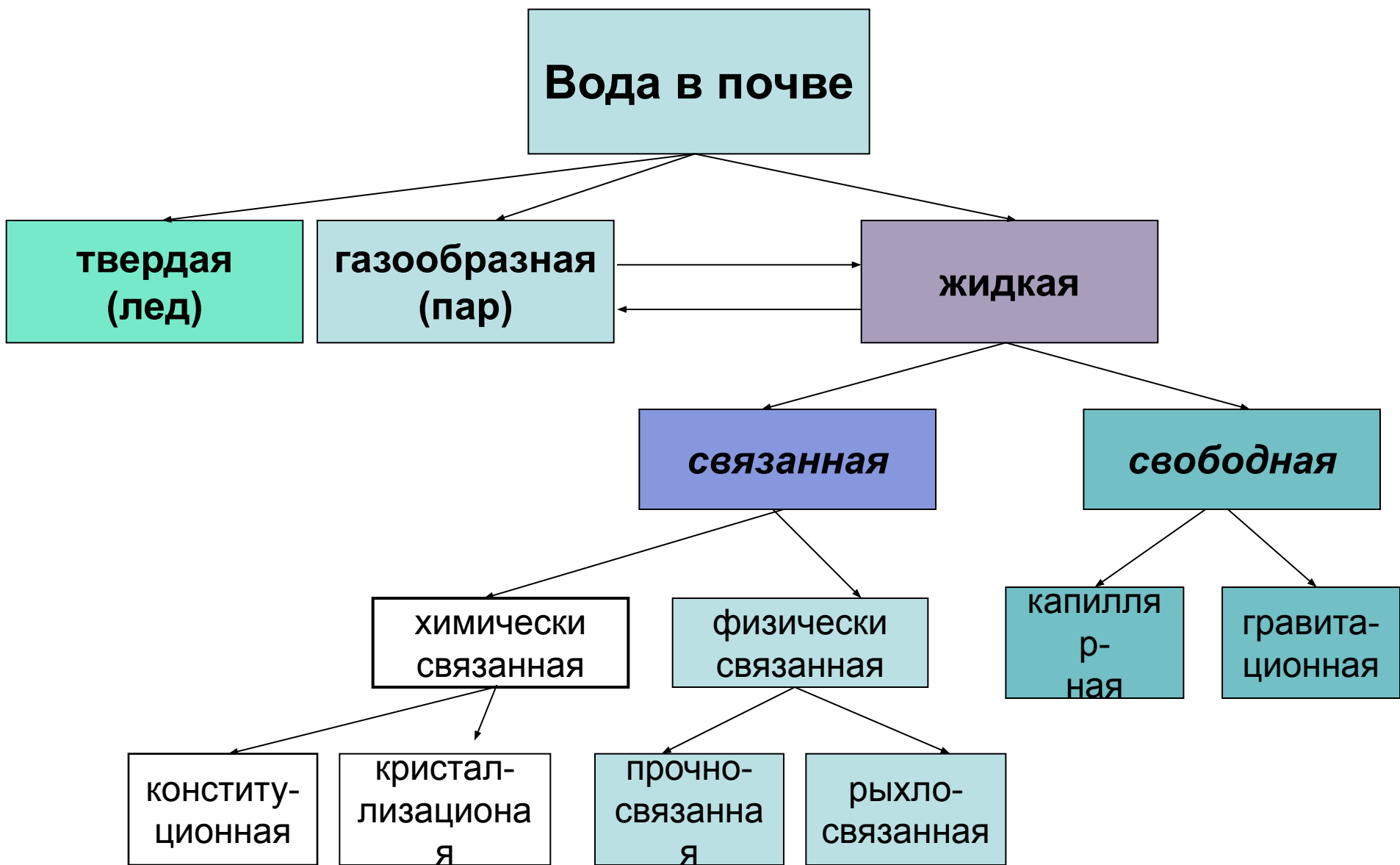


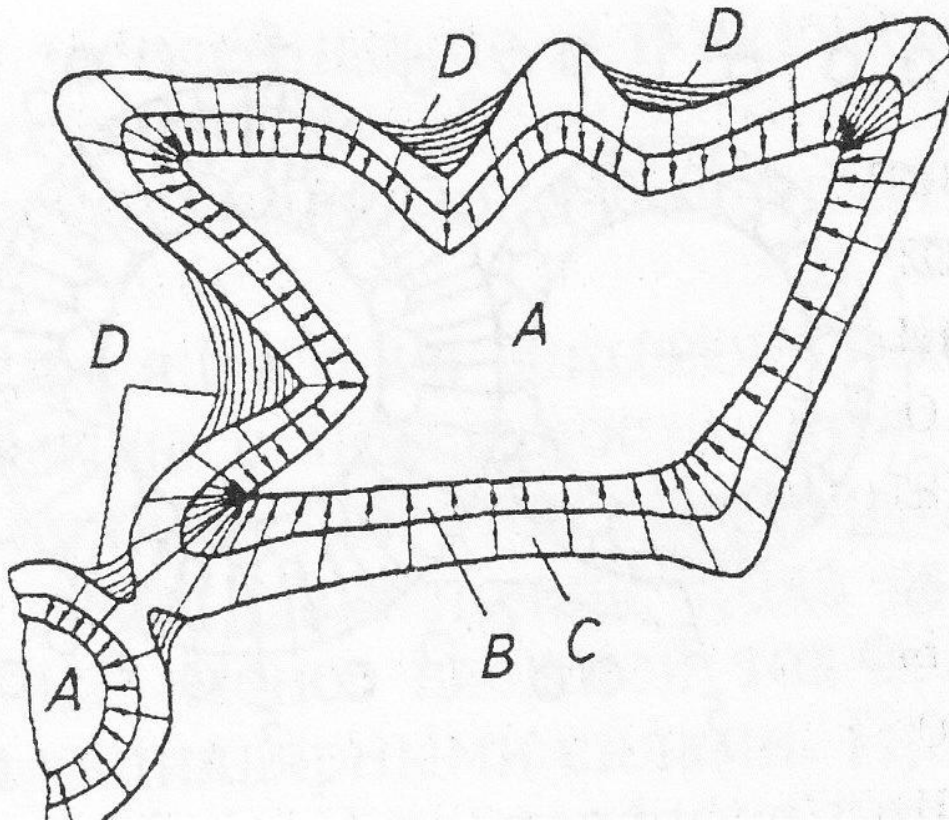
**Водные свойства и водный режим почв**  
**Почвенный воздух**  
**Окислительно-восстановительные процессы**  
**в почвах**

Кафедра ботаники и микробиологии  
доцент И.Н. Волкова

# Состояние и категории (формы) воды в почве



## Сорбция воды почвой (по Н.А. Качинскому)



- A – почвенная частица;
- B – слои прочносвязанной, строго ориентированной воды;
- C – слои рыхлосвязанной, слабо ориентированной воды;
- D – капиллярная вода

# Формы воды в почве, их свойства и доступность для растений

<i>Категория влаги</i>	<i>Силы удержания</i>	<i>Свойства</i>	<i>Доступность воды для растений</i>
гравитационная	Гравитационные (стекает под действием силы тяжести)	Высокая растворяющая способность, подвижность	легкодоступна, избыточна
капиллярная	капиллярные	Жидкая, подвижная, служит растворителем, перемещает соли и коллоиды, замерзает от 0 до -4 °С	доступна и средnedоступна
рыхло-связанная	сорбционные 3 - 50 * 10 <sup>5</sup> Па	T <sub>замерз</sub> от -4 до -10 °С, плохо растворяет электролиты, очень медленно передвигается в почве	труднодоступна и не доступна
прочно-связанная	сорбционные 1 - 2 * 10 <sup>9</sup> Па	Замерзает от -10 до -78 °С, не растворяет соли, плотность 1,5-1,8 г/см <sup>3</sup>	не доступна
химически-связанная	сила химических связей	не является растворителем, не передвигается в почве	не доступна

