

Yejegodniki kachestva poverxnostnix vod na territorii deyatelnosti Uzgidrometa za 1990-2019 gg. [Yearbooks of surface water quality in the territory of Uzgidromet activity for 1990-2019]. Tashkent: Uzgidromet. (in Russian)

Natsionalniy doklad o sostoyanii okrujayushey sredi i ispolzovanii prirodnix resursov Respubliki Uzbekistan. [National report on state of the environment and use of the natural resources of the Republic of Uzbekistan.]. / Pod. obshey red. N.M.Umarova. - Tashkent: Chinor ENK, 2013. - 256 s. (in Russian)

*Nikanorov A.M.* Gidroximiya. [Hydrochemistry]. – SPb. Gidrometeoizdat, 2001. – 444 s. (in Russian)

*Normatov P.I.* Geoekologicheskaya osenka zagryaznennosti poverxnostnix vod i snegov basseyna transgranichnoy reki Zeravshan. [Geochemical assessment of the contamination of surface water and snow in the transboundary Zeravshan river basin]. – Avtoreferat diss. kand. geogr. nauk. – Sankt-Petesburg, 2016. – 24 s. (in Russian)

*Rubinova F.E., Ivanov Yu.N.* Kachestvo vodi rek basseyna Aralskogo morya i yego ismeneniye pod vliyaniem xozyaystvennoy deyatelnosti. [Water quality of the rivers of the Aral Sea basin and its change under the influence of economic activity]. Tashkent: NIGMI, 2005. – 185 s. (in Russian)

*Hikmatov F.H., Haydarov S.A., Yarashev Q.S., Shirinboyev D.N., Ziyayev R.R., Erlapasov N.B., Ganiyev Sh.R.* Zarafshon daryosi havzasining gidrometeorologik sharoiti va suv resurslari. [Hydrometeorological condition and water resources of the Zarafshan river basin]. Tashkent: Fan va texnologiya, 2016. – 276 b. (in Uzbek)

УДК: 631.413.3

## ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ДЕГРАДАЦИИ ПОЧВ НА ОСНОВЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ИЗМЕНЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ГРУНТОВЫХ ВОД

Ш.О. МУРАДОВ<sup>1\*</sup>, Д.А. РАДЖАБОВА<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Каршинский инженерно-экономический институт, m.oikos@mail.ru

**Аннотация.** *Обоснована необходимость изучения метаморфизации химического состава грунтовых вод для составления прогноза солесодержания в почво-грунтах. Дан анализ химического состава грунтовых и поверхностных вод по их токсичности для орошаемых земель. Обосновано, что формирующими засоление почв и токсичными для растения являются соли, определяющие состав основных химических типов подземных вод. Доказана генетическая основа гидрохимического состава грунтовых вод с соленакоплением в почвах. Изложены принципы изменения (метаморфизации) химического состава грунтовых и поверхностных вод в условиях орошения (прямое и обратное направление). Выявлены некоторые закономерности изменения химического состава грунтовых вод при орошении земель. Дан прогноз засоления (осолонцевания) почв.*

**Ключевые слова:** *грунтовые, поверхностные и гидрокарбонатные воды, метаморфизация, содовое засоление.*

**Введение.** Несмотря на общую достаточно хорошую изученность проблемы засоления и рассоления почв в условиях орошения [Егоров, 1954; Минашина, 1974; Нерозин, 1974; Аверьянов, 1978; Айдаров и др., 1978; Кац, 1982; Парфенова, 1992; Авлиякулов, 1992; Кирейчева, 1993; Маслов и др., 2002; Панов, 2004; Панов и др., 2008; Шишов и др., 2006; Ковда, 2008; Кузиев и др., 2010; Панкова, 2016 и др.], особенности и механизмы привноса солей из грунтовых вод изучены недостаточно из-за трудоемкости и несовершенства методик изучения этих процессов [Панов и др., 2008].

