

(10). – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2014/10/pdf/005.pdf>

22. **Shchetinina I.V.** Rol agropromyshlennykh klasterov v Innovatsionnom razvitii APK // Sibirskaya finansovaya shkola. – № 4 (99). – 2013. – S. 117-121.

23. **Svistula I.A.** Issledovanie faktorov, vliyayushchih na integratsionnoe razvitie otrasli zhivotnovodstva agropromyshlennogo kompleksa Altaiskogo kraja. // Izvestiya Altaiskogo gosudarstvennogo universiteta. – 2013. – № 2-2 (78). – S. 288-292.

The material was received at the editorial office  
23.01.2019 g.

#### Information about the author

**Yurchenko Irina Fedorovna**, doctor of technical sciences, associate professor, chief researcher of the department of Environmental and informational technologies VNIIGiM (All-Russian research Institute of hydraulic engineering and land reclamation named after A.N. Kostyukova); 127550, Moscow, ul. B. Akademicheskaya, 44. корпус 2; e-mail: irina.507@mail.ru

УДК 502/504:631.6

DOI 10.34677/1997-6011/2019-2-21-28

**С.А. МАКСИМОВ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», институт Мелиорации, водного хозяйства и строительства им. А.Н. Костякова, г. Москва, Российская Федерация

## ФОРМИРОВАНИЕ ИСПАРИТЕЛЬНОГО ГИДРОФИЗИЧЕСКОГО СОЛЕВОГО БАРЬЕРА И ПРОГНОЗ ИЗМЕНЕНИЙ СОЛЕВОГО РЕЖИМА ПОЧВ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ АЛЕЙСКОЙ ОРОСИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

*В статье приводятся результаты оценки направленности и интенсивности изменений почвенно-мелиоративных условий при формировании гидрофизического испарительного солевого барьера, прогноза солевого режима почв, выполненного для обоснования необходимых мелиоративных мероприятий при реконструкции Алейской оросительной системы, расположенной на староорошаемых землях Рубцовского района Алтайского края. При сроке подъема подземных вод более 10 лет проектирование дренажа следует осуществлять отдельным проектом, при этом сроки его строительства должны быть определены при условии недопущения подъема подземных вод выше допустимой глубины 2,5 м. Полученные результаты свидетельствуют о возможности регулирования оптимального водно-солевого режима испарительного гидрофизического сорбционного солевого барьера, формирующегося в почве и подстилающих грунтах, при поддержании глубокого уровня грунтовых вод. Орошение чернозёмных и каштановых почв сниженными оросительными нормами, позволяет обеспечить подъем уровня грунтовых вод до 2,5...3,0 м, не ранее чем через 30...50 лет от начала орошения.*

*Староорошаемые земли, чернозёмы южные, прогнозная глубина грунтовых вод, прогноз минерализации грунтовых вод, содержание катионов, коэффициенты изотерм ионообменной сорбции, осолонцевание.*

**Введение.** Развитие агропромышленного комплекса в нашей стране является одним из важнейших приоритетов. Объективно существует необходимость решения задач по реализации федеральной программы развития сельского хозяйства России, ФЦП, связанных с ней, и Федерального закона «О развитии сельского хозяйства».

В условиях изменения климата на планете, прогрессирования процессов естественной и антропогенной деградации сельскохозяйственных земель, сложности и масштабов различных экологических проблем, развитие мелиорации и рекультивации земель как науки и как деятельности – гаранта высокой устойчивой продуктивности сельскохозяйственных земель, является актуальной задачей.

Научное обоснование мелиорации и рекультивации земель, позволяющее регулировать потоки воды и химических веществ путём повышения эффективности действия естественных и создания искусственных барьеров для локализации негативных последствий антропогенеза, является актуальной задачей.

Реконструкция Алейской оросительной системы, расположенной на староорошаемых землях Рубцовского района Алтайского края, для которых характерны угроза вторичного засоления при возобновлении орошения, невозможна без проведения прогнозных расчётов.

Основной целью составления прогноза солевого режима почв является оценка направленности и интенсивности изменений почвенно-мелиоративных условий и обоснование необходимых мелиоративных мероприятий.

