

2. ПРОЦЕССЫ СОЛЕНАКОПЛЕНИЯ И ОСОЛОНЦЕВАНИЯ ПОЧВ

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ И РЕЖИМНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ СОЛЕНАКОПЛЕНИЯ В СТЕПНОМ КРЫМУ¹

В плане развития сельского хозяйства на двадцатилетие, особое значение придается ирригации. Ставится задача расширить площади орошаемых земель до *28 миллионов гектаров*. В числе объектов предусматривается развернуть орошение земель в Крыму и других южных районах УССР и в Молдавии на базе водных ресурсов Днепра, Буга, Днестра, Дуная на площади *4,5 млн.* гектаров для увеличения производства риса, кукурузы, сахарной свеклы, винограда, фруктов, овощей и развития животноводства.

В текущем семилетии уже начато строительство Северо-Крымского канала, из которого будет орошаться *600 тысяч гектаров* колхозных и совхозных земель (*560 тысяч* в Крымской и *40 тысяч гектаров* в Херсонской области). Первая очередь строительства с площадью орошения *145 тыс.* гектаров должна быть закончена в 1966 году.

Чтобы правильно освоить большие массивы орошения и получать высокие и устойчивые урожаи, предстоит решить вопрос о создании и последующем поддержании хорошего мелиоративного состояния орошаемых земель. Исходное (до орошения) состояние земель Присивашья нельзя признать удовлетворительным по причине высокой солонцеватости. Она обуславливает пониженное плодородие почв, снижение урожая сельскохозяйственных культур и резкую неустойчивость его по годам.

Орошение солонцовых почв без их предварительного улучшения может повлечь развитие заболоченности и засоления солями, залегающими неглубоко от поверхности. Поэтому возникает необходимость комплексного решения этой проблемы - гидромелиоративными и агротехническими приемами.

Но задача последующего поддержания хорошего мелиоративного состояния орошаемых земель является далеко нелегкой в условиях Крыма. Необходимо отметить, что геоморфологи-

¹ Опубликовано в монографии А.В.Новиковой с тем же названием//Труды Харьковского сельскохозяйственного института им. В.В. До-кучаева, том 39, Харьков, 1962, разделы I-VI. С.242 - 334.

ческие и гидрогеологические условия Крымского Присивашья неблагоприятны для широкого развития орошения. В этом достаточно хорошо убеждает нижерассматриваемый материал. Кроме того, опыт эксплуатации Волго-Донского, Ингулецкого и Краснознаменского каналов показал, что практически на второй и третий годы начинается заболачивание, а местами даже засоление почв в районах, менее неблагоприятных или таких же, как и Крымское Присивашье.

Поэтому более рационально было бы отказаться от орошения Крымского Присивашья и отступить южнее в центральную степную часть Крыма, захватив лишь наиболее высокие территории Присивашья.

Однако, по соображениям удешевления стоимости строительства Северо-Крымского канала, проектирующие организации вынуждены разрабатывать проект освоения и более низких территорий. В этом случае возникает особая необходимость в выявлении закономерностей накопления и миграции солей как в сезонном, так и в геохимическом плане, для обоснования необходимых мероприятий по предупреждению и борьбе с вторичным засолением. Настоящая работа ставит перед собой именно эту задачу.

I. Краткая история изученности процессов соленакопления в Крыму

На обширной территории Союза ССР самые первые исследования солевого режима были начаты в зоне сухих степей и полупустынь, высокая засоленность почв которых препятствовала развитию орошения. Сюда относятся работы Н.А. Димо (1911), который установил в Голодной Степи связь солевого режима с микрорельефом местности, Б. Б. Польшова (1930, 1933), который ввел понятие о критической глубине грунтовых вод и доказал зависимость между сезонными процессами миграции солей и движением восходящих и нисходящих токов влаги. Особое место занимают работы А.Н. Соколовского (1941, 1942), в которых он показал связь галогенеза почв с подземными солевыми аккумуляциями.

