



# Орошение - I

# Задачи орошения и потребность растений в воде



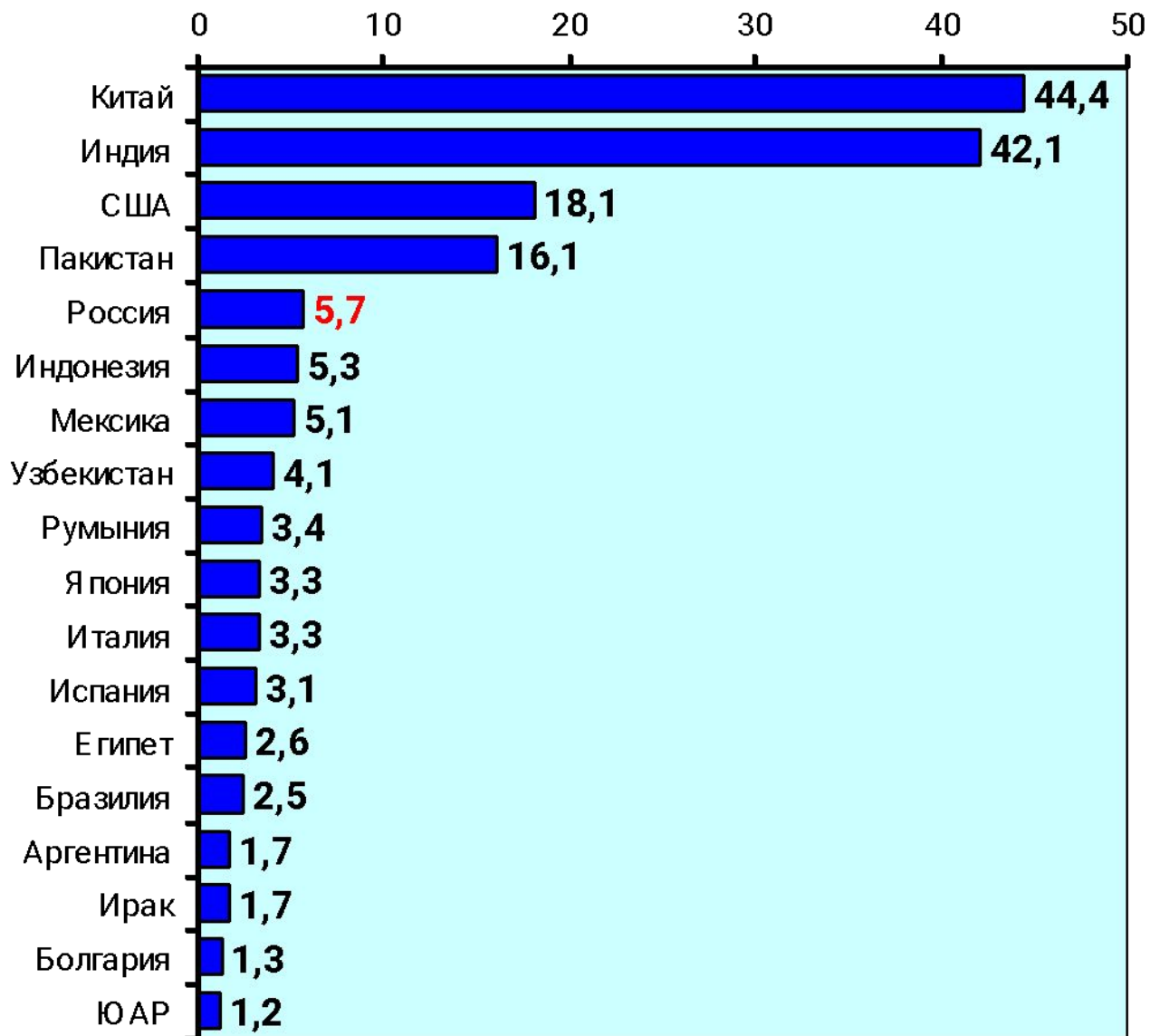
# Орошение или ирригация (от англ. *irrigation* — орошение)

система мероприятий по искусственному увлажнению почвы с целью создания благоприятных условий для роста и развития растений.

Орошение, увлажняя почву, оказывает на нее многофакторное действие.

При правильной организации орошения улучшаются как воздушный и тепловой режимы почвы, так и условия местообитания растительности.

Площадь орошаемых земель (на конец 1990-х годов), млн. га (всего 165 млн. га )



## Орошение применяют:

- в сухостепной, полупустынной и пустынной зонах европейской части страны,
- в Закавказье,
- в республиках Центрально-азиатского региона,
- в южных районах Западной и особенно Восточной Сибири — в Туве, Хакасии, Бурятии, Читинской и других областях, в Поволжье и Заволжье.

## Орошение применяют:

- в гумидной зоне его используют для создания высокопродуктивных зеленых угодий — сенокосов и пастбищ (долговременных культурных пастбищ — ДКП), а также для возделывания овощных культур, преимущественно в районах крупных населенных и индустриальных центров.