**Опыт и теория.** В настоящее время мелиоративная наука, опираясь на данные практики и используя достижения в области почвоведения, гидрогеологии, теории фильтрации, физической химии и математики, разработала ряд наиболее простых количественных зависимостей, с помощью которых можно прогнозировать солевой режим орошаемых земель для реальных условий, близких к расчётным схемам. Ряд таких разработок вошли в инструкции и технические указания по проектированию дренажа на орошаемых землях [1], а также освещены в трудах В.А. Ковды, С.Ф. Аверьянова, А.И. Голованова, Н.Н. Веригина, И.П. Айдарова, В.М. Шестакова, Д.Ф. Шульгина, Е.И. Панковой, Л.М. Рекса и других учёных. Проблеме вторичного засоления староорошаемых земель Юго-Западной Сибири посвящено множество исследований [2-7] и др.

Согласно ВСН 33-2.2.03-86 [1], для орошаемых земель в степной и сухостепной зонах, почвы которых обладают высоким содержанием гумуса и ёмкостью ионного обмена ( $\text{ППК} > 10...15 \text{ мг-экв/100 г почвы}$ ) и склонны к осолонцеванию, прогноз необходимо выполнять по ионам хлора и натрия, магния и кальция с учётом ионно-обменных процессов между почвенным раствором и ППК [8],

Большое разнообразие почвенно-мелиоративных, гидрогеологических, климатических и хозяйственных факторов требует дифференцированного подхода

к составлению почвенно-мелиоративных прогнозов. В конкретных условиях необходимо учитывать водно-физические и физико-химические свойства почв, тип и степень исходного засоления, исходные и прогнозные уровни и минерализации грунтовых вод, технику орошения и качество оросительных вод.

В связи с этим прогноз солевого режима включает расчёт минерализации грунтовых вод при их подъёме, минерализации и химизма почвенных растворов и состава почвенного поглощающего комплекса (ППК).

Расчёты прогноза солевого режима орошаемых земель выполнены с учётом результатов прогнозов изменения гидрогеологических условий (подъём уровня грунтовых вод) в пределах III и IV групп почвенно-мелиоративного районирования, выполненного для орошаемого массива.

В основу методики составления прогнозов солевого режима орошаемых земель положены результаты многолетних теоретических и экспериментальных исследований.

Для участков орошения III и IV группы, на которых представлены чернозёмы южные высокосолончаковатые, лугово-чернозёмные солончаковатые почвы, комплексы чернозёмов южных с лугово-чернозёмными солончаковатыми почвами, лугово-чернозёмные солончаковатые почвы с солонцами, лугово-чернозёмные солончаковые почвы, а также темно-каштановые обычные и лугово-каштановые солончаковатые почвы с солонцами и лугово-каштановыми почвами, все расчёты выполнены для двух случаев:

1. При применении оросительных норм, рассчитанных для года 75% обеспеченности по дефициту водного баланса и подъёме уровня грунтовых вод до 2,5...3,0 м в первые 8...15 лет после начала орошения.

2. При применении пониженных оросительных норм и подъёме уровня грунтовых вод до 2,5...3,0 м в течение 30...50 лет после начала орошения.

В первом случае грунтовые воды будут оказывать существенное влияние на почвообразовательный процесс и перераспределение солей в корнеобитаемом слое.

Во втором случае, грунтовые воды в первые 30...50 лет (срок службы

оросительной системы) не окажут существенного влияния на почвы верхнего метрового слоя.

Для составления прогнозов солевого режима орошаемых земель использованы различные расчётные зависимости.

