

# Водные свойства и водный режим почв

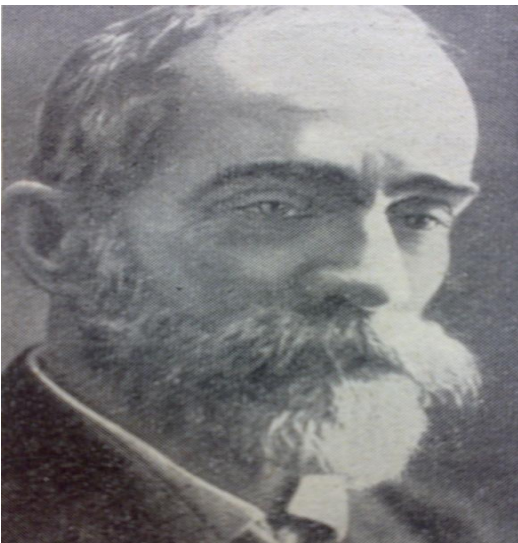


# Содержание:

- ✓ Формы почвенной воды.
- ✓ Водные свойства почв.
- ✓ Водный режим почв.

## Исследователи почвенной воды:

А.А. Измаильский, П.С. Коссович, А.Ф. Лебедев,  
А.Г. Дояренко, А.А. Роде.



Г.Н. Высоцкий

Количество почвенной воды, обладающие одинаковыми свойствами - **категорий или формы почвенной воды.**

Классификация по А.А Роде (1965)

**Твердая вода-лед** зависит от климатических условий имеет сезонный или многолетний (вечная мерзлота) характер. Неподвижна, недоступна растениям. Источник жидкой и парообразной воды.

**Химически связанная вода** – неподвижностью, высокой прочностью связей, неспособностью растворять. Виды: в составе химических соединений (минералов  $Al(OH)_3$   $Fe(OH)_3$ ) в виде гидроксильной группы  $OH$  – *конституционная* вода.

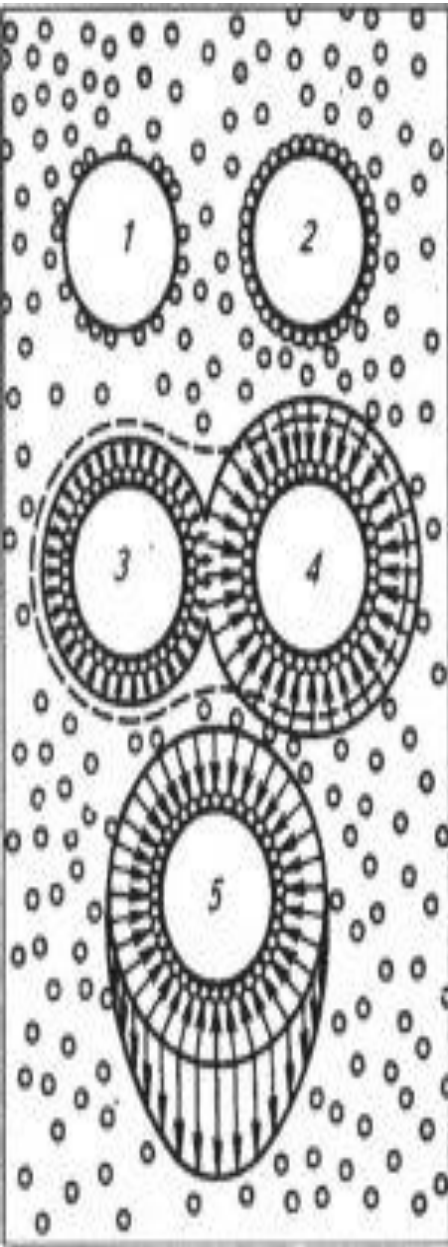
*Кристаллизационная* – целые молекулы воды, входящие в кристаллы: гипс  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ .

**Парообразная вода-** в почвенном воздухе в виде водяного пара. Передвигается вместе с током почвенного воздуха, от участков с более высокой температурой к более холодным. При понижении  $t$  конденсируется в жидкую.