**Водные свойства почв** – совокупность свойств почвы, определяющая поведение почвенной влаги в профиле

***Водные свойства почв***

- водопроницаемость
- водоподъемная способность
- водоудерживающая способность

**Водопроницаемость** – способность почвы впитывать и пропускать через себя воду

## Шкала водопроницаемости Н.А. Качинского

- провальная - более 1000мм/час (при 10<sup>0</sup>С)
- излишне высокая - 1000-500мм
- **наилучшая** - **500-100мм**
- хорошая - 100-70мм
- удовлетворительная - 70-30мм
- неудовлетворительная - менее 30мм

**Водоподъемная способность** – свойство почвы вызывать восходящее передвижение содержащейся в ней воды за счет капиллярных сил

**Водоподъемная способность  
почв разного гранулометрического состава**

- Пески 0,5 ... 1,0 м
- Супеси 1,0... 1,5 м
- Суглинки 3...4 м
- Лессы 4...6 м

**Водоудерживающая способность** – свойство почвы удерживать от стекания воду, содержащуюся в ней.

Удержание воды осуществляется ***сорбционными*** и ***капиллярными*** силами, противостоящими ***силе тяжести***

Количественно водоудерживающая способность характеризуется через **влагоемкость**



**Влагоемкость почвы** – наибольшее количество воды, которое способна удержать почва теми или иными силами

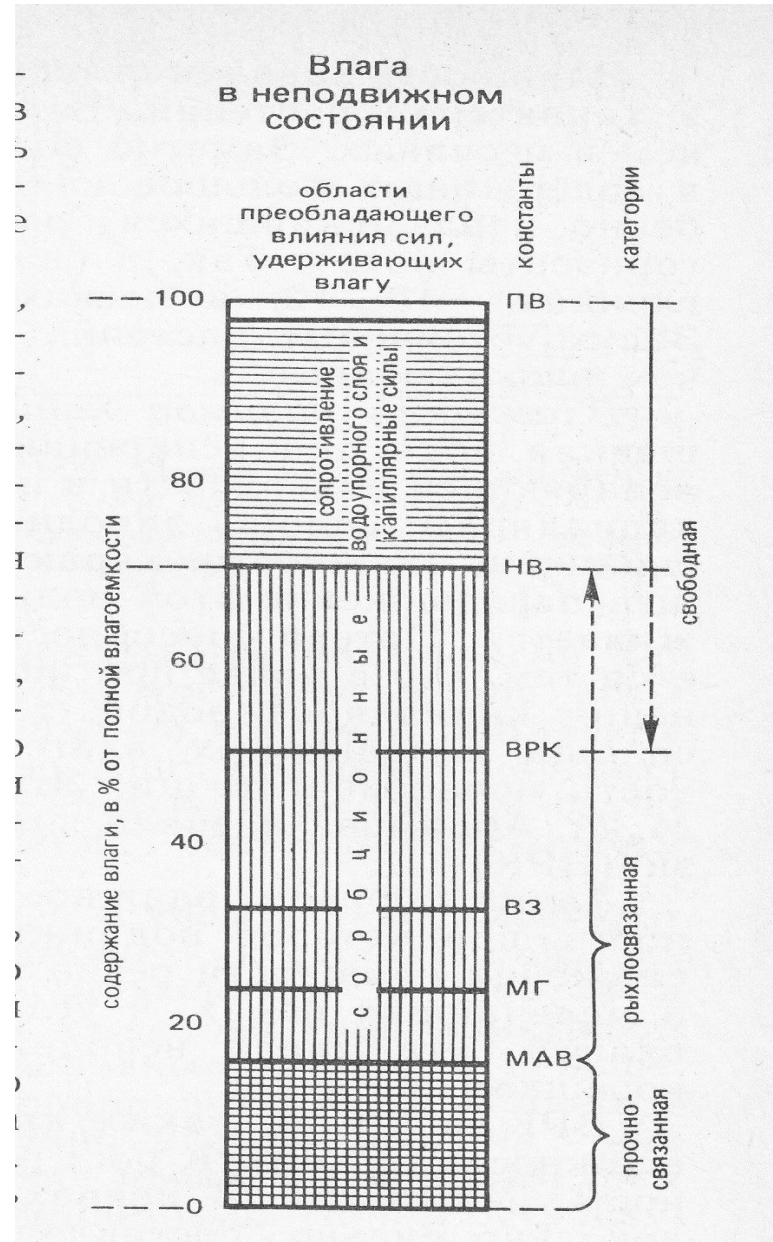
**Почвенно-гидрологические константы** - граничные значения влажности, при которых количественные изменения в подвижности и свойствах почвы переходят в качественные