При глубине грунтовых вод 2,5...3,0 м для расчётов использована зависимость С.Ф. Аверьянова [9], учитывавшая связь водного и солевого режимов почв, глубину и минерализацию грунтовых вод.

$$\bar{C} = -\frac{\bar{C}_n}{\bar{V}-1} + \left(1 + \frac{\bar{C}_n}{\bar{V}-1}\right) e^{2Pe\left(1-\frac{1}{\bar{V}}\right)(1-\bar{x})},$$

где:

$$\bar{C} = \frac{C}{C'_{\text{прог}}}; \quad \bar{C}_n = \frac{C_n^*}{C'_{\text{прог}}}; \quad Pe = \frac{x_1}{2m\lambda}; \quad \bar{x} = \frac{x}{x_1},$$

$C$  – прогнозная минерализация почвенного раствора на глубине  $x$ , г/л;  $C'_{\text{прог}}$  – прогнозная минерализация грунтовых вод, г/л;  $C_n^*$  – минерализация оросительной воды, г/л;  $Pe$  – параметр Пекле;  $x_1$  – прогнозная глубина грунтовых вод, м, = 2,5 и 3,0 м;  $t$  – пористость почвы в долях от объёма;  $\lambda$  – параметр гидродинамической дисперсии, м;  $x$  – расчётная глубина, м ( $x = 0$ ,  $x = 0,5$  и  $x = 1,0$ );  $\bar{V}$  – влагообмен между почвой и грунтовыми водами – величина, характеризующая интенсивность вертикального потока влаги на нижней границе корнеобитаемого слоя.

При уровне грунтовых вод более 3,0 м (второй случай) для расчётов использована зависимость С.Ф. Аверьянова (1), учитывающая связь водного и солевого режима почв.

$$C = C_n^* + 0,5(C_0^n - C_n^*) \operatorname{erfc}(a(1-\bar{x})) \quad (1)$$

где:  $C$  – прогнозная минерализация почвенного раствора на глубине  $x$ , г/л;  $C_0^n$  – исходное содержание солей в слое почвы 0...1 м,

$$a = \frac{\sqrt{Vt}}{2m\sqrt{\lambda}},$$

$V$  – интенсивность инфильтрации, соответствующая величине принятого промывного режима при орошении, м/сут;  $t$  – продолжительность ротации с.-х. культур в севооборотах, принятая равной 3650 суток (10 лет);

$$\bar{x} = \frac{xm}{Vt},$$

$x$  – расчётная глубина, м ( $x = 0$ ,  $x = 0,5$  и  $x = 1$  м).

Минерализация оросительной воды в канале принята равной 0,5 г/л. Непосредственно на поле минерализаций

оросительной воды ( $C_n$ ) принята с учётом разбавления осадками ( $O_c$ ).

$$C_n^* = \frac{C_n O_p}{O_p + O_c}, \quad (2)$$

где,  $O_p$  – оросительная норма, нетто.

На засоленных и солонцеватых или склонных к засолению и осолонцеванию землях интенсивность инфильтрационного питания подземных вод или интенсивность промывного режима при орошении ( $V$ ) в пределах рассматриваемой территории принята на основании обобщения имеющихся работ МГУП [8].

- для чернозёмных почв  $V = 0,1 E_o$ ;
- для каштановых почв  $V = 0,15 E_o$ ,

где,  $E_o$  – суммарное испарение в мм.

Значение параметра гидродинамической дисперсии ( $\lambda$ ) принималось в зависимости от механического состава почв.

Для определения химического состава почвенных растворов и типов засоления почв были использованы результаты исследований В.А. Ковды, В.М. Боровского, Н.Л. Базилевич, Е.И. Панковой, А.П. Бирюковой и др.

Состав почвенного поглощающего комплекса оценивался в зависимости от величины ёмкости поглощения почв (ППК) и содержания катионов,  $Na$ ,  $Ca$  и  $Mg$  в почвенном растворе.

Для количественной оценки содержания катионов в ППК использовались уравнения изотерм ионообменной сорбции для двух пар катионов ( $Na-Ca$ ) и ( $Na-Mg$ ). Для расчётов использовалась система уравнений:

$$\frac{N_1}{\sqrt{N_2}} = K_{11} + K_{12} \frac{C_1}{\sqrt{C_2}} \quad (3)$$

$$\frac{N_1}{\sqrt{N_3}} = K_{21} + K_{22} \frac{C_1}{\sqrt{C_3}} \quad (4)$$

$$N_1 + N_2 + N_3 = N_0 \quad (5)$$

Уравнения (3) и (4) являются изотермами ионообменной сорбции ( $Na-Ca$ ) и ( $Na-Mg$ ). Уравнение (5) отражает баланс катионов в ППК.