Независимо от территориального расположения в оросительных системах расход воды на полив должен быть экономичным и соответствовать потребностям растений с целью создания планируемого урожая.

При оценке потребности растений и воде принято учитывать два важных показателя — *коэффициент транспирации* и *коэффициент водопотребления*.

# Коэффициент транспирации

масса воды, транспирированный растением за время его вегетации, пошедшая на образование единицы массы сухого вещества (сухой массы всего урожая).

**Коэффициент транспирации** — динамичная величина. Его значения меняются в зависимости от почвенных, погодных и климатических условий. Для одних и тех же культур коэффициент транспирации возрастает с севера на юг и с запада на восток с увеличением засушливости и континентальности климата.



# Коэффициент транспирации

Транспирационный коэффициент возрастает с увеличением влажности почвы.

Поэтому при поливе возможно увеличение непродуктивного использования влаги.

Улучшение агротехники и системы удобрений повышает урожай, способствует более экономичному использованию влаги, уменьшает коэффициент транспирации.

Расход влаги на орошаемом поле осуществляется не только за счет транспирации.


Весьма существенной расходной статьей водного баланса является физическое испарение с поверхности почвы.

Последнее составляет около 25–50 % расхода на транспирацию в вегетационный период, а в течение года эти составные расходные статьи водного баланса (транспирация и физическое испарение) приблизительно равны.

В практических целях при водобалансовых мелиоративных расчетах используют значения не транспирации, а ***водопотребление***.

**Водопотребление** — расход воды на транспирацию и испарение с 1 га возделываемой культуры ( $\text{м}^3/\text{га}$ ).


**Коэффициент водопотребления** — объем воды в кубических метрах, израсходованный за вегетационный период на тонну (или центнер) продукции при естественной ее влажности.



Коэффициент водопотребления изменяется так же, как и коэффициент транспирации.

Во влажные годы на неорошаемом участке коэффициент водопотребления увеличивается, в сухие — уменьшается.

Повышение урожайности обуславливает более экономичное расходование воды, снижение коэффициента водопотребления.



Оросительные системы обеспечивают подачу воды на орошаемые поля, перевод воды водоисточника (реки, озера и др.) в почвенную влагу.

Эта влага, а также влага осадков расходуется в вегетационный период на транспирацию и физическое испарение, т. е. на суммарное водопотребление.

# Основные негативные экологические последствия орошения

- ирригационная эрозия;
- накопление агроирригационного культурного горизонта почв;
- вторичное засоление грунтов и почв;
- заболачивание грунтов и почв;
- загрязнение поверхностных и подземных вод;
- обмеление рек;
- оседание рельефа местности.




# **Источники воды для орошения и оценка её пригодности для полива**


# Для полива используют воды различного происхождения:

- речные,
- озёрные,
- водохранилищные,
- подземные,
- возвратные (сточные, т. е. воды, поступающие из коллекторно-дренажной сети, тепло- и энергоцентралей, промышленных предприятий),
- морские






**Независимо от их происхождения все воды, используемые для полива, должны отвечать одному общему требованию — не ухудшать свойства почв.**



При выборе источника орошения должна быть выполнена оценка пригодности воды для орошения:

- по опасности ухудшения плодородия почв (осолонцевание, засоление, обезструктурирование, выщелачивание почв и т. п.);
- по солеустойчивости сельскохозяйственных культур.



Большинство рек, воды которых используются для орошения имеют минерализацию 0,2-0,5 г/л. В настоящее время их минерализация возросла в 10 раз

Отличительной особенностью речных вод является наличие в них твердой взвеси (твердого стока) — речного аллювия.

Содержание твердого стока в воде разных рек различно — от 0,1–0,2 кг/м<sup>3</sup> (сибирские реки) до 4–10 кг/м<sup>3</sup> (реки Средней Азии).

Как правило, после строительства водохранилища воды рек в нижнем бьефе плотины осветляются в результате осаждения твердой взвеси на дно искусственного водоема.

