

ИРРИГАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ВОД ОДЕССКОЙ ОБЛАСТИ

Студёнова Е.С., Юрасов С.Н.

Одесский государственный экологический университет

ул. Львовская, 15, 65016, г. Одесса

katya_studenova@ukr.net, urasen54@gmail.com

В статье предложена детальная типизация ирригационных вод на основе типизации природных вод по О.А. Алекину на примере водных объектов Одесской области. Актуальность исследования заключается в необходимости совершенствования методик анализа состава и свойств ирригационных вод особенно для Одесской области, где полив сельхозугодий был и остаётся важной проблемой.

Общепринятой классификацией природных вод по минеральному составу является классификация О.А. Алекина, основоположника гидрохимии советского периода. В ней природные воды разделяются на классы (по преобладающим анионом), группы (по преобладающим катионом) и типы (по соотношению между анионами и катионами). Однако природные воды одного типа по О.А. Алекину могут иметь различные ирригационные свойства в зависимости от соотношения ионов кальция и гидрокарбонат-ионов в этом типе.

По предложенной типизации ирригационные воды разделяются на подтипы I, IIa, IIб, IIIa, IIIб, IIIв. Тип IV не рассматривается, поскольку к нему относятся воды, непригодные для полива (кислые воды болотные, шахтные и вулканические, а также воды, очень загрязнённые промышленными стоками).

Главные ионы в воде уравнивают друг друга, гипотетически образуя соли. Возможность анализа гипотетических солей указывается А.А. Алекиным и в «Справочнике гидрогеолога». А основатель мелиорации в советский период А.Н. Костяков указывает на необходимость анализа солевого состава ирригационных вод с минерализацией от 1,5 до 3,0 мг/дм³, поскольку от количества токсичных солей зависит возможность использования этих вод для полива. По токсичности В.А. Ковда располагает соли главных ионов в следующей последовательности: $Na_2CO_3 > NaHCO_3 > NaCl > CaCl_2 > Na_2SO_4 > MgCl_2 > MgSO_4$. Нетоксичные для растений соли $MgCO_3$; $Mg(HCO_3)_2$; $CaSO_4$; $CaCO_3$; $Ca(HCO_3)_2$.

Предложенные подтипы ирригационных вод отличаются тем, что способствуют образованию в почве различных наборов солей (токсичных и нетоксичных). Общей для всех подтипов является возможность образования $NaCl$ и $Ca(HCO_3)_2$. Отличие: I – Na_2SO_4 , $NaHCO_3$, $Mg(HCO_3)_2$; IIa – Na_2SO_4 , $MgSO_4$, $Mg(HCO_3)_2$; IIб – Na_2SO_4 , $MgSO_4$, $CaSO_4$; IIIa – $MgCl_2$, $MgSO_4$, $Mg(HCO_3)_2$; IIIб – $MgCl_2$, $MgSO_4$, $CaSO_4$; IIIв – $MgCl_2$, $CaCl_2$, $CaSO_4$. По неблагоприятности наборов солей подтипы вод можно расположить так: I, IIIв, IIa, IIб, IIIa, IIIб.

В Одесской области встречаются воды подтипов I–IIIб. В водохранилище Сасык в силу особенностей формирования минерального состава его вод изредка образуются даже воды подтипа IIIв. На этом водохранилище формируются воды всех подтипов кроме I: IIa (с частотой 29 %), IIб (42 %), IIIa (5 %), IIIб (19 %) и IIIв (5 %). Для реки Днестр характерными являются подтипы IIa (55 %) и IIб (30–35 %). В Дунае воды преимущественно подтипов IIa (30–40 %) и IIIa (55–65 %). На Балтском водохранилище чаще всего формируются воды типа I (75–80 %). *Ключевые слова:* ирригационные свойства вод, Одесская область, минеральный состав, главные ионы, токсичные соли, типы природных вод, подтипы вод.

Іригаційні властивості вод Одеської області. Студьонова К.С., Юрасов С.М.

У статті запропоновано детальну типізацію іригаційних вод на основі типізації природних вод за О.А. Алюкіним на прикладі водних об'єктів Одеської області. Актуальність дослідження полягає в потребі вдосконалення методик аналізу складу і властивостей іригаційних вод особливо для Одеської області, де полив сільгоспугідь був і залишається важливою проблемою.