\* Ответственный автор: m.oikos@mail.ru, тел.: +998 90 341-00-53

Основной целью исследований является изучение химического состава грунтовых и поверхностных вод и его изменение в существующих и проектных условиях орошаемых районов региона для оценки типа засоления в настоящее время, а также для составления прогноза изменений засоления в результате интенсивного развития водохозяйственного строительства и орошения земель. В работе Дж.Тиксеронт [Тиксеронт,1958] отмечалось, что в аридных областях круговорот соли необходимо изучать так же, как и круговорот воды. Наиболее вредными при использовании для орошения являются соли натрия. Слабое угнетение растений начинается при содержании обменного натрия в количестве до 10-15% от емкости поглощения почвы, содержание его до 20-35% вызывает очень сильное угнетение растений. При оценке мелиоративного состояния земель учитывается также наличие средне- и труднорастворимых солей (гипса и карбонатов) [Кирейчева, 1993]. Как указывают М.П.Толстой и В.А.Малыгин [Толстой и др., 1976], степень вредности солей натрия можно выразить следующим отношением:  $\text{Na}_2\text{SO}_4 : \text{NaCl} : \text{Na}_2\text{SO}_3 = 1:3:10$ . При сравнении солей по степени их токсичности В.А.Ковда [Ковда, 1946-1947] предлагает следующую оценку: если условно считать, что токсичность соды ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) равна 10 баллам, то токсичность хлорида натрия ( $\text{NaCl}$ ) – 7 баллам, сульфат натрия ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) и магния ( $\text{MgSO}_4$ ) - 5-3 баллам, а сульфата кальция ( $\text{CaSO}_4$ ) и углекислого кальция ( $\text{CaCO}_3$ ) – примерно 1 баллу. И далее он отмечает, что слабое угнетение культурных растений начинается, когда содержание обменного натрия составляет 10-15% от ёмкости поглощения почвы. Если содержание обменного натрия увеличивается до 20-25%, угнетение растений усиливается. Токсичными для растений являются также и другие соли:  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{NaHCO}_3$ . Содержание соли  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  в количестве уже 300 мг/л вредно для растений, в то время, как такое же содержание гипса ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) безвредно.

Существенным источником образования соды кроме процессов выветривания являются обменные химические, физико-химические и биохимические реакции в подземных водах, почвах и озёрах [Ковда, 2008].

Считают, что оросительная вода с содержанием бикарбоната натрия ( $\text{NaHCO}_3$ ) менее 1,25 мг-экв/л не опасна с точки зрения содового засоления почв; воду, содержащую от 1,25 до 2,5 мг-экв/л, можно применять; а вода с содержанием бикарбоната натрия более 2,5 мг-экв/л - непригодна для орошения [Wilcox, 1958]. Вода с одним и тем же содержанием  $\text{NaHCO}_3$  опасна для почвы при pH больше 7, но оказывает улучшающее действие на почвы с pH меньше 7. Токсическое действие нормальной соды в четыре раза выше, чем бикарбонат натрия [Kanwar,1968]. Предельно допустимое содержание нормальной соды в оросительной воде составляет 0,2 мг-экв/л [Szabolon, Darab1968], при орошении тяжелых по механическому составу почв.

Даже из этого краткого перечисления видно, что формирующими засоление почв и токсичными для растений являются соли, определяющие состав основных химических типов подземных вод. Исходя из этого, задачами исследований является, рассмотрение засоление почв в тесной взаимосвязи с процессами изменения химического состава (метаморфизации) грунтовых и, частично, поверхностных вод. При подъеме грунтовых вод, вторичном засолении скорость осолонцевания самая высокая, причем осолонцевание наблюдается независимо от качества поливной воды [Татаринцев и др., 2004]. Выявление этой взаимосвязи особенно необходимо для правильного прогнозирования тенденций солевого процесса в почвах при длительной эксплуатации орошаемых земель.

**Методы и объект исследований.** Как отмечают Е.И. Панкова и др., в основе классификации почв по химизму засоления лежат принципы оценки, предложенные В.А.Ковдой с соавторами [Ковда и др., 1960], она используется в СНГ и приводится в работе А.Г.Владимирова [Владимиров, 1960]. Согласно этой классификации, выделяются четыре провинции соленакопления.

Из сравнения провинций соленакопления с гидрохимическими типами подземных вод видно, что по солевому составу они практически тождественны. Это явление не случайное, оно имеет генетическую основу, что позволяет, с одной стороны, распространить гидрохимические классификации вод на типы засоления почв, а с другой стороны, прогнозировать эволюцию типов засоления почв в связи с изменением во времени гидрохимического типа грунтовых вод. Это подтверждается исследованиями В.М. Боровского [Боровский, 1978], из которых следует, что любой способ орошения «вносит коренное изменение в процесс развития всего ландшафта орошаемого массива», так как объектом мелиорации становится весь ландшафт, в котором почву и грунтовые воды следует рассматривать как единую взаимосвязанную систему. Схема сопоставления гидрохимических типов с типами соленакопления в почвах дана на рис. 1.

Здесь вертикальными стрелками показаны направления метаморфизации подземных вод и солевого состава почв. По аналогии с гидрологической терминологией предлагается называть переход от сульфатно-содового типа засоления к хлоридному метаморфизацией солевого состава в прямом направлении, а переход от хлоридного к сульфатно-содовому типу – метаморфизацией в обратном направлении. В природе указанная выше схема, осуществляется как правило.



Рис.1. Взаимосвязь химических типов подземных вод с типами засоления почв

Fig. 1. Relationship of chemical types of groundwater with types of soil salinity

Накопление нормальных карбонатов в подземной воде привело к широкому развитию содового засоления почв. Э.С.Варунцян делает правильный вывод о том, что выявление высокой щелочности, солонцеватости и образование нормальной соды в почвах Северной Мугани являются объективной конечной стадией мелиорации и при естественном течении процессов неизбежны [Варунцян, 1977]. Как отмечают Г. Юлдашев

и С.Зокирова [Юлдашев и др., 2007], в грунтовых водах Центральной Ферганы наблюдается образование  $\text{CaCO}_3$  и  $\text{MgCO}_3$ , временами появляющаяся сода требует химического и биохимического изучения данного процесса.