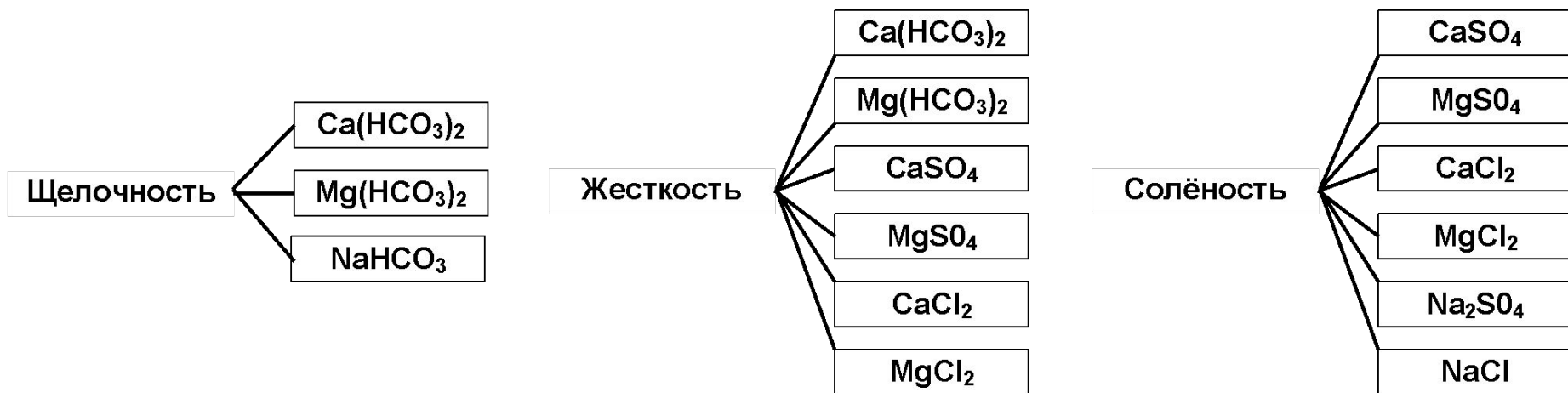
Твердый сток, отлагаясь на поверхности почв при поливе, нередко обогащает их первичными и вторичными минералами, способствует поддержанию на высоком уровне плодородия орошаемых земель.


В результате длительного орошения водами, обогащенными такой минеральной взвесью, формируется ***ирригационный нанос***, на котором позднее возникают почвы (так называемые ***ирригационные почвы***).

# Классификация природных вод по химическому составу



# Сочетание различных элементов, обуславливающих свойства природных вод





**Воды озер и водохранилищ** стабильнее речных вод, а их химический состав подвержен закономерным зональным изменениям.

В водах водохранилищ в летние месяцы наблюдается некоторое увеличение их минерализации в результате интенсивного испарения.

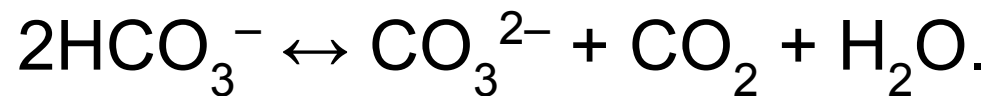


Рост минерализации происходит главным образом за счет  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  и  $\text{Na}^+$ , т. е. ионов, ухудшающих качество воды.

При этом возможно неблагоприятное изменение щелочности вод. В ней появляется ион  $\text{CO}_3^{2-}$  и резко повышается рН. В воде уменьшается содержание  $\text{Ca}^{2+}$ .

## Механизм ощелачивания следующий

В результате активного развития в водоемах сине-зеленых водорослей происходит активное потребление диоксида углерода, и карбонатно-кальциевое равновесие смещается в сторону образования  $\text{CO}_3^{2-}$ :



При этом карбонат кальция выпадает в осадок.




Подземные воды могут широко применяться для орошения сельскохозяйственных культур.

Для этой цели может быть использовано до 10 % от общего дебита.

Их применение освобождает от необходимости устраивать дорогостоящие водозаборные сооружения, повышает влагообеспеченность территории.

Однако при этом растут эксплуатационные расходы.



В США, Индии, Канады, Мексики и Франции, где из подземных горизонтов извлекают для орошения, соответственно 40–45, 30 и 20 %.

В странах СНГ для целей ирригации используются в настоящее время не более 4–5 %.

# Зоны подземных вод


Зоны подземного стока	Типы подземных вод	Виды подземного стока	Вертикальные зоны климатического воздействия
Зона активного стока	Почвенные воды и верховодка	Внутрипочвенный сток	Глубина внутригодового (интенсивного) воздействия
	Верхние грунтовые воды	Верхний грунтовый сток	
	Глубокие грунтовые воды	Глубокий грунтовый сток	Глубина многолетнего (ослабленного) воздействия
Зона замедленного стока	Открытые артезианские воды	Открытый артезианский сток	
	Закрытые артезианские воды	Закрытый артезианский сток	Глубина векового (слабого) воздействия
Зона относительного застоя	Глубокие артезианские воды	Локальный, чрезвычайно редкий восходящий сток в реки и озера, преимущественно по тектоническим разломам	Глубина относительного отсутствия воздействия

**Недостатком** подземных вод является их низкая температура, а также нередко высокая минерализация. Подземным водам свойственна определенная зональность.

Их состав определяется, **во-первых**, минералогическим и химическим составом водовмещающей, водоносной и водоупорной толщ и,


**во-вторых**, современными зональными почвообразовательными процессами.

Общая закономерность заключается в том, что с севера на юг растет минерализация грунтовых вод.



В классификации В. И. Вернадского, О. А. Алексина и других выделяются четыре группы подземных вод:


- 1) пресные - с общей минерализацией до 1 г/л;
- 2) солоноватые - от 1 до 10 г/л;
- 3) соленые - от 10 до 50 г/л;
- 4) рассолы - свыше 50 г/л.