Загальноприйнятою класифікацією природних вод за мінеральним складом є класифікація О.А. Алюкіна, засновника гідроїмії радянського періоду. У ній природні води підрозділяються на класи (за переважаючим аніоном), групи (за переважаючим катионом) і типи (за співвідношенням між аніонами і катионами). Однак природні води одного типу за О.А. Алюкіним можуть мати різні іригаційні властивості залежно від співвідношення іонів кальцію і гідрокарбонат-іонів у цьому типі.

За запропонованою типізацією іригаційні води розділяються на підтипи I, IIa, IIб, IIIa, IIIб, IIIв. Тип IV не розглядається оскільки до нього належать води, які непридатні для поливу (кислі води болотні, шахтні та вулканічні, а також води, дуже забруднені промисловими стоками).

Головні іони у воді врівноважують один одного, гіпотетично утворюючи соли. На можливість аналізу гіпотетичних солей вказується О.А. Алюкіним і в «Довіднику гідрогеолога». А засновник мелиоратії у радянський період А.Н. Костяков вказує на потребу аналізу солевого складу іригаційних вод із мінералізацією від 1,5 до 3,0 мг/дм³, оскільки від кількості токсичних солей залежить можливість використання цих вод для поливу. За токсичністю В.А. Ковда розташовує соли головних іонів у такій послідовності: $Na_2CO_3 > NaHCO_3 > NaCl > CaCl_2 > Na_2SO_4 > MgCl_2 > MgSO_4$. Нетоксичні для рослин соли: $MgCO_3$; $Mg(HCO_3)_2$; $CaSO_4$; $CaCO_3$; $Ca(HCO_3)_2$.

Запропоновані підтипи іригаційних вод відрізняються тим, що сприяють утворенню в ґрунті різних наборів солей (токсичних і нетоксичних). Загальною для всіх підтипів є можливість утворення $NaCl$ й $Ca(HCO_3)_2$. Відмінність: I – Na_2SO_4 , $NaHCO_3$, $Mg(HCO_3)_2$; IIa – Na_2SO_4 , $MgSO_4$, $Mg(HCO_3)_2$; IIб – Na_2SO_4 , $MgSO_4$, $CaSO_4$; IIIa – $MgCl_2$, $MgSO_4$, $Mg(HCO_3)_2$; IIIб – $MgCl_2$, $MgSO_4$, $CaSO_4$; IIIв – $MgCl_2$, $CaCl_2$, $CaSO_4$. За несприятливістю наборів солей підтипи вод можна розташувати так: I, IIIв, IIa, IIб, IIIa, IIIб.

В Одеській області спостерігаються води підтипів I–IIIб. У водосховищі Сасык через особливості формування мінерального складу його вод зрідка утворюються навіть води підтипу IIIв. На цьому водосховищі формуються води всіх підтипів,

крім I: Іа (з частотою 29 %), Іб (42%), ІІа (5 %), ІІб (19 %) і ІІв (5 %). Для річки Дністер характерними є підтипи Іа (55 %) і Іб (30–35 %). У Дунаї води переважно підтипів Іа (30–40 %) і ІІа (55–65 %). На Балтському водосховищі найчастіше формуються води типу I (75–80 %). *Ключові слова:* іригаційні властивості вод, Одеська область, мінеральний склад, головні іони, токсичні солі, типи природних вод, підтипи вод.

Irrigation properties of waters of Odessa region. Studenova K., Yurasov S.

The article proposes a detailed typification of irrigation waters on the example of water bodies of Odessa region on the basis of typification of natural waters by O.A. Alokin. The relevance of the study lies in the need to improve methods of analysis of the composition and properties of irrigation water, especially for the Odessa region, where irrigation of agricultural land was and remains an important problem.

The generally accepted classification of natural waters by mineral composition is the classification of O.A. Alokin, the founder of hydrochemistry of the Soviet period. In it, natural waters are subdivided into classes (by predominant anion), groups (by predominant cation) and types (by the ratio between anions and cations). However, natural waters of one type according to O.A. Alokin can have different irrigation properties depending on the ratio of calcium ions and bicarbonate ions in this type.