Итак, в аридной зоне часто наблюдается процесс содообразования, что связано с поступлением обменного натрия из солонцов, широко распространенных в комплексных типах почв. Это свидетельствует о том, что в результате оросительных мелиораций в составе солевого комплекса почв происходят изменения не только в положительную (с точки зрения человека), но и в отрицательную стороны. Однако эти изменения закономерны – ведь они очень тесно связаны с основным законом метаморфизации химического состава природных вод, сам же процесс эволюции солевого облика почв определяется этим законом и, вследствие этого, может быть предсказан. Как отмечает В.А.Ковда, до настоящего времени не учитывались различия и особенности процессов соленакопления в почвенных растворах и грунтовых водах [Ковда, 2008].

Ниже, на примере юга Узбекистана, считающейся репрезентативной территорией аридной зоны Центральной Азии, рассматриваются некоторые закономерности изменения солевого состава грунтовых вод при орошении и хозяйственном освоении земель. На основе многолетних данных (1960-2018) Кашкадарьинской гидрорежимной партии были построены корреляционные зависимости между приоритетными ионами и общей минерализацией ( $M=f(\text{Ca}^{+2}, \text{Mg}^{+2}, \text{K}^+, \text{Na}^+, \text{Cl}^-, \text{SO}^{-2})$ ).

Данные статистических кривых пересчитывались в миллиграмм–эквивалентную и эквивалент–процентную форму, а затем определялись также некоторые соотношения индивидуальных ионов. По этим данным построены диаграммы гипотетического солевого состава грунтовых вод (рис. 2) и графики ионных коэффициентов (рис. 3).

**Результаты исследования.** Из рассмотрения рис. 2а и 3а следует, что вероятный солевой состав грунтовых вод в бассейне р. Кашкадарья от 0,5 до 20 г/л характеризуется наличием пяти солей:  $\text{NaCl}$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{MgSO}_4$ ,  $\text{CaSO}_4$  и  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ , т.е. вода по средне-статистическому данным относится к сульфатно–натриевому гидрохимическому типу по классификации Сулина В.А. Исходя из этого, следует ожидать, что засоление почв будет происходить в основном за счет сульфатных солей и хлористого натрия. И действительно, по фактическим данным, засоление почв во всех Эколого-водохозяйственных районах (ЭВХР), относится к сульфатно – хлоридному и хлоридно – сульфатному типам.

С повышением минерализации грунтовых вод роль отдельных солей уменьшается. Так, при минерализации 2-3 г/л начинается резкое высаливание гидрокарбонатов. Относительное содержание гипса в растворах максимально при минерализации 3-4 г/л. В содержании хлористого натрия наблюдается минимум при минерализации 2-4 г/л. Из рассмотрения рис. 2а и кривых изменения соотношений  $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}/\text{SO}_4^{2-}$  на рис. 3а можно сделать вывод, что одним из растворообразующих факторов при повышении минерализации растворов выше 2-3г/л является выпадение из растворов сначала гидрокарбонатов и карбонатов, а затем и гипса на фоне устойчивого и почти пропорционального увеличения концентрации солей  $\text{MgSO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  и  $\text{NaCl}$ .

На рис. 3а особенно отчетливо видно, что основные преобразования ионного состава происходят в интервале от 0,5 до 5 г/л. Лессовые породы, как известно, в значительной мере обогащены обменным кальцием. Гидрокарбонат и карбонат кальция растворов, равновесный с обменным кальцием пород, начинает быстро выделяться из растворов с карбонатами уже при минерализации 1,5-2,0 г/л. Равновесие нарушается, но вскоре опять восстанавливается, так как в раствор переходят дополнительные порции обменного кальция, которые ассоциируют с сульфатным ионом. При минерализации свыше 5 г/л содержание  $\text{CaSO}_4$  в водах идет на убыль, и относительная доля натрия в растворах повышается до 50-55%. Поглощенный комплекс пород также обогащается натрием. Таким образом, при концентрировании растворов наблюдается довольно

сложная картина протекания ионообменных процессов, в основном, за счет перераспределения  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Na}^+$ .