Ультрапресные и пресные воды, часто содержащие повышенные концентрации органического вещества и железа в северных широтах, постепенно сменяются гидрокарбонатно-кальциевыми и магниевыми водами в лесостепной и степной зонах, нередко содержащих повышенные концентрации бикарбоната и карбоната натрия. Далее на юг в грунтовых водах сухостепной зоны накапливаются сульфаты натрия и кальция.


В полупустынной и пустынной зонах преобладают хлориды, сульфатно-хлоридные высокоминерализованные воды.






**Коллекторно-дренажные воды, поступающие из оросительных систем в водоприемники (реки, овраги, озера и др.), отличаются повышенной минерализацией.**

Эти воды редко могут быть использованы для орошения без дополнительного разбавления благоприятными для полива речными (или озерными) водами.



Морская вода является сложным раствором, содержащим множество элементов и химических соединений. Среди них преобладают хлор (55 %), натрий (30 %), сульфаты (7%), магний (3,7%).

В открытом океане содержание солей колеблется в интервале 33–37 г/л. В зависимости от испарения с поверхности соленость мировой воды может существенно варьировать. Так, соленость вод Балтийского моря не превышает 6–8 г/л, Средиземного — 39, а Красного моря — 41 г/л.



Морская вода для полива трав на легких песчаных почвах непосредственно используется в странах с гумидным влажным климатом (например, в Эстонии на о. Саарема, в Германии на Балтийском побережье и др.) при низкой концентрации в ней водорастворимых солей.

Кроме того, полив морской водой возможен в субтропической зоне на хорошо проницаемых песчаных почвах в районах с продолжительными дождливыми зимами, в частности в странах Средиземноморского бассейна.

В других случаях обычно морская вода может быть использована для орошения лишь после опреснения.

# Оценка пригодности воды для полива и ее влияние на почву


Определение пригодности воды для полива осуществляется с помощью качественных и количественных тестов.

Визуальный и органолептический анализы состояния воды в исследуемом водоеме позволяют сделать общее предварительное заключение о ее пригодности для полива.

## **По состоянию гидробионтов можно также судить о качестве воды водоисточника**

На хорошее состояние воды указывает присутствие в водоисточнике рыб, наличие амфибий и пресмыкающихся на берегах водоема, интенсивный рост рдестов и ряски.

Появление осоки, ситника, камыша и других растений, приспособившихся к существованию в условиях развитого почвенного анаэробнозиса, свидетельствуют об ухудшении качества воды.



**Взвешенные твердые элементы в поливной воде (твердый сток) могут указывать на различные свойства поливных вод.**

Анализ гранулометрического состава твердого стока производится из проб наносов, отбираемых батометрами.

## Твердый сток в поливной воде

Крупные (песчаные), обычно кварцевые частицы (диаметром более 0,05 мм) не представляют ценности как мелиоранты. Вместе с тем они быстро оседают в каналах, что обуславливает необходимость их систематической очистки. Пылеватая фракция (0,001–0,05 мм) обычно доносится оросительной водой до поля. Она также не обладает существенным мелиоративным действием.


## Твердый сток в поливной воде

Илистая фракция ( $< 0,001$  мм) легко транспортируется водой на орошаемое поле.

В ее составе содержится много органических (до 50 % от массы ила) и питательных веществ.


Илистый материал твердой стока и определенных условиях легко коагулирует, способствуя образованию микро- и макроструктуры.





Пригодность поливной воды для орошения в основном определяется наличием в ней растворенных веществ.

При оценке пригодности воды для полива надо учитывать качественный состав солей, опасность засоления (в том числе борного), возможность осолонцевания почв, карбонатного подщелачивания.



Практически во всех случаях пригодными для орошения считаются воды с минерализацией менее 0,2 г/л.

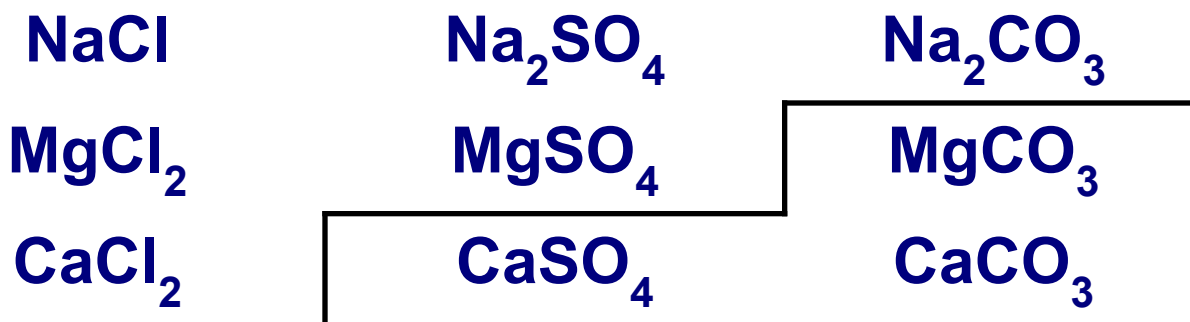
Воды с минерализацией, равной 0,2–0,5 г/л, считают хорошей при отсутствии в воде нормальной соды.

Минерализация воды 0,5–1,0 г/л допустима при поливе устойчивых к засолению растений на легких почвах.