According to the proposed typification, irrigation waters are divided into subtypes I, Іа, Іб, ІІа, ІІб, ІІс. Type IV is not considered because it includes waters unsuitable for irrigation (acidic waters of swamps, mines and volcanics, as well as waters heavily polluted by industrial effluents).

The main ions in water balance each other, hypothetically forming salts. The possibility of analysis of hypothetical salts is indicated by O.A. Alokin and in the Handbook of Hydrogeology. And the founder of land reclamation in the Soviet period A.N. Kostyakov points to the need to analyze the salt composition of irrigation water with a salinity of 1.5 to 3.0 mg/dm³, because from the amount of toxicity of salts depends on whether water can be used for watering. According to the toxicity of V.A. Kovda has salts of major ions in the following sequence: $Na_2CO_3 > NaHCO_3 > NaCl > CaCl_2 > Na_2SO_4 > MgCl_2 > MgSO_4$. Non-toxic to plants salts: $MgCO_3$; $Mg(HCO_3)_2$; $CaSO_4$; $CaCO_3$; $Ca(HCO_3)_2$.

The proposed subtypes of irrigation water differ in that they promote the formation of different sets of salts (toxic and non-toxic) in the soil. Common to all subtypes is the possibility of the formation of $NaCl$ and $Ca(HCO_3)_2$. Difference: I – Na_2SO_4 , $NaHCO_3$, $Mg(HCO_3)_2$; Іа – Na_2SO_4 , $MgSO_4$, $Mg(HCO_3)_2$; Іб – Na_2SO_4 , $MgSO_4$, $CaSO_4$; ІІа – $MgCl_2$, $MgSO_4$, $Mg(HCO_3)_2$; ІІб – $MgCl_2$, $MgSO_4$, $CaSO_4$; ІІс – $MgCl_2$, $CaCl_2$, $CaSO_4$.

According to the unfavorable sets of salts, water subtypes can be arranged as follows: I, ІІс, Іа, Іб, ІІа, ІІб.

In the Odessa region we can meet waters of subtypes I-ІІб. In the Sasyk reservoir, due to the peculiarities of the formation of the mineral composition of its waters, even subtype ІІс waters are seldom formed. This reservoir produces waters of all subtypes except I: Іа (with a frequency of 29 %), Іб (42 %), ІІа (5 %), ІІб (19 %) and ІІс (5 %). Subtypes Іа (55 %) and Іб (30–35 %) are typical for the Dniester River. In the Danube, water is mainly of subtypes Іа (30–40 %) and ІІа (55–65 %). Type I waters (75–80 %) are most often formed in the Baltic Reservoir. *Key words:* irrigation properties of waters, Odessa region, mineral composition, main ions, toxic salts, types of natural waters, subtypes of waters.

Постановка проблеми. Производство сельскохозяйственной продукции в Одесской области является важной народнохозяйственной составляющей. Дефицит влаги, неравномерность распределения водных объектов по территории и достаточно высокая минерализация некоторых из них делают полив сельхозугодий *важной проблемой* этого региона. Здесь по многим причинам, включая и упомянутую, показатель использования орошаемых земель по состоянию на 2016 г. составлял 19 % [1]. В настоящее время ситуация не улучшилась.

Актуальность исследования. Преобразование некоторых водных объектов для нужд ирригации (например, Сасыка) привело к засолению почв при использовании их вод для орошения. В этой связи совершенствование методик анализа поливных вод является *актуальной задачей*.

Анализ последних исследований и публикаций. Анализ технической литературы, посвящённой оценке качества ирригационных вод [2–7], показал, что основными показателями свойств ирригационных вод и их классификаций по качеству являются минерализация и соотношение между главными ионами. Это классификации: А.Н Костякова и сельхоздепартамента США по минерализации; С.Я. Безднийной по минерализации и соотношению ионов натрия с суммой катионов; Стеблера по ионам

натрия, хлора-иона и сульфат-иона для разных типов вод; И.М. Антипова-Каратаева и Г.М. Кадера, М.Ф. Буданова, А.М. Можейко и Т.К. Воротника, И. Сабољч и К. Дараба, Клли и Либиха, а также показателя SAR (США) по соотношению натрия и магния с другими катионами. Только в методике Стеблера эмпирические зависимости получены для разных типов вод по О.А. Алекину. Во всех остальных методиках эта типизация не учитывается.