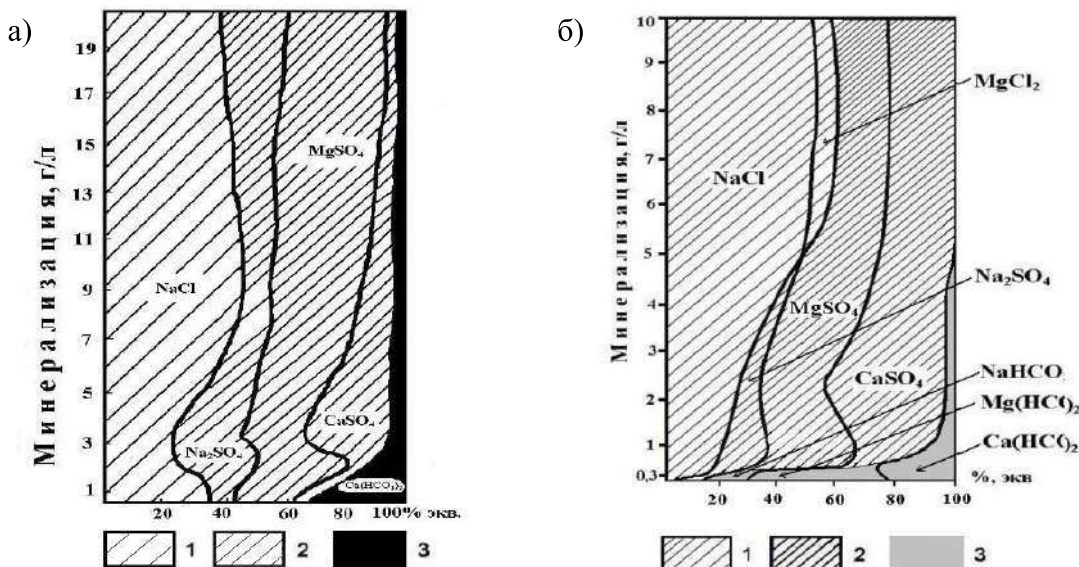


Рис. 2. Гипотетический солевой состав грунтовых вод Кашкадарьинского (а) и Сурхан-Шерабадского (б) бассейнов в зависимости от величины минерализации  
Соли: 1 – хлоридные; 2 – сульфатные; 3 – гидрокарбонатные

Fig. 2. Hypothetical salt composition of the ground waters of the Kashkadarya (a) and Surkhan-Sherabad (b) basins depending on the mineralization value.  
Salts: 1 – chloride; 2 – sulfate; 3 – bicarbonate

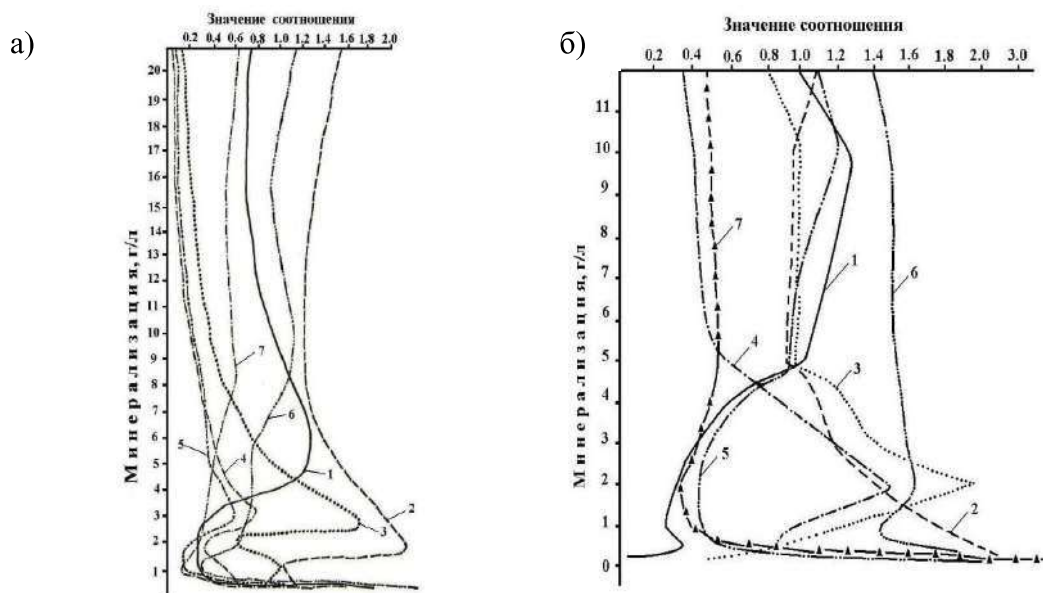


Рис. 3. Изменение соотношений катионов и анионов в грунтовых водах Кашкадарьинского (а) и Сурхан-Шерабадского (б) бассейнов в зависимости от величины минерализации  
Соотношения: 1- $\text{Cl}^-/\text{SO}_4^{2-}$ ; 2- $\text{Na}^+/\text{Cl}^-$ ; 3- $\text{Ca}^{+2}/\text{Mg}^{+2}$ ; 4- $\text{Ca}^{+2}/\text{Na}^+$ ; 5- $\text{Ca}^{+2}/\text{SO}_4^{2-}$ ; 6- $\text{Na}^+/\text{SO}_4^{2-}$ ; 7- $\text{Mg}^{+2}/\text{SO}_4^{2-}$