**Физически связанная, или сорбированная вода-** образуется путем сорбции парообразной и жидкой воды на поверхности твердых частиц почвы. В зависимости от прочности связи с твердой фазой почвы:

1) **прочносвязанная (гигроскопическая ГВ)** образуется в результате сорбции коллоидными частицами водяных паров из воздуха. Способность – гигроскопичность. Максимальное количество ГВ, которое может поглотить и удержать почва, в атмосфере, насыщенной водяными парами называется *максимальной гигроскопичностью (МГ)*. *Максимальная адсорбционная влагоемкость* - мах количество прочносвязанной воды, удерживаемой на поверхности почвенных частиц сорбционными силами.

2) **рыхлосвязанная (пленочная)** образуется в результате дополнительной к МГ сорбции молекул воды при соприкосновении твердых коллоидных частиц почвы с жидкой водой. Мах количество рыхлосвязанной воды, удерживаемой силами молекулярного притяжения дисперсных почвенных частиц называется *молекулярной влагоемкостью (ММВ)*.



свободная вода не связана с полярными частицами сорбционными силами. Различают 2 формы:

**Капиллярная** в тонких капиллярных порах почвы и передвигается в них под влиянием капиллярных сил, возникающих на поверхности раздела твердой, жидкой и газообразной фаз. Доступна растениям.

**Капиллярно-подвешанная** образуется при увлажнении почвы с поверхности. **Капиллярно-подпертая** – при поступлении воды снизу. Максимальное количество капиллярно-подвешанной воды, которое остается в почве после стекания избыточной свободной воды называется *наименьшей (НВ), полевой (ПВ), общей влагоемкостью (ОВ)*.

**Гравитационная вода** – свободная форма воды в почве, передвигающаяся под действием сил тяжести, способна растворять и переносить соли, доступна растениям, но создавая анаэробные условия угнетение и гибель растения и заболачивание. Занимает крупные некапиллярные поры в почве.

Максимальное количество ГВ, которое может вместить почва при заполнении всех пустот, кроме пор с заземленным воздухом называется *полной влагоемкостью (ПВ)*

# Водные свойства почв

**1. Водоудерживающая способность** – свойство почвы удерживать воду, обусловленное действием сорбционных и капиллярных сил. Наибольшее количество воды, которое способна удерживать почва теми или иными силами, называется *влажностью*. В зависимости от сил, удерживающих влагу в почве различают капиллярную, наименьшую (полевую) и полную влажность.

**2. Полная (максимальная) влажность, или водоемкость,** – это количество влаги, удерживаемое почвой в состоянии полного насыщения, когда все поры заполнены водой. Оптимальной для растений считается относительная влажность почв в пределах 50-60%.

**3. Наименьшая влажность** соответствует такой влажности, которая сохраняется в почвогрунте, не испытывавшем капиллярного подъёма влаги после стекания избыточной влаги, подступающей к поверхности почвы.

Величина наименьшей влажности зависит от механического, минералогического и химического состава почвы, её плотности и скважности.



**4. Капиллярная влагоёмкость** представляет собой запас влаги, удерживаемой над уровнем грунтовых вод капиллярными силами. Выражается в процентах от веса или обмена почвы. Величина капиллярной влагоёмкости, помимо мощности слоя, зависит от того на какой высоте от поверхности грунтовых вод накапливается от общей и капиллярной скважности, а также от плотности почвы.

**5. Максимальная молекулярная влагоёмкость** соответствует наибольшему содержанию рыхлосвязанной воды, удерживаемой сорбционными силами или силами молекулярного притяжения. При влажности близкой в ММВ, растения обычно начинают устойчиво завядать, поэтому такая влажность называется **влажностью завядания**.

**6. Водоподъёмная способность**— способность почвы вызывать капиллярный подъем влаги. Стенки почвенных капилляров хорошо смачиваются водой, вследствие чего в них создаётся поверхностное натяжение. Величина последнего зависит от радиуса капилляров.