Где  $N_1, N_2, N_3$  – содержание катионов соответственно  $Na, Ca, Mg$  в ППК, в мг-экв/100 г почвы;  $C_1, C_2, C_3$  – содержание тех же катионов в почвенном растворе, мг-экв/100 г почвы.

Значения коэффициентов изотерм ионообменной сорбции получены в зависимости от ППК (табл. 1).

Прогноз минерализации грунтовых вод при подъёме их до 3,0 м выполнен с использованием предложений С.Ф. Аверьянова [9].

$$C'_{\text{прог}} = \frac{\beta \Delta h m C'_{\text{исх}} + 10 C'_0 \gamma \Delta h}{\Delta h m},$$

$$\Delta h = H'_{\text{исх}} - (2,5 \div 3,0) \text{ в м,}$$

$H'_{\text{исх}}$  – исходная глубина грунтовых вод, м;  
 $C'_{\text{исх}}$  – исходная минерализация грунтовых вод, г/л;  
 $C'_0$  – исходное засоление грунтов в слое;  $\gamma$  – объёмная масса, т/м<sup>3</sup>;  $m$  – объёмная влажность после подъёма грунтовых вод, доли единицы;  $\beta$  – доля фильтрационных потерь в общем объёме питания грунтовых вод.

Значения прогнозной минерализации грунтовых вод приведены в таблице 2.

Расчёты прогноза солевого режима почв выполнены для IV почвенно-мелиоративной группы.

Характерной особенностью почв этой группы является неустойчивое увлажнение с резкими колебаниями в вегетационный период и по отдельным годам; глубокое промерзание почв, отсутствие водорастворимых солей в верхнем метровом слое и значительное их содержание в подстилающих третичных глинах. Ёмкость поглощения почв составляет 20...50 мг-экв. на 100 г почвы.

Таблица 1

**Значения коэффициентов изотерм ионообменной сорбции**

ППК мг-экв/на 100 г почвы	Na – Ca		Na – Mg	
	K <sub>12</sub>	K <sub>12</sub>	K <sub>21</sub>	K <sub>22</sub>
2	3	4	5	6
50	0,50	0,32	0,60	0,40
45	0,50	0,29	0,60	0,33
35	0,46	0,23	0,58	0,29
30	0,42	0,21	0,52	0,26
25	0,33	0,16	0,41	0,20
20	0,26	0,13	0,33	0,16
15	0,15	0,07	0,13	0,09
10	0,13	0,06	0,06	0,08
5	0,12	0,06	0,15	0,08

Таблица 2

**Расчёт прогноза минерализации грунтовых вод при подъёме их до критической глубины (2,5...3,0)**

$\Delta H$ , м	$\Phi_k$ , мм	$\alpha$	$\alpha \text{CO}_p$	$\beta$	$C'_{\text{прог}}$ г/л
5	16,7	0,10	15,0	0,53	0,53
8	19,4	-	17,5	-	8,20
5	19,4	-	17,5	-	14,80
5	23,3	-	21	-	15,43
5	46,7	-	42	-	11,07
10	40,0	-	36	-	11,10
10	40,0	-	36	-	21,13
5	43,3	-	39	-	14,50
5	43,3	-	39	-	2,90
5	43,3	-	39	-	16,14
5	41,1	-	37	-	10,79
5	41,1	-	37	-	26,35
5	46,7	0,15	63	0,43	13,29
5	46,7	-	63	-	15,69
5	46,7	-	63	-	36,00
5	42,2	-	57	-	7,30
5	53,9	-	72,8	-	5,29
5	53,9	-	72,8	-	5,80

Результаты расчётов прогноза солевого режима орошаемых земель для случая

с близким залеганием уровня грунтовых вод (2,5...3,0 м) с минерализацией 8...15 г/л

и промывном режиме орошения ( $\leq 0,1E0$ ) показал, что через 3...15 лет после начала орошения происходит накопление водорастворимых солей в верхнем метровом слое и концентрация во многих случаях превышает допустимые пределы (табл. 3).