Fig. 3. Changes in the ratio of cations and anions in the ground waters of the Kashkadarya (a) and Surkhan-Sherabad (b) basins depending on the amount of mineralization  
Ratios: 1- $\text{Cl}^-/\text{SO}_4^{2-}$ ; 2- $\text{Na}^+/\text{Cl}^-$ ; 3- $\text{Ca}^{+2}/\text{Mg}^{+2}$ ; 4- $\text{Ca}^{+2}/\text{Na}^+$ ; 5- $\text{Ca}^{+2}/\text{SO}_4^{2-}$ ; 6- $\text{Na}^+/\text{SO}_4^{2-}$ ; 7- $\text{Mg}^{+2}/\text{SO}_4^{2-}$

Анализ по Сурхан-Шерабадскому бассейну позволил выявить некоторые закономерности (рис. 2б и 3б). Прогнозируемый солевой состав грунтовых вод в интервале 0,3-10 г/л характеризуется наличием восьми солей: NaCl, MgCl<sub>2</sub>, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, MgSO<sub>4</sub>, CaSO<sub>4</sub>, Mg(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, Ca(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, NaHCO<sub>3</sub>, т.е. вода по среднестатистическим данным относится к сульфатно-натриевому гидрохимическому типу.

**Обсуждение.** Е.И.Панкова считает, что прежде всего, необходимо провести инвентаризацию орошаемых земель на основе современных методов дистанционного зондирования и моделирования процессов засоления-рассоления для отдельных массивов орошения для того, чтобы установить направленность и интенсивность процесса соленакопления [Панкова, 2016].

Наши анализы именно способствуют определить направленность соленакопления в почве. Они показали, что засоление почв региона будет происходить в основном за счет сульфатных солей и хлористого натрия. С повышением минерализации грунтовых вод роль отдельных солей в процессе засоления меняется, так при минерализации 0,3-4,5 г/л в растворе появляются гидрокарбонаты. При дальнейшем росте минерализации из растворов выпадает сначала гидрокарбонаты, а затем сульфат натрия на фоне устойчивого и почти пропорционального увеличения концентрации солей MgSO<sub>4</sub>, CaSO<sub>4</sub>, NaCl. Основные преобразования ионного состава происходят в интервале 0,3-4,5 г/л. Процесс появления гидрокарбонатов Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> и закономерно Na<sup>+</sup> в верхних ЭВХР, где низкая температура грунтовых вод, может быть ускорен также большим растворением углекислоты воздуха.

Для прогнозирования характера засоления почв региона в будущем наибольший интерес представляют статистические данные по наиболее пресным грунтовым водам (минерализация 0,3-1,0 г/л). Как видно из рис. 2 и 3, в них содержится много гидрокарбонатов (25-35%; 30-80%), почти отсутствует гипс и очень мало характерной (специфической) для сульфатно-натриевого типа подземных вод соли Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, (4-10%; 10-15%). Можно констатировать, что намечается общая тенденция приближения состава подземных вод к гидрокарбонатно-натриевому типу, так как после полного исчезновения сульфат-натрия, на смену ему могут прийти гидрокарбонаты и карбонаты натрия, а основное средство против соды – гипс – в этих водах почти отсутствует.

#### **Выводы.**

1. Приведенные закономерности составляют теоретическую основу для прогнозов вторичного засоления почв и грунтов при орошении.

2. При длительной эксплуатации оросительных систем и отмывке хлористых и сульфатных солей происходит уменьшение минерализации грунтовых вод, они метаморфизируются в обратном направлении.

3. На примере юга Узбекистана, появление локальных очагов содового засоления почв на перспективу в республике (Ферганская долина, Ташкентская, Самаркандская и Джизакская области) не исключено. Однако геологические запасы хлористых и сульфатных солей здесь настолько значительны, что при существующих масштабах выноса их ирригационно-дренажными водами возможно появление очагов нового засоления почв не ранее чем через 3-4 года.

#### **ЛИТЕРАТУРА**

- Аверьянов С.Ф.* Борьба с засолением орошаемых земель. – М.: Колос, 1978. – 288 с.  
*Авлиякулов А.Э.* Гидро модульное районирование и режим орошения хлопковых культур при интенсивном ведении их в Сурхан-Шерабадской долине. – Ташкент: Мехнат, 1992. – 610 с.  
*Айдаров И.П., Клыкков В.Е., Пестов Л.Ф., Шульгин Д.Ф.* Математическая модель динамики ионов натрия и кальция в почвах // Почвоведение. – М.: 1978. – № 8. – С. 134-141.