Минерализация воды, равная 1–2 г/л, опасна с точки зрения засоления почв.

Воды с большей минерализацией (например, морские) используют в районах с гумидным климатом на легких почвах с низкой поглотительной способностью.

Соли, растворённые в оросительной воде, применяемой для поливов, обладают разной токсичностью:



Все соли выше черты вредны для растений, ниже — безвредны.

В приведенном перечне солей наиболее опасна нормальная сода.

## Шкала относительной токсичности солей:

Соль	$\text{Na}_2\text{CO}_3$	$\text{NaCl}$	$\text{NaHCO}_3$	$\text{Na}_2\text{SO}_4$
Степень токсичности	10	3	3	1

Все соли натрия и все хлориды являются токсичными.

Карбонаты и сульфаты кальция и карбонаты магния — безвредны.

Серноокислый и углекислый кальций используют как удобрения, так и мелиоранты улучшающие свойства почв.

Следует учитывать, что свободная углекислота и анионы серной кислоты оказывают агрессивное действие на бетон, поэтому эти соли могут способствовать разрушению сооружений на оросительной системе.

## Оценка опасности осолонцевания орошаемых почв

И. Н. Антипов-Каратаев и Г. М. Кадер (1961) предложили использовать следующее уравнение:


$$\frac{[Ca^{2+} + Mg^{2+}]}{[Na^+]_{10}} \geq 0,23 C,$$

где  $C$  – общая концентрация растворимых солей, г/л;  
 $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Na^+$  – содержание ионов в воде, моль(+)/л.  
Зная эти параметры, можно рассчитать соотношение катионов, при котором количество поглощенного натрия достигнет 10 % от ЕКО.

Если отношение  $[\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}]/[\text{Na}^+]$  равно или выше 0,23 С, то такая вода благоприятна для полива.

При меньших значениях — вода опасна для почв, так как в результате полива возможно их осолонцевание.

Индекс 10 означает критическое отношение  $[\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}]/[\text{Na}^+]$ , при котором количество поглощенного натрия достигает 10 % от ЕКО почвы.



Необходимо особо подчеркнуть опасность полива почв оросительной водой, содержащей карбонаты и бикарбонаты натрия.

Даже весьма низкие концентрации соды (1–2 ммоль (+)/л) в оросительной воде в процессе многократных поливов вызывают сильное подщелачивание почв.

Интенсивность адсорбции натрия повышается пропорционально концентрации соды в воде.




И. Н. Антинов-Каратаев установил следующую зависимость между сорбцией натрия почвой и концентрацией соды в поливной воде:

$$Y = K_1 + K_2 \cdot \log C,$$

где  $Y$  — содержание обменного натрия (ммоль(+)/100 г почвы);

$C$  — концентрация соды (ммоль (+)/л оросительной воды);

$K_1$  и  $K_2$  — коэффициенты ( $K_1 = 12$ ,  $K_2 = 92$ ).




Следует иметь в виду, что пригодность минерализованных вод для полива обусловлена не только их химического составом, но и климатом местности, числом и способом поливов, свойствами почв.

Так, оросительная вода с одним и тем же содержанием  $\text{NaHCO}_3$  опасна для почв с  $\text{pH} > 7$ , но нередко улучшает почвы с  $\text{pH} < 7$ .

Если орошаемые почвы в верхних горизонтах богаты гипсом, то кратковременное использование щелочных вод для орошения таких почв неопасно. Однако в засушливых и полузасушливых зонах широко распространены почвы, лишенные гипса в верхних горизонтах» (черноземы, каштановые, луговые и др.). Использование щелочных вод на таких почвах неизбежно приводит к их вторичному осолонцеванию. Для профилактики неблагоприятных явлений необходимы специальные мероприятия не только по предупреждению осолонцевания почв, но и по мелиорации самой оросительной воды (например, гипсованием).

Вместе с тем несоленая и нещелочная оросительная вода с концентрацией не выше 0,2–0,5 г/л оказывает положительное влияние на щелочные почвы. В таких водах среди катионов обычно преобладает кальций. В результате орошения в течение нескольких лет или десятилетий пресными кальцийсодержащими водами щелочные почвы становятся нейтральными. Их физические, химические свойства и биологические особенности улучшаются.



В ирригационной практике США и ряда других стран оценки качества поливной воды производится по электропроводности, натрий-адсорбционному отношению (SAR — *sodium adsorption ratio*) и содержанию бора.

В ирригационной практике США и ряда других стран оценки качества поливной воды производится по электропроводности, натрий-адсорбционному отношению (SAR — *sodium adsorption ratio*) и содержанию бора.

Натрий-адсорбционное отношение (SAR) вычисляют по формуле:

$$\text{SAR} = \frac{[\text{Na}^+]}{\sqrt{\frac{[\text{Ca}^{2+}] + [\text{Mg}^{2+}]}{2}}}$$

При расчетах концентрацию катионов выражают в миллимолях или миллиэквивалентах на литр.

