруживаются во многих продуктах, от консервированного мяса до пива, а также в косметике.

Нитрозамины образуются при химических реакциях между нитритами и белками.

Нитрит натрия добавляют в мясо для сохранения его цвета и вкуса, в результате в мясе почти всегда присутствуют нитрозамины. Они могут образовываться в кислой среде желудка или при термической обработке, например, при жарке мяса.

Круговорот фосфора



Соединения фосфора в почве

- Минерализация – процесс превращения органических соединений фосфора в минеральные. (в результате деятельности микроорганизмов)
- Иммобилизация – превращение неорганических соединений фосфора в органические формы в процессе развития живых организмов.
- Мобилизация – увеличение подвижности соединений фосфора, связанное с превращением труднорастворимых соединений в более растворимые или переход их в почвенный раствор.
- Фиксация фосфора – переход растворимых фосфорных соединений в менее растворимые за счет образования прочных связей с минеральными компонентами почвы.

Экологическая роль почвы

- Способность обеспечивать урожай
(98-99% продуктов питания, в том числе 87% белкового питания, человек получает за счет использования почвы в земледелии и животноводстве)
- Регулятор количества и химического состава грунтовых и речных вод
- Влияние на состав и динамику приземных слоев атмосферы
- Главная и уникальная среда обитания жизни на Земле

- *Деградация почвы – это постепенное ухудшение ее свойств, которое сопровождается уменьшением содержания гумуса и снижением плодородия*
- **Деградация почв** происходит вследствие различных причин природного и антропогенного характера

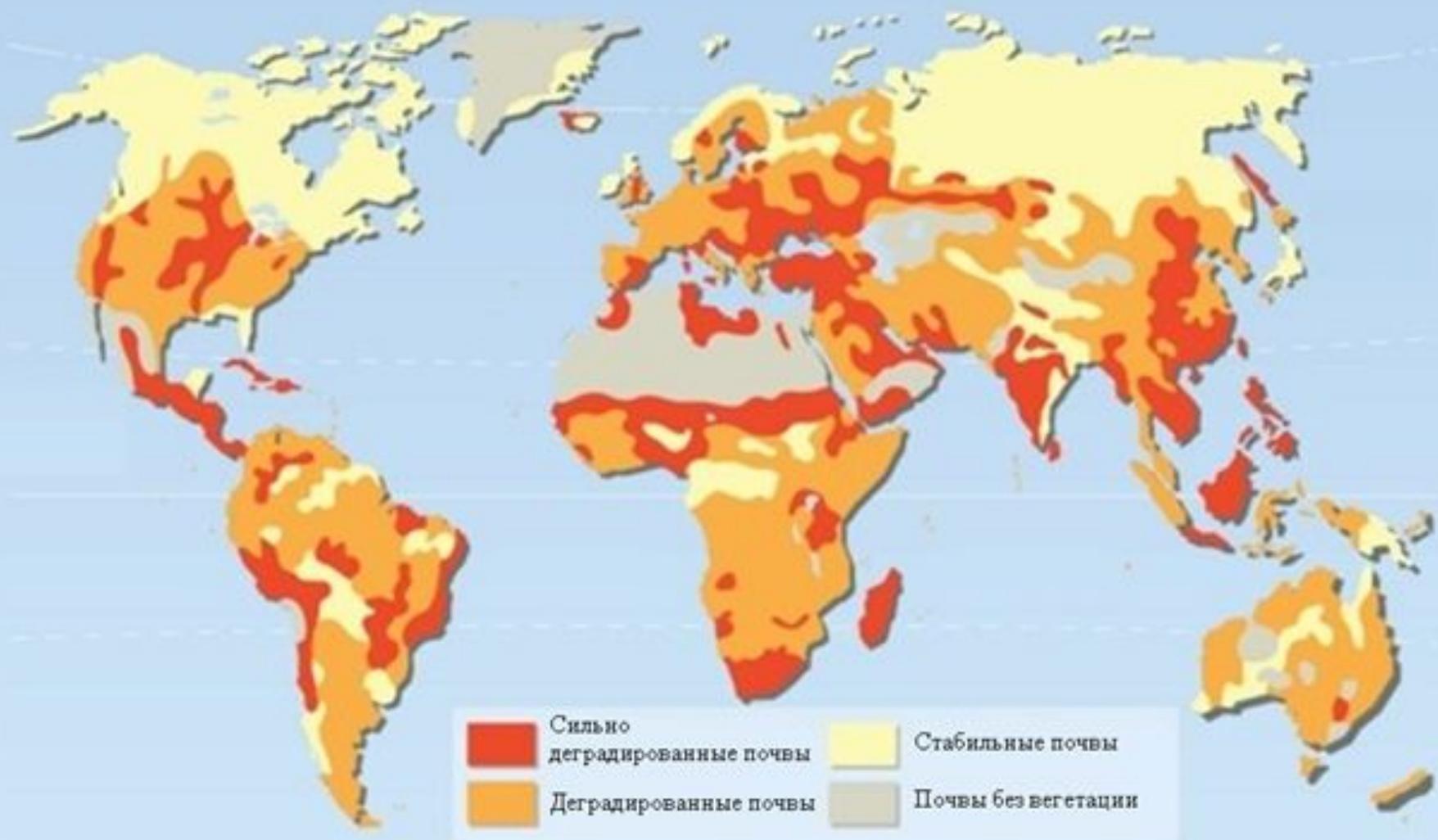
Процессы деградации почвы

- водная эрозия почвы
- ветровая эрозия почвы
- ухудшение структуры почвы
- техногенное загрязнение
- засоление
- заболачивание
- подтопление

Основные причины деградации почв

- сведение лесов, главным образом для сельского хозяйства
- перевыпас скота
- несовершенное и неправильное сельское хозяйство
- переэксплуатация почв

ДЕГРАДАЦІЯ ПОЧВ



Source: UNEP, International Soil Reference and Information Centre (ISRIC), World Atlas of Desertification, 1997.

Philippe Rekacewicz, UNEP/GRID-Arendal

Методы борьбы с эрозией

- Контурная вспашка (перпендикулярно склону)
- Узкополосный посев (чередование полос сельскохозяйственной культуры и травы)
- Полезащитные полосы из деревьев
- Террасирование – формирование склонов в виде ступеней

Устойчивое с/х производство

- ❖ Сохранение и восстановление почвы
- ❖ Упор на мелко- и среднемасштабное производство фруктов, овощей, различные породы животных. Отказ от монокультур.
- ❖ Использование местных биологических ресурсов
- ❖ Минеральные удобрения и пестициды использовать в минимальных количествах
- ❖ Использование альтернативной энергии

Научные семинары

Биокосные системы Земли

[http://humus.ru/ru/*seminar*/video-01.htm#08](http://humus.ru/ru/<i>seminar</i>/video-01.htm#08)