## Влажность завядания в почвах ( по данным Францессона)

Гранулометрический состав почв	Влажность завядания, % на абсолютную сухую почву	
	Дерново-подзолистые почвы	Чернозёмы
Песчаный	1-3	-
Супесчаный и легкосуглинистый	3-6	4-8
Средне- и тяжелосуглинистый	6-12	9-15
Глинистый	-	16-22



**Водопроницаемость** – способность почвы воспринимать воду и передвигать её вниз под влиянием силы тяжести. Обычно различают две стадии водопроницаемости: впитывание и фильтрацию. Когда поры почвы лишь частично заполнены водой, тогда при поступлении воды наблюдается её впитывание в толщу почвогрунта.

**Впитывание** – это поглощение воды почвой и ее прохождение в не насыщенную водой почве.

**Фильтрация (просачивание)** – передвижение воды в почве под влиянием силы тяжести и градиента напора при полном насыщении почвы водой.

**Шкала. Оценка водопроницаемости почв по Н.А. Качинскому**

<b>Водопроницаемость</b>	<b>Оценка</b>
Свыше 1000	Провальная
1000-500	Излишне высокая
500-100	Наилучшая
100-70	Хорошая
70-30	Удовлетворительная
<30	Неудовлетворительная

# Водный режим почв

совокупность явлений поступления влаги в почву, ее передвижения, удержания в почвенных горизонтах и расхода из почвы. Количественно выражают через водный баланс. Водный баланс характеризует приход влаги в почву и расход из нее.

Уравнение водного баланса  $V_{ос} + V_{г} + V_{пр} = E_{исп} + E_{т} + V_{н} + V_{п}$

где,  $V_{ос}$  - сумма осадков за весь период наблюдения;  $V_{г}$  - количество влаги, поступающей из грунтовых вод;  $V_{пр}$  - количество влаги, поступающей в результате поверхностного притока воды;  $E_{исп}$  - количество влаги, испарившейся с поверхности почвы за весь период наблюдения, физическое испарение;  $E_{т}$  - количество влаги, расходуемой на транспирацию (десукция);  $V_{н}$  - влага, инфильтрующаяся в почвенно-грунтовую толщу;  $V_{п}$  - количество воды, теряющейся в результате поверхностного стока.

Левая часть уравнения включает приходные статьи баланса, правая - расходные.

# Запасы воды

в отдельном генетическом горизонте  $V = a \, dv \, H$

где  $V$  - запас воды (м<sup>3</sup>/га) для слоя  $H$ ;  $a$  - полевая влажность, %;  $dv$  - плотность, г/см<sup>3</sup>;  $H$  - мощность горизонта, см.

- **Общий запас воды (ОЗВ)** - суммарное ее количество на заданную мощность почвы, выраженное в м<sup>3</sup>/га (или миллиметрах водяного столба).
- **Полезный запас воды в почве (ПЗВ)** - суммарное количество продуктивной, или доступной растениям, влаги в толще почвогрунта.

$$\text{ПЗВ} = \text{ОЗВ} - \text{ЗТВ} \text{ (запас труднодоступной влаги)}$$

# Оценка запасов продуктивной влаги (А.Ф. Вадюнина, З.А. Корчагина, 1986)

Мощность слоя почвы, см	Запасы воды, мм	Качественная оценка запасов воды
0—20	> 40	Хорошие
	40—20	Удовлетворительные
	< 20	Неудовлетворительные
0—100	> 160	Очень хорошие
	160—130	Хорошие
	130—90	Удовлетворительные
	90—60	Плохие
	< 60	Очень плохие

# Типы водного режима по А.А. Роде

**1. Промывной (пермацидный) ( $KY > 1$ )** характерен для местностей, где сумма годовых осадков больше величины испаряемости. Для большинства почв таёжно-лесной зоны, влажных субтропиков, тропических почв. Почвенная толща ежегодно подвергается сквозному промачиванию до грунтовых вод, т.к. нисходящие водные токи преобладают над восходящими.

**2. Непромывной (импермацидный) тип ( $KY < 1$ )** водного режима характерен для территорий где влага, поступающая с осадками распределяется только в верхних горизонтах и не достигает уровня грунтовых вод. Грунтовые воды залегают глубоко и их капиллярная кайма не достигает почвенного слоя, увлажняемого атмосферными осадками. Характерен для большинства степных, полупустынных и пустынных почв (Ч, К и др.).