- Боровский В.М.* Геохимия засоленных почв Казахстана. – М.: Наука, 1978. – 192 с.
- Варуцян Э.С.* Рассоление грунтовых вод на орошаемых землях. – М.: Колос, 1977. – 174 с.
- Владимиров А.Г.* Эффективность горизонтального дренажа и мелиоративно-гидрогеологическое районирование Голодной степи // Гидротехника и мелиорация. – М.: 1960. – № 3. – С. 44-45.
- Егоров В.В.* Засоление почв и их освоение. – М.: АН СССР, 1954. – 112 с.
- Засоленные почвы России / Отв. редакторы Л.Л. Шишов, Е.И. Панкова. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2006. – 854 с.
- Кац Д.М.* Методические рекомендации по контролю за мелиоративным состоянием орошаемых земель. – М.: ВНИИГиМ, 1982. – Вып. 1. – 73 с.
- Кирейчева Л.В.* Экологические принципы создания дренажных систем на орошаемых землях: Автореф. дис. д-ра техн. наук. – М.: ВНИИГиМ, 1993. – 49 с.
- Ковда В.А.* Происхождение и режим засоленных почв. – М.: АН СССР, 1946-1947. – Т. 1-2. – С. 375-573.
- Ковда В.А., Егоров В.В., Муратова В.С., Строганов Б.П.* Классификация почв по степени и качеству засоления в связи с солеустойчивостью растений // Ботанич. журн. – 1960. – № 8. – С. 189-201.
- Ковда В.А.* Проблемы опустынивания и засоления почв аридных регионов мира. – М.: Наука, 2008. – 415 с.
- Кузиев Р.К., Сектименко В.Е.* Почвы Узбекистана. – Ташкент: Extremumpress. 2009. – 251 с.
- Маслов Б.С., Колганов А.В., Гулюк Г.Г., Гусёнков Е.П.* История мелиорации в России. – М.: ФГНУ "Росинфорагротех", 2002. – Т.1. – 508 с.
- Маслов Б.С., Колганов А.В., Гулюк Г.Г., Гусёнков Е.П.* История мелиорации в России. – М.: ФГНУ "Росинфорагротех", 2002. – Т.2. – 527 с.
- Маслов Б.С., Колганов А.В., Гулюк Г.Г., Гусёнков Е.П.* История мелиорации в России. – М.: ФГНУ "Росинфорагротех", 2002. – Т.3. – 257 с.
- Минашина Н.Г.* Орошаемые почвы пустыни и их мелиорация. – М.: Колос, 1974. – 350 с.
- Нерозин А.Е.* Мелиорация засоленных орошаемых земель Узбекистана. – Ташкент, Узбекистан, 1974. – 103 с.
- Панкова Е.И.* Засоление орошаемых почв среднеазиатского региона: старые и новые проблемы // Аридные экосистемы. – М.: 2016, том 22, №4(69). – С. 21–29.
- Панов Г.А.* Лизиметрические установки Челябинской опытно-мелиоративной станции Урал – НИИВХ / Лизиметрические исследования в России: сб. науч. публ. М.: НИИСХ ЦРНЗ, 2004. – С. 187-190.
- Панов Г.А., Муромцев Н.А., Шуравилин А.В.* Особенности поступления солей из грунтовых вод в ирригационно-гидроморфные почвы на южном Урале // Мелиорация и водное хозяйство. – М.: 2008. – № 3. – С. 33-35
- Парфенова Н.И.* Экологические принципы регулирования гидрогеохимического режима орошаемых земель: Автореф. дис. ... д-ра техн. наук. – М.: 1992. – 51 с.
- Татаринцев Л.М., Татаринцев В.Л., Евсюков В.А., Пушкарева Т.И.* Экологические проблемы орошения в степной зоне Западной Сибири // Мелиорация и водное хозяйство. – М.: 2004. – № 2. – С. 30-32.
- Тиксеронт Дж.* Водные ресурсы аридных районов. В кн.: Будущее аридных земель. – М.: Изд-во Ин. лит., 1958. – С. 73-97.
- Толстой М.П., Малыгин В.А.* Основы геологии и гидрогеологии. – М.: Недра, 1976. – 279 с.
- Юлдашев Г., Закирова С.* Шур ер мелиорацияси // Ўзбекистон кишлок хўжалиги. – Ташкент, 2007. – № 6. – Б. 22.
- Kanwar I.S., Kanwar B.S.* Quality of Irrigation Water. Frans. of 9<sup>th</sup>. Int. Congr. Of Soil Sci. V.1, Adelaide, Australia, 1968. – P. 21-23.
- Szabolon I., Darab K.,* Salt balance and salt Frans. Of 9<sup>th</sup>. Int. Congr. of Soil Sci. V.1, Adelaide, Australia, 1968. – P. 28-31.
- Wilcox L. V.* Determination of irrigation water quality // Inf. Bull. 197, 1958, USA, Washington. – PP. 13-15.