Наиболее распространённой классификацией природных вод по минеральному составу является классификация, предложенная О.А. Алекиным, основоположником гидрохимии советского периода. Однако природные воды одного типа по О.А. Алекину могут иметь разные ирригационные свойства в зависимости от соотношения ионов кальция и карбонат-ионов в рассматриваемом типе вод.

Целью настоящего исследования является анализ и детальная типизация ирригационных вод Одесской области на основе типизации минерального состава природных вод по О.А. Алекину.

Научная новизна исследования состоит в предложении детальной типизации ирригационных вод и её апробировании при анализе водных объектов Одесской области.

Согласно классификации, предложенной О.А. Алекиным [8], все природные воды делятся по преобла-

дающему аниону на три класса: гидрокарбонатный, сульфатный и хлоридный.

По преобладающему катиону классы, в свою очередь, делятся на три группы: кальциевую, магниевую и натриевую. Каждая группа подразделяется на четыре типа вод (здесь и далее символ r перед ионом обозначает, что концентрация иона выражена в мг-экв/дм³):

- I – $rHCO_3^- > (rCa^{2+} + rMg^{2+})$;
- II – $rHCO_3^- < (rCa^{2+} + rMg^{2+}) < (rHCO_3^- + rSO_4^{2-})$;
- III – $(rHCO_3^- + rSO_4^{2-}) < (rCa^{2+} + rMg^{2+})$ или $rCl^- > rNa^+$;
- IV – $rHCO_3^- = 0$.

Однако воды одного типа по О.А. Алекину могут иметь разные ирригационные свойства. Причиной тому является разное соотношение между ионами $rHCO_3^-$ и rCa^{2+} в рассматриваемом типе вод.

Для нужд ирригации типизацию природных вод по О.А. Алекину можно представить более детально, разделив типы вод на подтипы в следующем порядке [9]: I, IIa, IIб, IIIa, IIIб, IIIв.

Для вод I и II типов характерным является соотношение $rCl^- < rNa^+$, для III – $rNa^+ < rCl^-$, далее:

- I – $rCl^- + rSO_4^{2-} < rNa^+$;
- IIa – $rCl^- < rNa^+ < rCl^- + rSO_4^{2-}$ и $rCa^{2+} < rHCO_3^-$;
- IIб – $rCl^- < rNa^+ < rCl^- + rSO_4^{2-}$ и $rCa^{2+} > rHCO_3^-$;
- IIIa – $rNa^+ < rCl^- < rNa^+ + rMg^{2+}$ и $rCa^{2+} < rHCO_3^-$;
- IIIб – $rNa^+ < rCl^- < rNa^+ + rMg^{2+}$ и $rCa^{2+} > rHCO_3^-$;
- IIIв – $rNa^+ + rMg^{2+} < rCl^-$.

Схематично детальная типизация [9] может быть представлена следующим образом (рис. 1).

Тип IV по О.А. Алекину не рассматривается, поскольку к нему относятся кислые воды болотные, шахтные и вулканические, а также воды, сильно загрязнённые промышленными стоками [8, с. 121]. Такие воды не пригодны для орошения.

Отличие ирригационных свойств подтипов вод удобнее показать набором гипотетических солей, которые могут образоваться в почве при испарении воды.

Представление минерального состава вод в виде набора гипотетических солей не используется на практике, поскольку в значительном большинстве ионы в воде находятся в несвязном состоянии и при химическом анализе определяют содержание ионов.

Но в литературе достаточно часто упоминается об этих солях [8, с. 389, 390; 10, с. 48, 49; 11, с. 67; 12, с. 84].

Например, на необходимость анализа химического состава солей для вод с минерализацией 1,5–3,0 мг/дм³ указывает основоположник мелиорации в советский период А.Н. Костяков [10, с. 48, 49]. По мнению О.А. Алекина, можно получить приближённое представление о характере солей, которые будут поступать в почву из данной воды, если условно допустить, что при испарении воды будут выпадать соли при комбинации ионов в такой последовательности: катионы – Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ ; анионы – HCO_3^- , SO_4^{2-} и Cl^- [8, с. 389, 390].