Огромный вклад в развитие теоретических представлений о водно-солевом режиме засоленных почв внес В.А. Ковда (1939, 1946, 1947, 1954), рассматривающий процессы передвижения солей в почвах в связи с географической средой (геоморфология, гидрогеология, климат, растительность), в богарных условиях и под влиянием орошения.

В зависимости от глубины залегания грунтовых вод он выделяет три типа режима влажности: элювиального увлажнения, пленочно-капиллярного грунтового увлажнения и капиллярно-грунтового увлажнения. В соответствии с водным режимом он различает три основных направления солевого режима: сезонно-необратимого солевого режима засоления (запас солей от цикла к циклу растёт), сезонно-обратимого солевого режима (запас солей в почве остается стабильным), сезонно-необратимого солевого режима рассоления (запас солей уменьшается).

Для оценки интенсивности сезонного засоления он вводит понятие о коэффициенте сезонной аккумуляции солей (САС), который представляет собой отношение осеннего содержания их к весеннему. Если этот коэффициент равен единице, то сезонное засоление не имеет места. Если он больше единицы, то происходит сезонное засоление и если меньше единицы - имеет место рассоление.

Несколько забежав вперед, отметим, что в процессе данных исследований автор убедился в правильности теоретических воззрений В. А. Ковды и в большой практической их значимости.

На Украине вопросами водно-солевого режима засоленных почв занимались многие авторы: Г.С. Гринь (1939, 1958), Г.Н. Самбур (1954), А.М. Можейко и Т.К. Воротник (1961), А.И. Гуменюк (1957), К.Э. Бурзи, Б.И. Лактионов, Е.Т. Писанец (1959), Г.Я. Чесняк (1958) и др. Большая часть этих работ проводилась в связи с ирригацией Украины и посвящена изучению влияния орошения на изменение содержания солей в почвах.

В связи с этим следует отметить монографическую сводку И.Н. Антипова-Каратаева и В.Н. Филипповой (1955) о влиянии длительного орошения на различные почвы, в том числе и на некоторые почвы Украины.

В Крыму до 1951 г. процессы засоления в почвах были очень плохо изучены. Начало научных исследований почв Крыма было положено В.В. Докучаевым в 1878 г. Им указано на эволюционный переход морского дна Сиваша в солонцы и степные почвы.

В 1900 г. на почвенной карте Перекопского уезда А.П. Черным, Н.И. Прохоровым и Н.Н. Клепининым (руководитель) впервые показаны границы распределения солонцов на побережье Сиваша.

Несколько позднее Н.Н. Клепинин подразделяет засоленные почвы на солончаки, бурые и черные солонцы, солоды, а также каштановые солонцеватые суглинки. Отмечает зональность их

распределения, комплексность, приводит краткую химическую характеристику. В работе Н.П. Дубровского и Н.Н. Клепинина (1931) делается первая попытка увязать распределение пород, грунтовых вод с почвами Присивашья. Однако, вследствие несопряженности и ограниченности фактического материала, такая взаимосвязь остается не раскрытой.

Итоги своих многолетних исследований почв Крыма Н.Н. Клепинин представил в виде карты почв Крыма и очерка к ней (1935).

В связи с изысканиями Гипровода, в целях сбора материала для обоснования первого проекта орошения Северного Крыма водами Днепра в конце тридцатых годов публикуются данные о составе артезианских вод (М.В. Апполосов, 1927), о некоторых свойствах почв в связи с орошением (А.И. Михаловский, 1931, Д. П. Русинов, 1939).

Н.Н. Дзенс-Литовской в 1938 г. впервые описываются засоленные почвы Евпаторийского побережья. С. С. Соболевым в обзорной статье о почвах Украины и степного¹ Крыма (1939) отмечается опускание побережья Азовского моря, следствием которого является вторичное засоление почв Присивашья, впервые описанное Д.Г. Виленским в 1924 г. Образование засоленных почв С.С. Соболев объясняет сухостью климата, засоленностью лёссов и современной импульверизацией.