### **Виды влагоемкости**

**(почвенно-гидрологические константы)**

- *Максимальная адсорбционная влагоемкость (**МАВ**)*
- *Гигроскопическая влажность (**Г**)*
- *Максимальная гигроскопическая влажность (**МГ**)*
- *Влажность завядания (**ВЗ**)*
- *Влажность разрыва капилляров (**ВРК**)*
- *Предельно-полевая влагоемкость (**ППВ**)*  
(*син. наименьшая влагоемкость – **НВ** или полевая влагоемкость*)
- *Полная влагоемкость (**ПВ**)*

# Категории почвенной воды и почвенно-гидрологические константы (по А.А. Роде, 1965)



**Водный режим почв** – совокупность всех явлений поступления влаги в почву, ее передвижения и расхода

*Количественной* характеристикой водного режима является ее водный баланс

***Общий вид уравнения водного баланса:***

$$O + K + ГВ = Д + И + ПС + ВПС + ГС$$

О – осадки

К – конденсационная влага

ГВ – грунтовые воды

Д – десукция (испарение растениями)

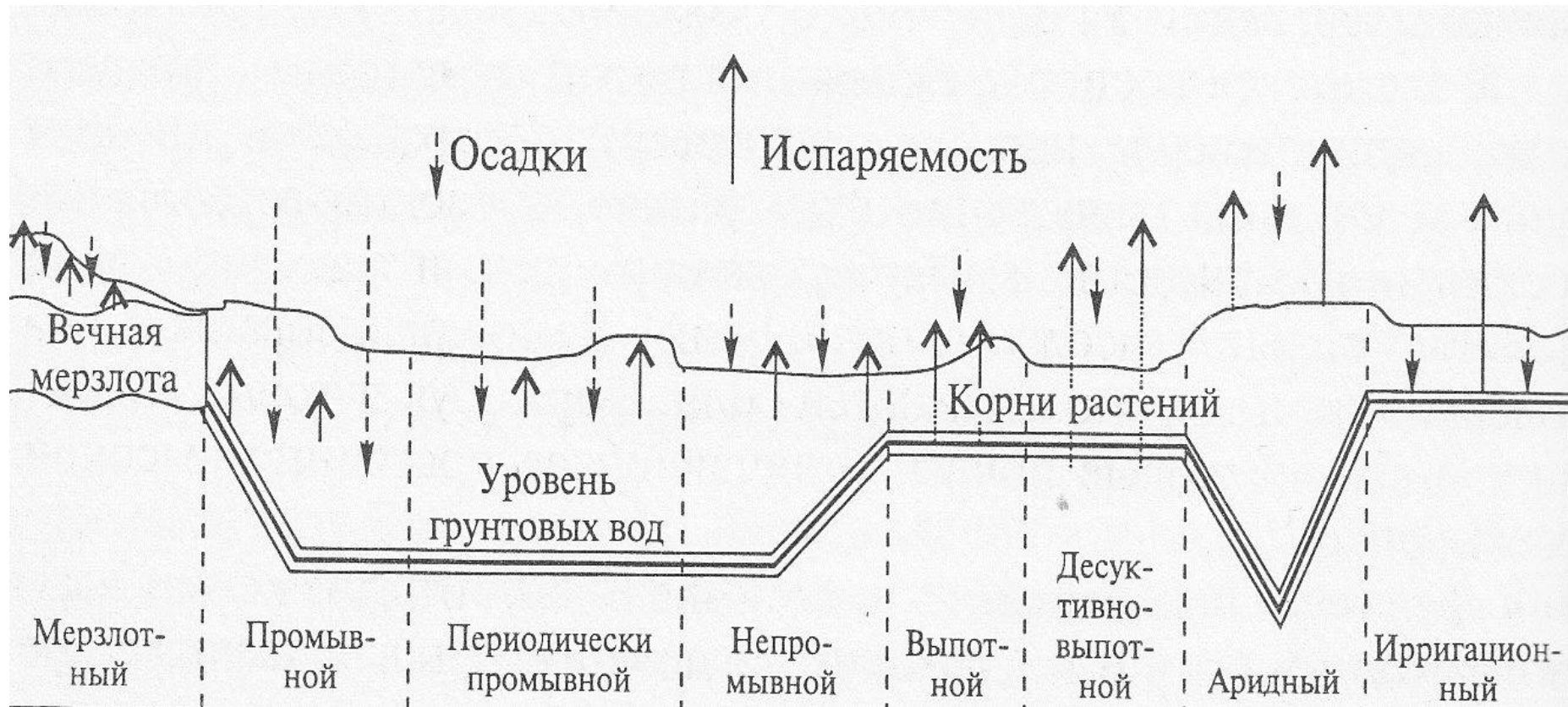
И – испарение с поверхности почвы

ПС – поверхностный сток

ВПС – внутрипочвенный сток

ГС – грунтовый сток

# Типы водного режима в зависимости от природных факторов и влияния человека (по В.П. Белоброву)



# Типы водного режима почв

- **Промывной**  $KУ > 1$  (2 -1,3)  
 $O > Д + И + ПС + ВПС$
- **Периодически промывной**  $KУ = 1$  (1,2 – 0,8 )  