Для анализа солей воспользуемся графической методикой Роджерса [8, с. 129, 130], которая заключается в том, что содержание (в %-экв или мг-экв/дм³) анионов и катионов представляют в виде двух параллельных строк, и по взаимному расположению отрезков, соответствующих содержанию ионов в воде, оценивают вид и количество предполагаемых солей (рис. 2).

Этот способ анализа позволяет приближённо оценить качественный и количественный состав гипотетических солей в воде, в том числе токсичных солей и, соответственно, токсичных ионов. В данном случае под токсичными подразумеваются, ионы способные образовать токсичные соли.

По токсичности В.А. Ковда располагает соли в следующем порядке [13, с. 386]: $Na_2CO_3 > NaHCO_3 > NaCl > CaCl_2 > Na_2SO_4 > MgCl_2 > MgSO_4$. Нетоксичными для растений являются соли: $MgCO_3$; $Mg(HCO_3)_2$; $CaSO_4$; $CaCO_3$; $Ca(HCO_3)_2$.

В «Справочном руководстве гидрогеолога» [11, с. 67] последовательность комбинирования ионов обратная: анионы – Cl^- ; SO_4^{2-} ; $(CO_3^{2-} + HCO_3^-)$; катионы – $(K^+ + Na^+)$; Mg^{2+} ; Ca^{2+} . Однако по рис. 2 видно, что результаты анализа солей по прямой последовательности или по обратной будут одинаковыми.

На рис. 2 представлены гипотетические соли, которые могут поступить в почву при использовании для полива рассматриваемых подтипов вод. На нём условно (для наглядности) количество солей показано в равных долях.

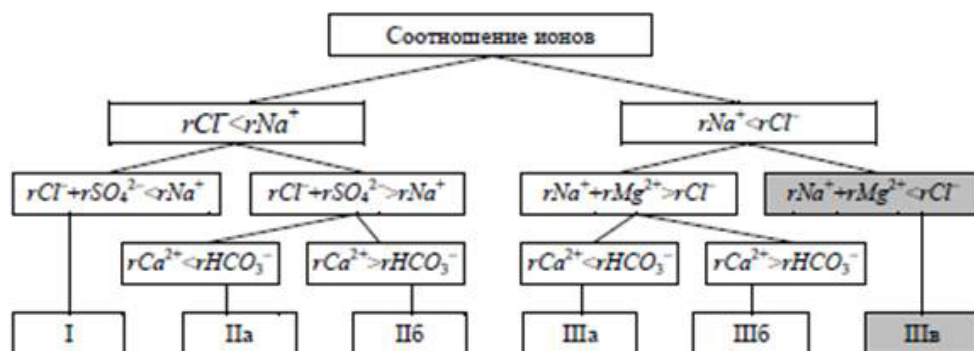


Рис. 1. Схема детальной типизации вод

а) Тип I ($rCl + rSO_4^{2-} < rNa^+$ или $rHCO_3^- > (rCa^{2+} + rMg^{2+})$)

rCa^{2+}	rMg^{2+}	rNa^+		
<u>$Ca(HCO_3)_2$</u>	<u>$Mg(HCO_3)_2$</u>	$NaHCO_3$	Na_2SO_4	$NaCl$
$rHCO_3^-$		rSO_4^{2-}		
		rCl		

б) Тип IIa ($rCl < rNa^+ < rCl + rSO_4^{2-}$ и $rCa^{2+} < rHCO_3^-$)

rCa^{2+}	rMg^{2+}	rNa^+		
<u>$Ca(HCO_3)_2$</u>	<u>$Mg(HCO_3)_2$</u>	$MgSO_4$	Na_2SO_4	$NaCl$
$rHCO_3^-$		rSO_4^{2-}		
		rCl		

в) Тип IIб ($rCl < rNa^+ < rCl + rSO_4^{2-}$ и $rCa^{2+} > rHCO_3^-$)

rCa^{2+}		rMg^{2+}	rNa^+	
<u>$Ca(HCO_3)_2$</u>	<u>$CaSO_4$</u>	$MgSO_4$	Na_2SO_4	$NaCl$
$rHCO_3^-$		rSO_4^{2-}		rCl

г) Тип IIIa ($rNa^+ < rCl < rNa^+ + rMg^{2+}$ и $rCa^{2+} < rHCO_3^-$)

rCa^{2+}	rMg^{2+}		rNa^+	
<u>$Ca(HCO_3)_2$</u>	<u>$Mg(HCO_3)_2$</u>	$MgSO_4$	$MgCl_2$	$NaCl$
$rHCO_3^-$		rSO_4^{2-}		rCl