Анализ химического состава почвенных растворов (табл. 4) даёт основание говорить о возможности формирования хлоридно-кальциево-натриевого типа засоления и сульфатно-натриевого типа засоления. Содержание натрия в ППК составит 6...14%.

Таблица 3

**Прогноз содержания солей и поглощённых оснований в почвах для случая с близким залеганием уровня грунтовых вод (2,5...3,0 м) от поверхности земли**

$C_n$ , г/л	$\bar{V}$	$\lambda$	$C_{\text{прог}}$ в слое 0-100 см, %	% от ППК		
				Na	Ca	Mg
0,300	0,91	0,80	0,2-0,3	14	54	32
0,300	-	0,80	0,3-0,35	13	54-55	32-33
0,285	-	0,80	0,35-0,40	6	54-55	32-33
0,409	0,91	0,80	0,20-0,30	10-11	55-56	33-35
0,388	-	0,80	0,30-0,40	9-10	56-57	33-35
0,388	-	0,80	0,45-0,50	10-12	52-54	35-37
0,470	-	1,40	0,30-0,40	6-9	55-59	35-37
0,470	-	1,40	0,30-0,40	11-13	53-55	33-35
0,435	-	1,12	0,10-0,15	10	59-60	30-32
0,425	-	1,80	0,40-0,45	11-12	51-53	36-37
0,398	-	1,80	0,30-0,40	10-11	55-57	87-38
0,398	-	1,80	0,60-0,70	10-12	51-52	37-38
0,399	0,87	0,28	0,08-0,10	6-7	61-62	31-33
0,437	-	0,24	0,07-0,09	5-6	61-62	32-34
0,437	-	1,12	0,20-0,25	10-11	55-57	33-34
0,437	-	0,24	0,07-0,10	6-7	61-63	31-32
0,442	-	0,16	0,07-0,10	5-6	62-63	31-33
0,452	-	0,40	0,08-0,10	6-7	61-63	31-32
0,452	-	0,16	0,07-0,10	5-6	63	31-32

Таблица 4

**Прогнозный химизм засоления почв при их с.-х. освоении и подъёме уровня грунтовых вод до 2,5...3,0 м от поверхности почвы**

$\frac{Cl}{SO_4}$	$\frac{HCO_3}{Cl+SO_4}$	$\frac{HCO}{Cl}$	$\frac{HCO_3}{SO_4}$	$\frac{Na}{Mg}$	$\frac{Na}{Ca}$	$\frac{Na}{Ca+Mg}$	$\frac{Mg}{Ca}$	Химизм засоления почв	
								по анионному составу	по катионному составу
2,5	0,08	0,04	0,10	3,6	3,1	1,7	0,9	хлоридный	кальциево-натриевый
3,6	0,02	0,03	0,10	2,7	2,4	1,3	0,9	-	-
3,7	0,02	0,03	0,10	2,6	2,4	1,3	0,9	-	-
2,7	0,03	0,04	0,11	3,4	2,9	1,6	0,9	-	-
3,1	0,03	0,03	0,10	2,9	2,6	1,4	0,9	-	-
4,0	0,02	0,02	0,08	1,8	2,1	1,0	1,1	-	магниевно-натриевый
4,1	0,02	0,02	0,09	2,3	2,1	1,1	1,0	-	кальциево-натриевый
1,8	0,19	0,30	0,55	7,1	5,1	3,0	0,8	сульфатно-хлоридный натриевый	
4,1	0,02	0,02	0,09	2,0	2,1	1,0	1,0	хлоридный	магниевно-натриевый
3,6	0,02	0,03	0,10	2,8	2,5	1,3	0,9	-	магниевно-натриевый
3,9	0,02	0,02	0,08	1,3	1,9	0,8	1,5	-	магниевно-натриевый
1,9	0,21	0,32	0,58	7,0	5,1	3,0	0,8	сульфатно-хлоридный натриевый	
1,8	0,18	0,27	0,49	6,7	5,0	2,9	0,8	-	-
3,0	0,03	0,04	0,11	3,0	2,7	1,5	0,9	хлоридный	кальциево-натриевый
1,9	0,13	0,20	0,37	6,3	4,6	2,6	0,7	сульфатно-хлоридный натриевый	
1,9	0,26	0,39	0,73	7,3	5,1	3,0	0,7	-	-
1,8	0,16	0,26	0,44	6,8	5,1	2,9	0,8	-	-
1,8	0,19	0,30	0,58	6,7	5,0	2,9	0,8	-	-

Процессы осолонцевания чернозёмов можно предупредить путём применения химических мелиорантов и проведения комплекса агромелиоративных противосолонцовых мероприятий.