**СИЗОТ СУВЛАРИ КИМЁВИЙ ТАРКИБИНИНГ ЎЗГАРИШИ ҚОНУНИЯТЛАРИ  
АСОСИДА ТУПРОҚ ДЕГРАДАЦИЯСИНИ БАҲОЛАШ****Ш.О.МУРАДОВ<sup>1</sup>, Д.А.РАДЖАБОВА<sup>1</sup>**<sup>1</sup>Қарши муҳандислик-иқтисодиёт институти, m.oikos@mail.ru

**Аннотация.** Тупроқдаги туз миқдорини баҳолаш учун ер ости сувларининг кимёвий таркиби метаморфизациясини ўрганиш зарурияти асосланди. Суғориладиган ерлар учун зарур бўлган ер ости ва ер усти сувларининг токсиклигига қараб кимёвий таркибининг таҳлили батафсил ёритилган. Тупроқнинг шўрланишини ҳосил қилувчи ва ўсимликлар учун заҳарли бўлган тузлар ер ости сувларини асосий кимёвий турларининг таркиби эканлиги асосланган. Тупроқда тузларнинг тўпланиши ва сизот сувлари гидрокимёвий таркиби генетик асослари исботланган. Суғориш даврида сизот ва ер усти сувларининг кимёвий таркиби (метаморфизация)нинг (тўғридан-тўғри ёки тескари йўналишда) ўзгариши тамойиллари баён этилган. Ерларни суғоришда сизот сувларининг кимёвий таркиби ўзгаришини баъзи қонуниятлари аниқланган. Тупроқнинг шўрланиши (шўрхокланиши) башорати келтирилган.

**Калит сўзлар:** Сизот, ер усти ва гидрокарбонатли сувлар, метаморфизация, содали шўрланиш.

**FORECASTING OF SOIL DEGRADATION ON THE BASIS OF REGULARITIES OF  
CHANGES IN THE CHEMICAL COMPOSITION OF GROUNDWATER****Sh.O. MURADOV<sup>1</sup>, D.A. RADZHABOVA<sup>1</sup>**<sup>1</sup> Karshi Engineering Economic Institute, m.oikos@mail.ru

**Abstract.** *The necessity of studying the metamorphosis of the chemical composition of ground water for the prediction of salt content in soil-grunts is justified. The analysis of the chemical composition of ground water and surface water according to their toxicity for irrigated lands is given. It is proved that the salts that determine the composition of the main chemical types of groundwater are the ones that form the salinization of soils and are toxic to the plant. The genetic basis of the hydrochemical composition of groundwater with salt accumulation in soils is proved. The principles of changing (metamorphosing) the chemical composition of ground and surface waters under irrigation conditions (forward and reverse direction) are described. Some regularities of changes in the chemical composition of ground water during land irrigation are revealed. The forecast of salinization (salinization) of soils is given.*

**Keywords:** *Ground, surface and bicarbonate waters, metamorphosis, soda salinization.*

**REFERENCE**

- Averyanov S.F. Borba s zasoleniem oroshaemx zemel [Fight against salinization of irrigated lands]. – М.: Kolos, 1978. – 288 s. (in Russian)
- Avliyakov A.E. Gidromodulnoe rayonirovanie i rejim orosheniya xlopkovx kultur pri intensivnom vedenii ix v Surxan-Sherabadskoy doline.[Hydromodular zoning and irrigation regime of cotton crops under intensive management in the Surkhan-Sherabad valley]. – Tashkent: Mehnat, 1992. – 610 s. (in Russian)
- Aidarov I.P., Klykov V.E., Pestov L.F., Shulgin D.F. Matematicheskaya model dinamiki ionov natriya i kalsiya v pochvax [Mathematical model of dynamics of sodium and calcium ions in soils] // Soil Science. – М.: 1978. – No. 8. – S. 134-141. (in Russian)
- Borovsky V.M. Geoximiya zasolennx pochv Kazaxstana [Geochemistry of saline soils of Kazakhstan]. – М.: Nauka, 1978. – 192 s. (in Russian)
- Varuntsyan E.S. Rassolenie gruntovx vod na oroshaemx zemlyax [Desalination of ground waters on irrigated lands]. – М.: Kolos, 1977. – 174 s. (in Russian)

*Vladimirov A.G.* Effektivnost gorizontalnogo drenaja i meliorativno-gidrogeologicheskoe rayonirovanie Golodnoy stepi [Efficiency of horizontal drainage and meliorative-hydrogeological zoning of the Hungry steppe] // *Gidrotehnika i melioratsiya*. – M.: 1960. – No. 3. – S. 44-45. (in Russian)

*Egorov V.V.* Zasolenie pochv i ix osvoenie [Salinization of soils and their development]. – M.: AN SSSR, 1954. – 112 s. (in Russian)

*Zasolenne pochv Rossii* [Saline soils of Russia] / Rel. editors L.L. Shishov, E.I. Pankova. – M.: ICC "Akademkniga", 2006. – 854 s. (in Russian)