Если величина SAR < 10, вода хорошо качества, 10–18 — среднего, 18–25 — неудовлетворительного, 25 и более — весьма неудовлетворительного.

Однако Л. А. Ричардсом (1953) на основе экспериментальных данных было показано, что при низкой минерализации оросительных вод (< 1 г/л) и слабой угрозе засоления ирригационные воды могут вызывать значительную опасность осолонцевания.

# Опасность засоления и осолонцевания почв оросительными водами в зависимости от их минерализации и значений SAR (Л. А. Ричардс, 1953)

Общая минерализация воды, г/л	Опасность засоления почвы	Опасность осолонцевания почв по значению SAR			
		низкая	средняя	высокая	очень высокая
< 1	низкая	8–10	15–18	22–26	> 26
1–2	средняя	6–8	12–15	18–22	> 22
2–3	высокая	4–6	9–12	14–18	> 18
> 3	очень высокая	2–4	6–9	11–14	> 14




Расчет SAR основан на уравнении ионного обмена Е. Н. Гапона, в котором учитывается не концентрация ионов, а их активность.

В практических расчетах SAR, как следует из приведенной формулы, используют значения концентрации ионов.

Однако в водной среде наряду со свободными ионами присутствуют ионные ассоциаты.

При этом в такие ассоциаты ионов кальция входит всегда больше (в 1,5–2,5 раза), чем ионов натрия.

Поэтому SAR, рассчитанный на основе аналитических концентраций, будет ниже его истинного значения.



В связи с этим ФАО, сельскохозяйственным департаментом ООН, предложено учитывать дополнительный эффект осолонцевания почв в соответствии с реальным резервом ионов кальция в воде по приведенному показателю SAR\*.

Приведенные значения SAR\* рассчитывают по формуле:


$$SAR^* = \frac{[Na^+]}{\sqrt{\frac{[Ca^{2+}] + [Mg^{2+}]}{2}}} \cdot [1 + (8,4 - pH_c)],$$

где pH<sub>c</sub> — расчетная причина, учитывающая состав и содержание в воде катионов и её щелочность:

$$pH_c = pK_2 - pK_{CaCO_3} + p(Ca^{2+} + Mg^{2+}) + p(CO_3^{2-} + HCO_3^-),$$

где K<sub>2</sub> — вторая константа диссоциации H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>; pK<sub>CaCO<sub>3</sub></sub> — произведение растворимости CaCO<sub>3</sub>, рассчитанное по ионной силе оросительной воды; p(Ca<sup>2+</sup> + Mg<sup>2+</sup>) — отрицательный логарифм концентрации ионов кальция и магния; p(CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> + HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) — отрицательный логарифм общей щелочности (p — отрицательный логарифм).

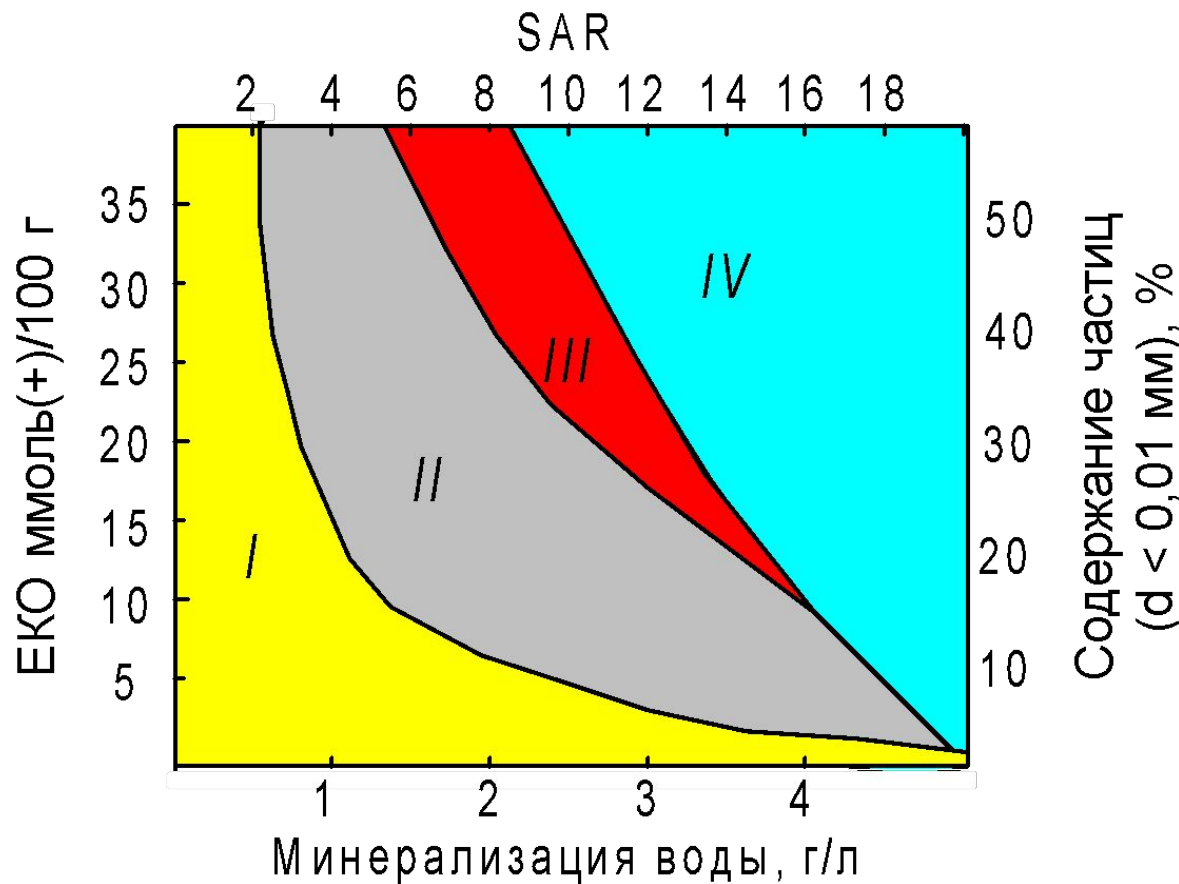
При  $SAR^* < 6$  осолонцевание не ожидается;  
при  $SAR^*$ , равном 6–9, возможно постепенное  
накопление солей в почве;  
при  $SAR^* > 9$  может произойти осолонцевание  
почв.