Предупреждение накопления водорастворимых солей в почвах потребует увеличения промывного режима орошения. Однако существующей опыт орошения чернозёмов при применении промывного режима орошения с интенсивностью более  $0,1E_0$

показывает, что при этом наблюдается вымывание минеральных и органических соединений и снижение плодородия почв.

Результаты расчётов прогноза солевого режима орошаемых земель для случая сниженных оросительных норм и глубокого залегания уровня грунтовых вод ( $>3,0$  м) показали, что при предельной величине промывного режима орошения, равной  $0,1E_0$ , содержание солей в верхнем метровом слое почвы уменьшается по сравнению с исходным (табл. 5.).

Таблица 5

**Прогнозное содержание солей и поглощённых оснований в почвах при сниженных оросительных нормах**

C <sub>прог</sub> в слое 0-100 см %	% от ППК		
	Na	Ca	Mg
0,08	6	57	37
0,04	8	56	36
0,03	8	57	35
0,03	5	58	37
0,03	6	57	37
0,02	5	59	36
0,02	7	56	37
0,02	6	58	36
0,04	7	60	33

Следует отметить, что недостаточная оценка прогнозного мелиоративного состояния орошаемых земель по существующей методике и отказ от внесения гипса в период освоения приведёт к недобору урожая в связи с осолонцеванием почв. Недобор урожая оценён в зависимости от содержания Na в ППК по данным Цвилёва А.И [10] и [6]

- Урожай зерновых снижается с 45 до 12 ц/га
- Урожай зернобобовых снижается с 35 до 10 ц/га

Предупреждение накопления натрия в ППК можно обеспечить применением агромелиоративных мероприятий.

Характерной особенностью почв III группы является недостаточное увлажнение с периодическим (сезонным) промачиванием почв, сезонное промерзание почв, слабое засоление и значительное засоление подстилающих пород. Ёмкость поглощения почв составляет 9...25 мг-экв. на 100 г почвы.

Результаты расчётов прогноза солевого режима орошаемых земель для случая с близким залеганием уровня грунтовых вод (2,5...3,0 м) показали, что при предельной величине промывного режима орошения  $0,15E_0$ , содержание солей в верхнем

метровом слое увеличивается незначительно и не превышает допустимых пределов [5].

Анализ химического состава почвенных растворов говорит о возможности формирования сульфатно-хлоридно-натриевого типа засоления. Содержание натрия в ППК не превышает 5...7%.

### Выводы

1. Анализ химического состава почвенных растворов даёт основание говорить о возможности формирования сульфатно-содово-натриевого типа засоления, при этом содержание натрия в ППК не превышает 5...7%.

2. Данные водно-солевого режима о наличии исходного засоления (до начала орошения), прогноз подъёма уровня подземных вод до отметки заложения дрен в срок до 10 лет говорят о необходимости строительства дренажа одновременно или перед строительством оросительной сети.

3. При сроке подъёма подземных вод более 10 лет проектирование дренажа следует осуществлять отдельным проектом, при этом сроки его строительства должны быть определены при условии недопущения подъёма подземных вод выше допустимой глубины 2,5 м.

4. Полученные результаты свидетельствуют о возможности регулирования оптимального водно-солевого режима испарительного гидрофизического сорбционного солевого барьера, формирующегося в почве и подстилающих грунтах, при поддержании глубокого уровня грунтовых вод. Орошение чернозёмных и каштановых почв сниженными оросительными нормами, позволяет обеспечить подъем уровня грунтовых вод до 2,5...3,0 м, не ранее чем через 30...50 лет от начала орошения.