*Katz D.M.* Metodicheskie rekomendatsii po kontrolyu za meliorativnm sostoyaniem oroshaemx zemel [Methodological recommendations for monitoring the meliorative state of irrigated lands]. – M.: VNIIGiM, 1982. – Tom 1. – 73 s. (in Russian)

*Kireicheva L.V.* Ekologicheskie prinsip sozdaniya drenajnx sistem na oroshaemx zemlyax [Ecological principles of creating drainage systems on irrigated lands: Abstract of the Doctor of Technical Sciences]. – M.: VNIIGiM, 1993. – 49 s. (in Russian)

*Kovda V.A.* Proisxojdenie i rejim zasolennx pochv [the Origin and mode of saline soils]. – M.: AN SSSR, 1946-1947. – T. 1-2. – S. 375-573. (in Russian)

*Kovda V.A., Egorov V.V., Muratova V.S., Stroganov B.P.* Klassifikatsiya pochv po stepeni i kachestvu zasoleniya v svyazi s soleustoychivostyu rasteniy [Soil Classification according to the degree and quality of salinization in connection with the salt tolerance of plants] // *Botanic. Sib.* – 1960. – No. 8. – S. 189-201. (in Russian)

*Kovda V.A.* Problem opustnivaniya i zasoleniya pochv aridnx regionov mira [Problems of desertification and salinization in arid regions of the world]. – M.: Nauka, 2008. – 415 s. (in Russian)

*Maslov B.S., Kolganov A.V., Gulyuk G.G., Gusenkov E.P.* Istoriya melioratsii v Rossii History of land reclamation in Russia. – M.: FGNU "Rosinformagrotech", 2002. – Tom. 1. – 508 s. (in Russian)

*Maslov B.S., Kolganov A.V., Gulyuk G.G., Gusenkov E.P.* Istoriya melioratsii v Rossii [History of land reclamation in Russia]. – M.: FGNU "Rosinformagrotech", 2002. – Tom. 2. – 527 s. (in Russian)

*Maslov B.S., Kolganov A.V., Gulyuk G.G., Gusenkov E.P.* Istoriya melioratsii v Rossii [History of land reclamation in Russia]. – M.: FGNU "Rosinformagrotech", 2002. – Tom. 3. – 257 s. (in Russian)

*Minashina N.G.* Oroshaeme pochv pustni i ix melioratsiya [Irrigated desert soils and their melioration]. – M.: Kolos, 1974. – 350 s. (in Russian)

*Nerozin A.E.* Melioratsiya zasolennx oroshaemx zemel Uzbekistana [Melioration of saline irrigated lands of Uzbekistan]. – Tashkent, Uzbekistan, 1974. – 103 s. (in Russian)

*Panov G.A.* Lizimetricheskie ustanovki Chelyabinskoy optno – meliorativnoy stantsii Ural – NIIVX [Lisinetskii installation Chelyabinsk experimental reclamation plant Ural – niivh] // *Linometrics studies in Russia: collection of scientific works. publ. Moscow: research Institute CRNS, 2004.* – S. 187 – 190. (in Russian)

*Panov G.A., Muromtsev N.A., Shuravilin A.V.* Osobennosti postupleniya soley iz gruntovx vod v irrigatsionno-gidromorfne pochv na yujnom Urale [Peculiarities of receipt of the salts from the groundwater in irrigation and hydromorphic soils in the southern Urals] // *Melioration and water economy.* – M.: 2008. – No. 3. – S. 33-35. (in Russian)

*Parfenova N.I.* Ekologicheskie prinsip regulirovaniya gidrogeoximicheskogo rejima oroshaemx zemel [Ecological principles of regulation of the hydrogeochemical regime of irrigated lands]: Autoref. dis. ... doctor of technical sciences. – M.: 1992. – 51 s. (in Russian)

*Tatarintsev L.M., Tatarintsev V.L., Evsyukov V.A., Pushkareva T.I., Parfenova N.I.* Ekologicheskie problem orosheniya v stepnoy zone Zapadnoy Sibiri [Ecological problems of irrigation in the steppe zone of Western Siberia]. – M.: 2004. – No. 2. – S. 30-32. (in Russian)

*Tixeront J.* Vodnie resursi aridnix rayonov. V kn.: Budushee aridnix zemel' [Water resources of arid areas. In the book: The future of arid lands]. – M.: Publishing House In. lit., 1958. – S. 73-97. (in Russian)

*Tolstoy M.P., Malygin V.A.* Osnovi geologii i gidrogeologii [Fundamentals of geology and hydrogeology]. – M.: Nedra, 1976. – 279 s. (in Russian)

*Yuldashev G., Zakirova S.* Shur yer melioratsiyasi [Melioration of salty land ] // *Uzbekiston kishlok khuzhaligi.* – Toshkent, 2007. – No. 6. – B. 22. (in Uzbek)