д) Тип IIIб ($rNa^+ < rCl < rNa^+ + rMg^{2+}$ и $rCa^{2+} > rHCO_3^-$)

rCa^{2+}		rMg^{2+}	rNa^+	
<u>$Ca(HCO_3)_2$</u>	<u>$CaSO_4$</u>	$MgSO_4$	$MgCl_2$	$NaCl$
$rHCO_3^-$		rSO_4^{2-}		rCl

е) Тип IIIв ($rNa^+ + rMg^{2+} < rCl$ или $rCa^{2+} > rHCO_3^- + rSO_4^{2-}$)

rCa^{2+}		rMg^{2+}	rNa^+	
<u>$Ca(HCO_3)_2$</u>	<u>$CaSO_4$</u>	$CaCl_2$	$MgCl_2$	$NaCl$
$rHCO_3^-$		rSO_4^{2-}		rCl

Рис. 2. Гипотетические соли в разных подтипах вод (полужирным шрифтом выделены токсичные соли; подчеркнуты – нетоксичные)

Анионы и катионы в воде уравнивают друг друга, при этом в зависимости от их количественного соотношения при испарении воды могут образовываться различные соли. Последовательность уравнивания ионов и образования солей изложена ранее. Общей для всех подтипов вод является возможность образования $Ca(HCO_3)_2$ и $NaCl$. Отличие состоит в следующем. В водах типа I ($rHCO_3^- > (rCa^{2+} + rMg^{2+})$) гидрокарбонат-ионы (HCO_3^-) уравнивают ионы кальция (Ca^{2+}), ионы магния (Mg^{2+}) и частично ионы натрия (Na^+), при этом гипотетически образуя соответствующие соли (рис. 2а).

По набору токсичных солей воды I-го типа могут быть самыми неблагоприятными для ирригационных целей, поскольку помимо сульфата натрия (Na_2SO_4) из-за них в почве может образоваться питьевая сода ($NaHCO_3$), а при наличии карбонат-ионов (CO_3^{2-}) – обыкновенная сода (Na_2CO_3), из всех солей, образующих главными ионами, самая токсичная для растений. Эти соли вызывают щелочную реакцию почвы и её осолонцевание.

Воды II-го типа отличаются от вод I-го типа тем, что вместо карбоната и гидрокарбоната натрия (Na_2CO_3 и $NaHCO_3$) в почву может поступить сульфат магния ($MgSO_4$), который в ряду токсичности солей (по Ковде В.А.) стоит на последнем месте.

Отличие подтипов IIa и IIб в следующем [9]:

- из вод подтипа IIa в почву помимо $MgSO_4$ может поступить гидрокарбонат магния ($Mg(HCO_3)_2$) – нетоксичная для растений соль, однако способная вызвать ощелачивание (щелочную реакцию) почв;
- воды подтипа IIб вместо гидрокарбоната магния способствуют образованию в почве другой нетоксичной соли – гипса ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$), который является мелиорантом солонцеватых почв.

Подтип вод IIIa по сравнению с IIa более благоприятный, т.к. при испарении вод этого подтипа вместо сульфата натрия (Na_2SO_4) в почву может поступить менее токсичный хлорид магния ($MgCl_2$).

Подтипы вод IIIa и IIIб отличаются друг от друга точно также, как и подтипы вод IIa и IIб – наличием гидрокарбоната магния ($Mg(HCO_3)_2$) в IIIa и сульфата кальция ($CaSO_4$) в IIIб.

В водах подтипа IIIв в отличие от IIIб вместо сульфата магния ($MgSO_4$) появляются более токсичная для растений соль – хлорид кальция ($CaCl_2$). По степени неблагоприятности для полива качественный состав токсичных солей вод этого подтипа можно расположить на втором месте после вод I-го типа.

Е.В. Посохов, рассматривая типизацию природных вод О.А. Алекина, предложил разделить воды типа III на два подтипа: IIIa ($rNa^+ + rMg^{2+} > rCl$) и IIIб

($rNa^+ + rMg^{2+} < rCl^-$) [8, с. 121; 9]. О.А. Алекин отмечает, что подтип Шб характерен для сильно минерализованных вод лагунного происхождения.