Значительный интерес представляет работа И. Г. Розмахова «К вопросу о возникновении и развитии солонцовых комплексов» (1940). В ней автор приходит к выводу, что микрорельеф возникает в период образования солончаков и развивается по мере перехода их в солонцы, а затем в зональные почвы.

В связи с большими работами, начатыми в Союзе с 1938 г. по организации и почвенному обследованию госсортоучастков, в Крыму проводятся детальные почвенные съемки территорий сортоучастков. Результаты этого обследования опубликованы в статье П. Е. Соловьева (1950). Вопросы соленакопления в ней не рассматриваются.

Таким образом, до начала постановки данных исследований (1949-1951 гг.) в Крыму в разные годы производились в основном почвенно-географические обследования. Стационарных наблюдений за водно-солевым режимом почв не велось и процессы соленакопления специально никем не изучались.

В 1951 г. в связи с организацией комплексных исследований для обоснования проекта орошения степного Крыма водами Северо-Крымского канала были начаты крупномасштабные почвенные обследования (В.П. Гусев и др.), изучение водно-

физических свойств почв (А.В. Жигачев) и стационарные наблюдения за водно-солевым режимом и солевым составом (А.В. Новикова). При постановке стационарных исследований ставились задачи: а) выявить характер водного и солевого режимов почв, б) дать качественно-количественную оценку солевого состава почв и указать границы географического распространения почв различных типов засоленности, в) на основе выявления направления процессов засоления-рассоления определить возможность использования почв под орошение. В настоящей работе подводится итог этим исследованиям.

II. Методика исследований

Для стационарного изучения водно-солевого режима почв в неорошаемых условиях были выбраны площадки в основных геоморфологических и гидрогеологических районах степного Крыма, на главных почвенных типах и разновидностях. Расположены площадки были по трем поперечникам, пересекающим западное Присивашье (Красно-Перекопский район), центральное (Джанкойский район) и восточное (Азовский район) и охватывали территорию степного Крыма с абсолютными отметками от 1 до 40 м.

Крайней южной точкой являлся южный чернозем (Красногвардейский район).

На этих площадках размером 15-25 м² отбирались образцы почв, пород и грунтовых вод из 2-3 параллельных скважин, смешивались по-горизонтно в один, а затем анализировались. Для определения влажности образцы отбирались из каждой скважины отдельно. Сроки отбора образцов были приурочены к периоду наибольшего увлажнения (весна) и максимального иссушения (осень).

В образцах первого срока (1951 г.) выполнен ряд химических анализов для общей генетической характеристики почв: гумус по Тюрину, углекислота карбонатов кальциметром, обменные кальций и магний по Жорикову, натрий по Гедройцу, валовой анализ, щелочные вытяжки 5% КОН, механический анализ методом «пипетки». Водная вытяжка приготавливалась при отношении почвы к воде как 1:5, пятиминутном взбалтывании и точном отстаивании суспензии.

С целью изучения солевого состава почв степного Крыма дополнительно были сделаны маршрутные обследования различ-

ных районов степного Крыма. Кроме того были собраны и обработаны расчетным путем многочисленные данные анализов водных вытяжек, полученные при сплошном крупномасштабном картировании зоны орошения степного Крыма Крымской почвенной партией и др. организациями. Качественно-количественная оценка солевого состава почв производилась на основании данных водных вытяжек 300 разрезов.

Варьирование водорастворимых солей в некоторых почвах степного Крыма

Изучение солевого режима почв осложняется пестротой почвенного покрова и варьированием химических свойств в одной и той же разновидности. Это относится прежде всего к комплексному почвенному покрову, где на небольшом пространстве быстро меняются некоторые качества почв, в частности глубина залегания солей. Если не принять во внимание такой быстрой изменчивости в пространстве, то можно прийти к неверным заключениям о сезонной динамике солей.