**3. Периодически промывной тип ( $KY=1$ )** водного режима характеризуется чередованием ограниченного промачивания почвенно-грунтовой толщи в сухие годы и сквозного промачивания во влажные. Серых лесных почв, солодей лесных и др.

**4. Выпотной (эксудативный) тип ( $KY < 1$ )** водного режима отличается преобладанием восходящих водного токов. Наблюдается при неглубоком залегании грунтовых вод (2 –3 м). При высокой минерализации грунтовых вод в почву поступают легкорастворимые соли, происходит ее засоление. Для гидроморфных солонцов, солончаков и др.

**5. Мерзлотный тип** распространен в условиях многолетней мерзлоты. Мерзлый слой грунта водонепроницаем, является водоупором, над которым проходит надмерзлотная верховодка, которая обуславливает насыщенность водой верхней части оттаявшей почвы в течение вегетационного периода.

**6. Ирригационный тип** создается при дополнительном увлажнении почвы оросительными водами.

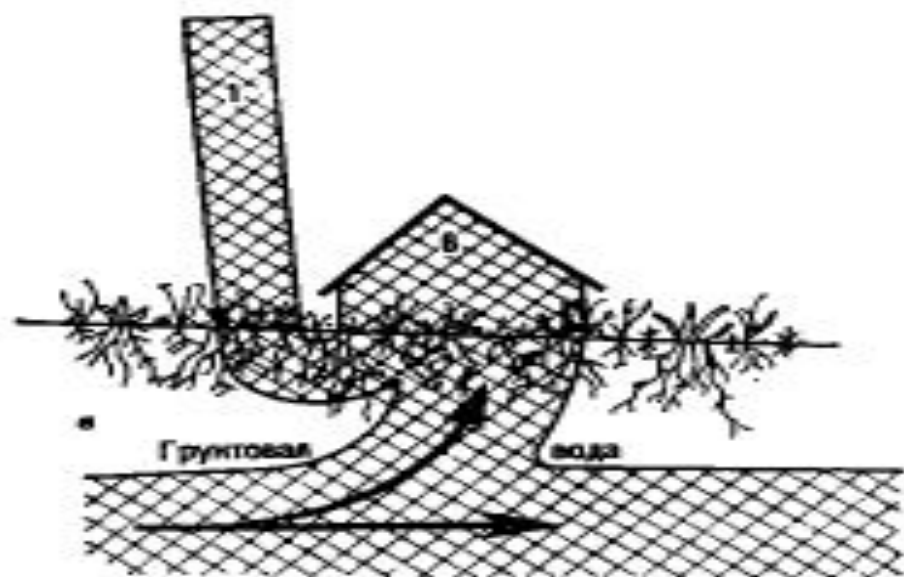
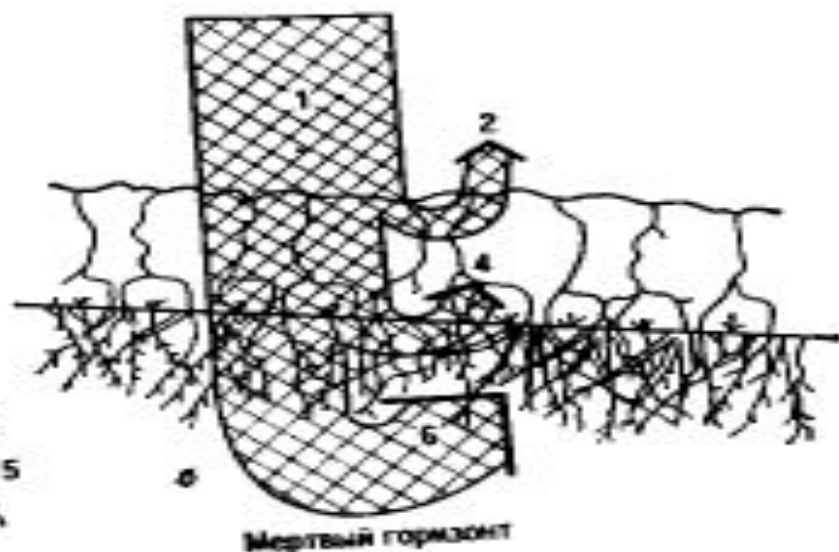
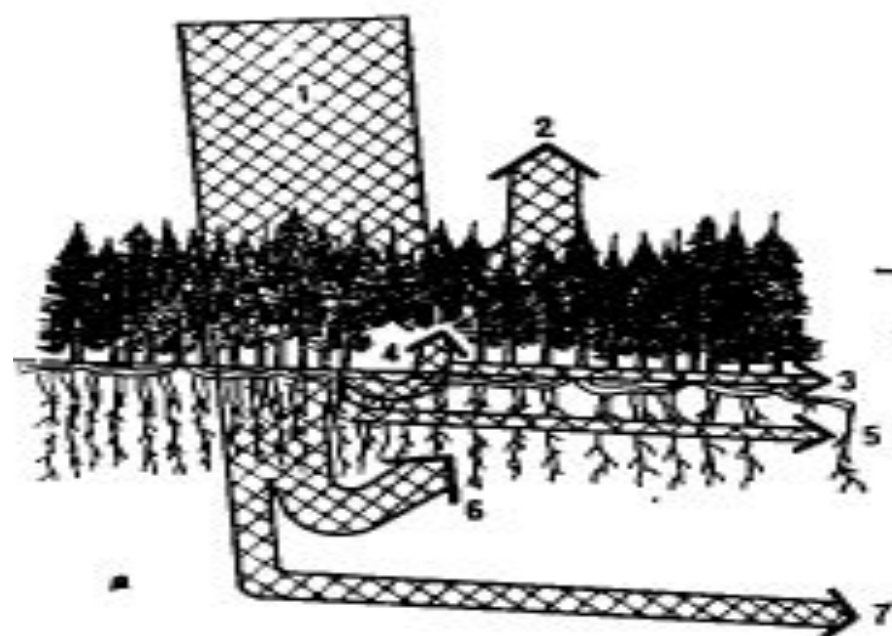