Подтип Шб по Е.В. Посохову соответствует подтипу Шв в предлагаемой детальной типизации (на рис. 1 выделено светло-серым цветом).

В водных объектах Одесской области в течение года встречаются подтипы вод I–Шб. Подтип Шв изредка появляется только в Сасыке в силу особенностей формирования минерального состава его вод. В этом водохранилище [8] эпизодически наблюдаются воды всех подтипов кроме I: Па (с частотой 29 %), Пб (42 %), Ша (5 %), Шб (19 %) и Шв (5 %). Интересно отметить, что подтип вод Шв в Сасыке был сформирован при самой низкой минерализации – менее 1 г/дм³, что не является характерным для таких вод.

В Днестре чаще всего наблюдаются подтипы вод Па (55 %) и Пб (30–35 %). В Дунае воды преимущественно подтипов Па (30–40 %) и Ша (55–65 %). На Балтском водохранилище чаще всего формируются воды типа I (75–80 %).

Выводы. Для нужд ирригации по соотношению ионов можно рассматривать шесть подтипов вод: I; Па; Пб; Ша; Шб; Шв. В данной последовательности минерализация природных вод имеет тенденцию к увеличению слева направо. Поэтому расположенные правее подтипы вод для полива, скорее всего, будут менее предпочтительными. Однако у подтипов вод, расположенных правее, набор гипотетических солей более благоприятный, исключая подтип Шв. При равной минерализации они будут более предпочтительными для полива.

В водных объектах Одесской области встречаются все подтипы вод: Днестр – Па (с частотой 55 %) и Пб (30–35 %); Дунай – Па (30–40 %) и Ша (55–65 %); Балтское водохранилище – I (75–80 %); Сасык – Па (с частотой 29 %), Пб (42 %), Ша (5 %), Шб (19 %) и Шв (5 %).

Предложенная детальная типизация может быть использована при оценке возможности использования вод для орошения в особенности с минерализацией от 1,5 до 3,0 мг/дм³.

Литература

1. URL: <https://rupor.od.ua/news/Ispolzovanie-zemel-orosheniya-na-Odeschine-karti-036794>.
2. ВНД 33-5.5-02-97. *Якість води для зрошення: Екологічні критерії*. Харків : Державний комітет України по водному господарству, 1998. 14 с.
3. Лазовіцькій П.С. Гідрологічний режим та оцінювання якості вод озера-водосховища Сасик у часі. *Часопис картографії: Збірник наукових праць* / Інститут водних проблем і меліорації. Київ : КНУ ім. Тараса Шевченка, 2013. С. 146–169.
4. Слюсарев В.Н., Терпелец В.И., Швец Т.В. Методические указания по проведению практических занятий по дисциплине «Мелиоративное почвоведение». Краснодар : КубГАУ, 2014. 26 с.
5. Заносова В.И., Молчанова Т.Я. Оценка качества подземных вод и степени их пригодности для орошения. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2017. № 6 (152). С. 49–53.
6. Безднина С.Я. Научные основы оценки качества воды для орошения. Рязань : Изд. РГАТУ, 2013. 171 с.
7. Агдаев С., Акмамедов Б. Качество воды главного коллектора туркменского озера «Алтын Асыр». *Международный научно-практический журнал*. 2012. № 3–4. С. 18–19.
8. Алекин О.А. Основы гидрохимии. Ленинград : Гидрометеиздат, 1970. 446 с.
9. Юрасов С.М., Кузьмина В.А. Иригаційна оцінка якості вод Сасику. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2019. № 224. С. 112–121.
10. Костяков А.Н. Основы мелиорации, Москва : Государственное изд-во сельскохозяйственной литературы, 1960. 189 с.
11. Справочное руководство гидрогеолога. 3-е изд. перераб. и доп. Т. 1. / под ред. проф. В.М. Максимова. Ленинград : Недра, 1979. 512 с.
12. Зайдельман Ф.Р. Мелиорация почв : учебник. 3-е изд. испр. и доп. Москва : Изд-во МГУ им. М.В. Ломоносова, 2003. 448 с.
13. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. 2-е изд., переработанное и дополненное. Москва : Изд-во МГУ, 1970. 487 с.