Поэтому, наряду с сезонными наблюдениями, была определена степень пестроты в распределении солей в солонце и в темно-каштановых слабосолонцеватой и солонцеватой почвах путем отбора проб в один из сроков (весной) из пяти - десяти параллельных скважин, расположенных друг от друга на расстоянии около 30 см. В таблице 1 представлены результаты вариационной обработки данных водной вытяжки из этих образцов.

Таблица 1

Степень варьирования водорастворимых веществ (плотный остаток в %, остальные компоненты в милли-эквивалентах на 100 г почвы. М - среднее арифметическое, V - вариационный коэффициент в %)

Глубина в см	Число вариантов	Плотный остаток		HCO ₃ '		Cl'		SO ₄ ''		Ca''		Mg''	
		М	V	М	V	М	V	М	V	М	V	М	V

Луговой глубокосолончаковый солонец (аналог р. 124)

0—10	9	0,088	36,7	0,569	54,9	0,087	54,8	—	—	—	—	—	—
25—35	9	0,162	39,3	0,747	25,3	0,110	75,5	—	—	—	—	—	—
75—85	9	2,259	12,2	0,433	17,0	7,599	24,1	—	—	—	—	—	—

Темно-каштановая солонцеватая почва (аналог р. 119)

0—10	5	0,199	95,0	0,118	27,7	0,168	28,6	0,582	50,0	0,286	36,9	0,314	37,9
25—35	5	0,097	48,9	0,074	15,4	0,100	28,3	0,420	36,5	0,212	19,2	0,236	20,0
37—47	5	0,198	30,0	0,108	31,6	0,286	34,1	0,500	52,6	0,166	46,5	0,306	38,7
85—95	5	0,654	52,0	0,108	15,2	4,992	33,8	2,840	20,6	1,666	69,7	1,904	68,5
95—105	5	0,861	91,4	0,092	25,9	3,966	78,9	4,822	76,2	3,084	105,3	2,846	100,4

Темно-каштановая слабосолонцеватая почва (аналог р. 126)

0—10	9	0,053	51,7	0,09	39,6	0,114	21,0	0,548	28,5	0,301	40,5	0,339	29,1
22—33	9	0,064	40,2	0,082	28,4	0,109	25,7	0,500	22,1	0,295	34,0	0,298	24,5
35—45	9	0,066	57,5	0,120	45,4	0,103	28,8	0,631	24,7	0,371	29,7	0,365	20,4
50—60	9	0,073	52,1	0,126	15,4	0,117	50,9	0,518	25,3	0,333	29,3	0,350	23,4
70—80	9	0,076	42,5	0,161	30,1	0,177	69,4	0,487	58,4	0,357	56,3	0,373	42,9
140—150	9	0,148	14,0	0,230	52,1	0,179	59,3	0,699	66,0	0,281	31,0	0,334	33,2
190—200	9	0,769	49,7	0,107	40,5	0,183	67,6	8,860	54,4	3,389	78,1	2,000	58,8

Обращает на себя внимание большая пестрота в содержании всех компонентов водной вытяжки. Вариационный коэффициент колеблется в широких пределах - от 12 до 100%. Некоторое уменьшение коэффициента вариации наблюдается лишь в солевом горизонте лугового солонца, где он равен по плотному остатку 12%, по HCO₃'-17% и по Cl'-24%.

В солевом горизонте темно-каштановой солонцеватой почвы он увеличивается по указанным компонентам соответственно до 52, 15 и 33% и еще больше возрастает в темно-каштановой слабосолонцеватой почве, соответственно до 49, 40 и 67%. Создается впечатление, что в почве с более близким к поверхности залеганием солевого горизонта и высоким засолением пестрота в содержании солей выражена в меньшей степе-

ни, чем в более промытых почвах с пониженным горизонтом солевых аккумуляций.