Оценка качества воды должна учитывать не только ее состав, соотношения и концентрации ионов, их активность и другие параметры, но и особенности почв.

В соответствии с рекомендацией И. П. Айдарова и А. И. Королькова (1980), можно оценить пригодность вод для полива в зависимости от емкости катионного обмена и гранулометрического состава почв.

# Определение пригодности воды для орошения по И. П. Айдарову и А. Н. Королькову (1980):



- I — вполне пригодная, опасность засоления и осолонцевания — низкая;
- II — не вполне пригодная, опасность засоления и осолонцевания — высокая;
- III — малоприспособленная, отмечается осолонцевание и засоление почв;
- IV — не пригодная для орошения.

Т. Н. Хохленко (1985, 1986) для обоснования прогноза влияния ирригационной воды, преимущественно на почвы черноземною типа, предложил **показатели** известкового (водородно-кальциевого) и кальциево-натриевого потенциалов.

## **Известковый потенциал ( $pH - 0,5 pCa$ )**

устанавливает зависимость активности ионов  $Ca^{2+}$  от реакции среды.

Этот потенциал определяет энергетический уровень выхода  $Ca^{2+}$  из ППК и используется для прогноза ощелачивания почв.

Если величина известкового потенциала ( $pH - 0,5 pCa$ ) оросительной воды  $> 6,5$ , то при поливе такими водами возможно ощелачивание почв.



**Натриевый потенциал** ( $pNa - 0,5 pCa$ ) является показателем энергетического уровня сорбции  $Na^+$ . Этот потенциал используется для прогноза осолонцевания почв.

При значениях натриевого потенциала воды ( $pNa - 0,5 pCa$ ) менее 1,5 полив вызывает развитие осолонцевания почв.

По содержанию бора оросительные воды оцениваются по следующим критериям: воды **непригодны** для полива всех культур при содержании бора выше 4 мг/л; воды всегда безусловно **пригодны** для орошения, если концентрация этого элемента меньше 0,3 мг/л.

По устойчивости к бору в зависимости от его содержания в оросительной воде выделяют три группы культур:

- устойчивые,
- средне устойчивые,
- чувствительные.

Устойчивость к бору основных сельскохозяйственных культур  
(данные Министерства земледелия США, 1958)

<b>Устойчивые</b> (2,0–4,0 мг/л)	<b>Средне устойчивые</b> (2,0–1,0 мг/л)	<b>Чувствительные</b> (1,0–0,3 мг/л)
Свекла сахарная	Подсолнечник	Слива
Свекла кормовая	Картофель	Вишня
Свекла столовая	Хлопок	Персик
Люцерна	Томаты	Абрикос
Бобы	Перец	Груша
Лук	Горох	Яблоня
Турнепс	Ячмень	Виноград
Капуста	Овес	Апельсин
Морковь	Сорго	Лимон
Салат	Пшеница	Грейпфрут
Спаржа	Кукуруза	Хурма
	Тыква	Грецкий орех

Предельно допустимые концентрации некоторых химических элементов и соединений в поливных оросительных водах, мг/л

<b>Элементы и соединения</b>	<b>Россия</b>	<b>США</b>
Фенол	0,001	0,001
Фтор	1,0	1,5
Медь	1,0	3,0
Хлор	300	250
Свинец	0,1	0,1
Мышьяк	0,05	0,05

Магний оказывает вредное влияние на почву, если его количество в оросительной воде выше 50 % от суммы  $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ .

Хлориды не влияют отрицательно на физические свойства почв: хлор не поглощается почвой.

Файрмэн, Краус (Fireman, Kraus, 1965)

дифференцируют оросительные воды по содержанию хлоридов на четыре группы с предельными значениями между группами 2,8–8,0 ммоль (–)/л.