Рис. 25. Схема влагооборота водного баланса при различных типах водного режима (по А. А. Роде):  
 а — водный режим промывного типа; б — водный режим непромывного типа; в — водный режим выпотного типа; 1 — осадки; 2 — влага, задержанная кровлями; 3 — поверхностный сток; 4 — физическое испарение; 5 — внутрипочвенный сток; 6 — влага, потребляемая растениями (десушция растительным покровом); 7 — грунтовой сток; 8 — испарение и десушция.



# Тесты для самоконтроля

18. Почва считается удовлетворительно обеспеченной продуктивной влагой, если запас воды в слое 0-100 см составляет в мм:

- A) 130-120
- B) 160-170
- C) 120-140
- D) 110-90
- E) 150-160
- F) 130-140

19. Свободная влага:

- A) Хорошо передвигается
- B) Не участвуют в растворении и передвижении веществ
- C) Не сохраняется капиллярная связь в порах почвы
- D) Входит в состав минеральных, органических соединений почвы
- E) Связана за счет внешних молекулярных сил твердой фазы почвы
- F) Прочносвязанная и свободносвязанная влага

19. Химически связанная вода:

- A) Не влияют молекулярные силы твердой фазы почвы
- B) Входит в состав минеральной, органоминеральной части почвы
- C) Не содержится в физическом теле
- D) Связанная силами молекул
- E) Не участвуют в растворении и передвижении веществ
- F) Молекулы связаны между собой противоположными зарядами
- G) Сохраняется капиллярная связь в порах почвы

12. Источники почвенного раствора – это:

- A) Атмосферные осадки и воды рек и озер
- B) Конденсационная влага и влага минералов
- C) Вода водоносных горизонтов и конденсационная влага
- D) Вода водоносных горизонтов и влага минералов
- E) Конденсационная влага и атмосферные осадки
- F) Воды рек и озер и конденсационная влага
- G) Влага минералов и атмосферные осадки

19. Гигроскопическая влага:

- A) Подвижная влага
- B) Входит в состав минеральных, органических соединений почвы
- C) Передвигается вниз по профилю почвы благодаря силе притяжения
- D) Сохраняется благодаря капиллярным силам пор
- E) Сорбирована из воздуха, насыщенного водяным паром
- F) Не доступная для растений
- G) Прочносвязанная влага