В верхних опресненных горизонтах всех почв величины вариационного коэффициента очень пестры и колеблются от 15 до 69%.

Для того чтобы подсчитать число образцов, необходимых для получения достоверных данных, был произведен расчет по формуле:

$$n = \frac{t^2 \times v^2}{p^2}, \text{ где } n - \text{число взятых для анализа}$$

образцов, v - коэффициент вариации, t - показатель вероятности, p - показатель точности. Величина t принималась равной 2, т. е. дальнейшие расчеты производились с вероятностью, равной 95,4% (И. Н. Антипов-Каратаев, 1953).

В таблице 2 приведено число образцов, которое следовало брать для обеспечения точности в 10 и 30%. При этом коэффициенты вариации приняты максимальные.

Как видно из таблицы 2, для обеспечения точности в 30% необходимо было отбирать образцы из 25-40 параллельных скважин, что практически сделать не представлялось возможным вследствие большой глубины некоторых скважин (11 метров), большого числа наблюдательных площадок, расположенных далеко друг от друга и др. причин.

Расчет показывает, что при 3 параллельных образцах точность определений составляла 29-70% (по средним коэффициентам вариации) и 45-110% (по максимальным коэффициентам вариации).

Таблица 2

Определение числа образцов для составления смешанного образца при изучении солевого режима и точность определения при взятии 3-х образцов

Определения	Колебания вариационного коэффициента	Минимальное число образцов для получения среднего с точностью		Точность определения в % при количестве образцов = 3	
		10 %	30 %	По среднему коэффициенту вариации	По максимальному коэффициенту вариации
Луговой глубокосолончаковатый солонец					
Плотный остаток	12—39	61	7	29	45
HCO ₃ '	17—55	121	13	42	63
Cl'	24—75	225	25	57	87
Темно-каштановая солонцеватая почва					
Плотный остаток	30—95	361	40	72	110
HCO ₃ '	15—31	38	4	27	36
Cl'	28—79	250	28	61	91
SO ₄ " ₄	20—76	231	26	55	88
Ca ⁺⁺	19—105	441	49	72	121
Mg ⁺⁺	20—100	400	44	69	115
Темно-каштановая слабосолонцеватая почва					
Плотный остаток	14—57	130	14	40	66
HCO ₃ '	15—52	108	12	38	60
Cl'	21—69	190	21	52	80
SO ₄ " ₄	22—66	174	19	51	76
Ca ⁺⁺	29—78	243	27	61	90
Mg ⁺⁺	20—59	139	15	45	68

Таким образом, данные содержания солей из трех параллельных образцов, взятых в разные сроки, следует рассматривать скорее как качественно-количественные показатели.

Для иллюстрации динамики солей приводятся в основном данные по хлор-иону, поскольку он не участвует в обменных реакциях с почвой и является наиболее подвижным компонентом.

III. Краткий обзор естественноисторических условий

Крымский полуостров по характеру рельефа делится на четыре части: северную равнинную степную, предгорную, южную горную и Керченский полуостров.

Равнинная степная часть неоднородна по рельефу и в свою очередь разделяется на три части: высокую или центральную степь, низкую степь или Присивашье (Северо-Крымская низменность) и возвышенный район Тарханкутского плато, входящий в Тарханкутский полуостров, расположенный на западе Крыма.

Высокая степь начинается на севере с абсолютных отметок 30-40 м и примыкает непосредственно к предгорью Крыма. Она наклонена на север, имеет полого-волнистый рельеф, расчлененный неглубокими балками и речными долинами.

На поверхности равнины встречаются отложения галечника и россыпи верхнетретичных известняков, образование которых обязано деятельности флювио-гляциальных потоков горного Крыма (А. И. Дзенс-Литовский, 1958).