 $O = Д + И + ПС + ВПС$
- **Непромывной**  $KУ < 1$  (0,8-0,3)  
 $O < Д + И$
- **Аридный**  $KУ \ll 1$  (0, 3-0,1)
- **Выпотной**  $KУ < 1$
- **Застойный**  $KУ \gg 1$   
 $O > Д + И + ВПС$
- **Мерзлотный**  $KУ > 1$
- **Ирригационный**

**Содержание различных газов  
в атмосферном и почвенном воздухе**

<i>Газы и ЛОС</i>	<i>Содержание, %</i>	
	<i>В атмосфере</i>	<i>В почве</i>
<b>N<sub>2</sub></b>	<b>79,1</b>	<b>68...73</b>
<b>O<sub>2</sub></b>	<b>21,9</b>	<b>5...21</b>
<b>CO<sub>2</sub></b>	<b>0,03</b>	<b>0,1...15</b>
<b>H<sub>2</sub></b>	<b>5 x10<sup>-5</sup></b>	<b>1...8 10<sup>-6</sup></b>
<b>CO</b>	<b>1 x 10<sup>-5</sup></b>	<b>1...8 10<sup>-6</sup></b>
<b>NO</b>	<b>1 x 10<sup>-5</sup></b>	<b>1...10 10<sup>-4</sup></b>
<b>N<sub>2</sub>O</b>	<b>5 x 10<sup>-6</sup></b>	<b>4...40 10<sup>-5</sup></b>
<b>SO<sub>2</sub></b>	<b>-</b>	<b>3 10<sup>-7</sup></b>
<b>H<sub>2</sub>S</b>	<b>-</b>	<b>2 10<sup>-7</sup></b>

## *Состав почвенных микрогазов*

- Окись азота -  $\text{NO}$
- Закись азота -  $\text{N}_2\text{O}$
- Сероводород -  $\text{H}_2\text{S}$
- Окись углерода -  $\text{CO}$
- Водород -  $\text{H}_2$
- Аммиак -  $\text{NH}_3$
- Этилен
- Ацетилен
- Метан
- Меркаптаны
- Эфиры
- Летучие биологически активные компоненты:  
витамины, гормоны, фитонциды