В известной мере неблагоприятные свойства оросительных вод, содержащих повышенные концентрации бикарбоната и карбоната натрия, могут быть улучшены путем внесения в воды, текущие в транспортирующем канале, гипса или путем разбавления минерализованных вод более пресными.

Впервые такой способ был предложен в Калифорнии. В оросительные воды, содержащие натрий при общей невысокой минерализации, вносили гипс, измельченный в порошок.

Такая обработка оросительной воды значительно повышала скорость инфильтрации, способствовала улучшению ранее испорченных орошением почв.

В зависимости от принадлежности примеси к определенной группе производится выбор способа очистки природных вод

**Таблица 1.14.** Классификация природных примесей

Система	Гетерогенная		Гомогенная	
	1	2	3	4
<b>Физико-химическая характеристика</b>	Суспензии и эмульсии	Коллоидно-растворимые вещества	Молекулярно-растворимые вещества	Вещества, диссоциированные на ионы
<b>Размер, мкм</b>	От $10^3$ до $10^{-1}$	От $10^{-1}$ до $10^{-3}$	От $10^{-3}$ до $10^{-4}$	От $10^{-3}$ до $10^{-4}$
<b>Основные представители</b>	Крупная взвесь.	Гуминовые вещества.	Растворенные газы	Анионы и катионы
	Мелкая взвесь	Вирусы		
	Бактерии	Органические электролиты		

**К первой группе** примесей относятся кинетически неустойчивые взвеси. Это водоросли, бактерии, суспензоиды, эмульсоиды и др., снижающие прозрачность воды (увеличивающие ее мутность). Более крупные примеси удаляются фильтрованием, микропроцеживанием или центрифугированием, остальные удаляются механическим путем, коагулированием, флотацией, адгезией на высокодисперсных и зернистых материалах, агрегированием при помощи флокулянтов, электрофильтрацией. Воздействие на бактерии тяжелых металлов (серебра и др.), окислителей, ультразвука и ультрафиолета способствует подавлению их жизнедеятельности.




**Ко второй группе** относятся агрегативноустойчивые примеси - вещества, находящиеся в коллоидной форме. Эти примеси могут быть удалены ультрафильтрацией, окислением, адсорбцией, коагулированием.


**К третьей группе** относятся молекулярно-растворенные примеси, такие как газы и органические вещества биологического происхождения. Для удаления этих примесей используют аэрацию, нагревание, окисление, экстракцию, адсорбцию на активированном угле и биохимический распад.

## **Четвертая группа примесей - электролиты.**

Их удаляют из природной воды гиперфильтрацией (обратным осмосом), переводом в малорастворимые соединения, сепарацией при помощи фазовых переходов, фильтрованием через ионообменные материалы, а также с помощью электродиализа.




Таким образом, ирригационные воды с неблагоприятным химическим составом могут вызывать весьма опасные деградационные явления — засоление, ощелачивание, солонцеватость почв.




Однако неблагоприятные последствия орошения могут иметь место и при использовании для полива вполне благоприятных по составу пресных, неминерализованных вод.

Это особый случай деградации почв при орошении, механизм которого заключается в следующем.




При переполивах (особенно при кратковременных переполивах) пресными водами в верхних гумусированных горизонтах возникают анаэробные явления, которые сопровождаются преобразованием на фоне застойно-промывного водного режима.

В таких условиях глееобразование сопровождается переходом в подвижное состояние марганца, железа, щелочноземельных металлов, органического вещества, лессиважем.



Соединения марганца, железа, щелочноземельных металлов, органическое вещество выносятся за пределы верхних слоев профиля, одновременно наблюдается резкое ухудшение физических свойств почв, так как происходит вынос веществ, цементирующих почвенные агрегаты.

В результате почвы приобретают признаки слитости, резко уменьшается их активная порозность, фильтрация, возрастает плотность сложения (Зайдельман, 1998).



Поэтому важно учитывать не только объем и состав поливных вод, но и тот способ полива, который применяется в реальных условиях конкретного массива орошения.



Воды, благоприятные для полива, не вызывающие ухудшения почв, подаются на сельскохозяйственные поля инженерными оросительными системами. Инженерные оросительные системы представляют собой сложные гидротехнические сооружения, обеспечивающие подачу воды из водоисточника на орошаемое поле, перевод гравитационной воды водоисточника в почвенную влагу корнеобитаемых горизонтов.



Орошение должно обеспечивать:

- получение проектной продукции растениеводства;
- экономное использование водных, земельных и топливно-энергетических ресурсов;
- использование высокопроизводительной сельскохозяйственной техники при обработке мелиорируемых земель;
- высокая производительность труда при эксплуатации сооружений и мелиоративной системы в целом;
- комплексная автоматизация технологических процессов, при этом степень автоматизации должна быть обоснована технико-экономическими расчетами:
- соблюдение требований охраны окружающей природной среды санитарно-гигиенических требований;
- возможность внесения удобрений, химмелиорантов и гербицидов с оросительной водой.



**Благодарю  
за внимание!**