#### Библиографический список

1. ВСН 33-2.2.03-86 ВСН 33-2.2.03-86 Мелиоративные системы и сооружения. Дренаж на орошаемых землях. Нормы проектирования. [https://znaytovar.ru/gost/2/VSN\\_33220386\\_Meliorativnye\\_sis.html](https://znaytovar.ru/gost/2/VSN_33220386_Meliorativnye_sis.html)
2. Рекомендации по использованию мелиоративного фонда земель в Алтайском крае. / Акуленко Ю.И. и др. – Барнаул: Алтайский сельскохозяйственный институт, 1986. – 39 с.
3. Акуленко Ю.Н. Инженерно-гидрогеологические условия мелиорации на юге Сибири. – Красноярск: Красноярский университет, 1985. – 129 с.
4. Базилевич Н.И. и Панкова Е.И. Методические указания по учету засоленных почв. – М: Союзгипроводхоз, 1968. – 89 с.

5. Николаев И.А. Подземные воды юга западной Сибири и проблемы рационального использования. – Новосибирск: Наука, Сибирское отделение, 1987. – С. 86-96.

6. Овсянников А.С. Использование минерализованных вод для орошения. – М: Колос, 1973.

7. Засоленные почвы России. / ред. Л.Л. Шишов, Е.И. Панкова. – М.: ИКЦ Академкнига, 2006. – 854 с.

8. Методические указания по выполнению упражнения «Химическая мелиорация солонцовых почв». / Айдаров И.П., и др. – М: МГМИ, 1987. – 48 с.

9. Аверьянов С.Ф. Борьба с засолением орошаемых земель. – М: Колос, 1978. – 288 с.

10. Цвылев А.И. Влияние осолонцевания южных чернозёмов на урожайность зерновых культур. // Почвоведение. – 1975. – № 2. – С. 117-118.

Материал поступил в редакцию 28.02.2019 г.

#### Сведения об авторе

**Максимов Сергей Алексеевич**, кандидат технических наук, доцент кафедры мелиорации и рекультивации земель, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева; 125550, г. Москва, Б. Академическая ул., д. 44; e-mail: s.a.maksimov@mail.ru

#### S.A. MAKSIMOV

Federal state budgetary educational institution of higher education «Russian state agrarian university – MAА named after C.A. Timiryazev», Institute of Reclamation, water economy and construction named after A.N. Kostyakov, Moscow, Russian Federation

## FORMATION OF THE EVAPORATIVE HYDRO PHYSICAL SALT BARRIER AND FORECAST OF CHANGES THE SOILS SALT REGIME FOR RECONSTRUCTION OF THE ALEI IRRIGATION SYSTEM

*The article presents the results of assessing the direction and intensity of changes in soil-reclamation conditions during the formation of hydro physical evaporative salt barrier, prediction of the soils salt regime made to substantiate the necessary reclamation measures for reconstruction of the Alei irrigation system located on the old-irrigated lands of the Rubtsovsky district of the Altai Territory. If the groundwater rising time is more than 10 years the drainage design should be carried out by a separate project, and the construction timeline should be determined providing from the non-admission of the groundwater rising above the permissible depth of 2.5 m. The obtained results indicate to the possibility of controlling the optimal water-salt regime of the evaporative deep level of ground water, irrigation of chernozem and chestnut soils reduced with hydro physical sorption salt barrier under maintaining irrigation rates ensuring the rise of the groundwater level to 2.5 ... 3.0 m no earlier than after 30 ... 50 years from the start of irrigation.*

*Old-irrigated lands, southern chernozem, the forecast depth of ground water, forecast of ground water mineralization, content of cations, coefficients of isotherms of ion exchanging sorption, alkanization.*