## Состояния почвенного воздуха

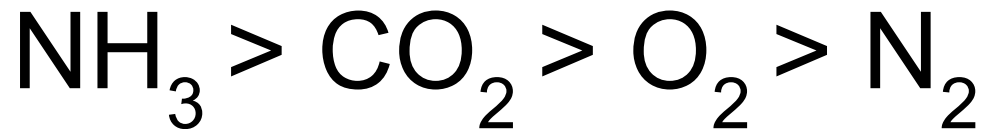
- ***Свободный почвенный воздух*** – смесь газов и ЛОС, свободно перемещающихся в порах, незаполненных водой
- ***Адсорбированный почвенный воздух*** – газы и ЛОС, адсорбированные поверхностью твердой фазы
- ***Растворенный воздух*** – газы, растворенные в почвенной воде



# Активность поглощения газов почвой зависит:

- от атмосферного давления и температуры  
(увеличивается с ростом атмосферного давления или при уменьшении температуры);

- от характера газа (активнее поглощаются более тяжелые и относительно более легко сжимаемые газы)



## Количество воздуха, адсорбируемое различными сорбентами (по В.А. Ковде)

Сорбент	Количество адсорбированного воздуха, см <sup>3</sup> /100г почвы
Кварцевый песок (<0,5мм)	0,75
Супесь	2,26
Легкий суглинок	4,93
Тяжелый суглинок	6,99
Чернозем суглинистый	9,03

**Растворимость газов в воде, см<sup>3</sup>/л  
(по Валькову В.Ф. и др.)**

<b>Газы</b>	<b>Температура, °C</b>		
	<b>5</b>	<b>20</b>	<b>30</b>
<i>Воздух</i>	0,25	0,19	0,16
$CO_2$	14,24	8,78	6,65
$O_2$	0,43	0,31	0,26

**Коэффициент дыхания** - отношение  
выделенного почвой *углекислого газа* к поглощенному ею  
*кислороду*

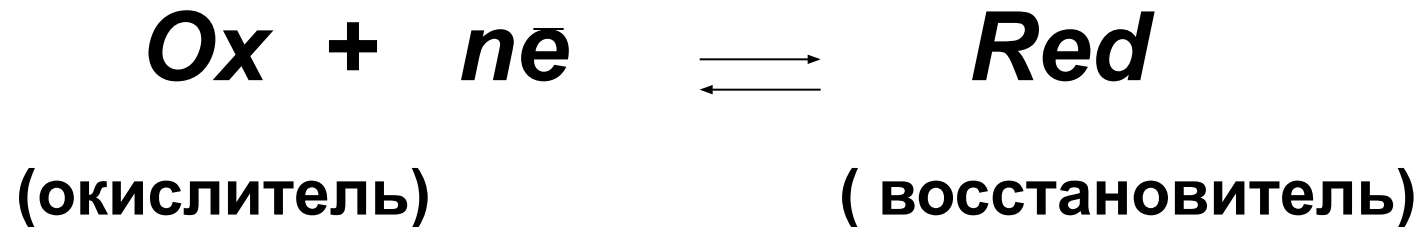
$$КД = [CO_2] / [O_2]$$

При хорошей аэрации КД близок к 1

При затрудненном газообмене  $> 1$  (анэробнозис)

# Почва - сложная окислительно-восстановительная система

*Реакции окисления-восстановления в общем виде:*



# Наиболее часто встречающиеся в почвах окислительно-восстановительные системы

- $O_2 - O^{2-}$
- $Fe^{3+} - Fe^{2+}$
- $Mn^{2+} - Mn^{3+} - Mn^{4+}$
- $NO_3^- - NO_2^- - N_2$
- $H_2 - 2H^+$
- $SO_4^{2-} - H_2S$
- $CO_2 - CH_4$
- $Cu^+ - Cu^{2+}$

# Шкала окислительно-восстановительных процессов в почве

<i>Характер процессов</i>	<i>ОВП, мВ</i>
• Интенсивно восстановительные	< 200
• Умеренно восстановительные	200...300
• Слабовосстановительные	300...400
• Слабоокислительные	400...500
• Умеренно окислительные	500...600
• Интенсивно окислительные	>600