## References

1. Averyanov S.F. Borba s zasoleniem oroshaemyh zemel. – M: Kolos, 1978. – 288 s.
2. Rekomendatsii po ispolzovaniyu meliorativnogo fonda zemel v Altajskom krae. / Akulenko Yu.I. i dr. – Barnaul: Alatahskij sel'skohozyajstvennyy institut, 1986. – 39 s.
3. Akulenko Yu.N. Inzhenerno-gidrogeologicheskie usloviya melioratsii na yuge Sibiri. – Krasnoyarsk: Krasnoyarskiy universitet, 1985. – 129 s.
4. Metodicheskie ukazaniya po vypolneniyu uprazhneniya «Himicheseskaya melioratsiya solontsovyh pochv» / Aidarov I.P. dr. – M: MGMI, 1987. – 48 s.
5. Bazilevich N.I. i Pankova E.I. Metodicheskie ukazaniya po uchetu zasolennyh pochv. – M: Soyuzgiprovodhoz, 1968. – 89 s.
6. VSN33-2.2.03-86 VSN33-2.2.03-86 Meliorativnye sistemy i sooruzheniya. Drenazh na oroshaemyh zemlyah. Normy proektirovaniya [Kniga]. – Moskva: MINISTERSTVO MELIORATSIII VODNOGO HOZYAJSTVA SSSR, 1987.
7. Nikolaev I.A. Podzemnye vody yuga zapadnoj Sibiri i problemy ratsionalnogo ispolzovaniya. Novosibirsk: Nauka, Sibirskoe otdelenie, 1987. – S. 86-96.
8. Ovsyannikov A.S. Ispolzovanie mineralnyh vod dlya orosheniya. – M: Kolos, 1973.
9. Zsolennye pochvy Rossii / red. L.L. Shishov, E.I. Pankova. – M.: IKTS Akademkniga, 2006. – 854 s.
10. Tsvylev A.I. Vliyanie osolontsevaniya yuzhnyh chernozemov na urozhajnost zernovyh kultur. // Pochvovedenie. – 1975. – № 2. – S. 117-118.

The material was received at the editorial office  
28.02.2019 g.

## Information about the author

**Maksimov Sergej Alekseevich**, candidate of technical sciences, associate professor of the department of lands reclamation and reclamation, FSBEI HE RGAU-MAA named after C.A. Timiryazev, 125550, Moscow, B. Akademicheskaya, 44; e-mail: s.a.maksimov@mail.ru

УДК 502/504:631.4:628.543

DOI 10.34677/1997-6011/2019-2-28-34

**С.Л. БЕЛОПУХОВ, Ю.А. БАРЫКИНА, В.В. ФЕДЯЕВ, О.А. ЖАРКИХ,  
И.И. ДМИТРЕВСКАЯ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

## МЕЛИОРАНТЫ ИЗ ОТХОДОВ ЛЬНЯНОГО КОМПЛЕКСА

*Рассмотрена способность отходов льноперерабатывающих производств к водопоглощению, проведена оценка их гигроскопичности. Для исследования были использованы льняные очесы № 4 и № 8, чесаный лен № 18 и короткое волокно № 3, отходы трепания и вытряска. Определение водопоглощения проводили по ГОСТ 8972, гигроскопичности – ГОСТ 3816. Установлено, что водопоглощение разными образцами существенно различается, коэффициент водопоглощения составляет от 7,4 до 11,0. Максимальное водопоглощение наблюдается у волокна самого высокого качества – чесаного льна № 18, а наименьшее – у отходов трясения – 7,9. Максимальная гигроскопичность происходит в течение первого часа, затем скорость сорбции уменьшается, и волокна льна сорбируют воду в незначительных количествах. Гигроскопичность отходов льняного комплекса в первый час составляет от 0,93 до 1,39 г/100 г сорбента. Гигроскопичность увеличивается в ряду: костра льна, отходы трепания, вытряска, короткое волокно № 3, очес № 4, чесаное волокно № 18. Отходы льноводческого комплекса такие как костра, очесы, короткое волокно, отходы трепания и вытряска – могут быть использованы в качестве природного, экологически безопасного мелиоранта для улучшения водно-воздушного и питательного режимов почвы.*

*Короткое льняное волокно, очес, мелиорант, гигроскопичность, водопоглощение.*

**Введение.** Для нормального роста и развития растениям необходимо наличие в почве воды, воздуха при определенной температуре, оптимальное соотношение воды и воздуха. При избытке воздуха растения страдают от недостатка