Низкая степь или собственно Присивашье начинается у берегов Сиваша и Каркинитского залива и заканчивается на территории с отметками около 30-40 м. Переход низкой степи в высокую постепенный и внешне мало заметен. Рельеф низкой степи более спокойный, чем высокой и имеет равнинный характер, местами нарушаемый балками с слабо-пологими склонами. Поверхность равнины слабо наклонена на север и северо-восток. На фоне общей выравненности макрорельефа в низкой степи довольно хорошо выражен микрорельеф, особенно в прибрежной части.

Гидрографическая сеть в степном Крыму представлена небольшим количеством мелких рек с выположенными долинами, которые наполняются текучими водами в весенний период и пересыхают летом. Наиболее значительными по протяженности являются р. Салгир и ныне затухшая река-балка Чатырлык.

В Западном Присивашье расположена большая группа соленых озер (Старое, Красное, Айгульское и др.), вытянутых в меридиональном направлении и изолированных от моря. Озера имеют обрывистые берега от 3 до 10 м. Глубина озер колеблется от 0,2 до 0,5 м. Солевое питание в них происходит за счет поверхностного стока и подземных вод, выходы которых обнаружены по всей площади озер и у береговых обрывов (П. Т. Данильченко, А. М. Понизовский, 1958).

Сиваш представляет собой залив Азовского моря, площадью 2,5 тыс. км² с чрезвычайно изрезанной береговой линией, множеством полуостровов и заливов. Режим Сиваша непостоянен: наиболее низкий уровень воды в нем бывает летом 0,2-0,3 м, наиболее высокий - весной и зимой 1-1,5 м. Изменение

уровня происходит в результате сгонно-нагонных течений, а также испарения воды.

В тектоническом отношении степной Крым располагается в альпийской складчатой области юга Советского Союза, входящей в пределы Средиземноморской геосинклинали (Д.В. Наливкин, 1957). Последняя разделяется на несколько самостоятельных тектонических областей, к которым относится Причерноморская впадина (А.Д. Архангельский, 1923). В последнее время Причерноморская впадина рассматривается в качестве молодой платформы с гетерогенным основанием, т. н. Скифской платформы (М.В. Муратов, 1955, Г.А. Лычагин, 1958). Восточной границей впадины, по М.В. Муратову, является орографически и тектонически выраженная перемычка в районе Перекопского перешейка. Сиваш относится к Азово-Кубанской впадине.

Сивашская ветвь Азово-Кубанской впадины или Сивашская мульда (Н. Головкинский) представляет собой плоскую складку, с отлогим падением крыльев (1-5°). Северное крыло ее представлено Украинским кристаллическим массивом, где известняки неогена падают на юг, а южное крыло - Тарханкутским поднятием, где известняки неогена падают на север. Наивысшие абсолютные отметки на крыльях мульды достигают 100-140 м, в то время, как по оси не превышают 2-10 м (Н.И. Дзенс-Литовский). Сивашская мульда выполнена четвертичными отложениями, покрывающими известняки неогена.

В различных стратиграфических горизонтах впадины содержатся воды древних морей (К.И. Маков, 1939). Современной областью питания подземных вод являются неогеновые известняки и другие породы, которые выходят на поверхность вдали от осевой части впадины на склонах Украинской кристаллической гряды, а также в степном Крыму в районе Тарханкутского поднятия. По мере удаления от области питания воды становятся напорными (Е.А. Ришес, 1954, С.В. Альбов, 1956, А.И. Дзенс-Литовский, 1958).

По данным Е.А. Ришес (1956), грунтовые воды в степном Крыму представляют собой единый в гидравлическом отношении водоносный горизонт, повсеместно распространенный, с общим наклоном с юга на север и северо-восток. В месте стыка с береговой зоной Присивашья происходит подпор грунтовых вод водами Сиваша, что доказывается залеганием нулевой гидроизогипсы на некотором расстоянии от берега. Стационарными наблюдениями Е.А. Ришес установлено, что основными статьями расхода грунтовых вод являются испарение, эксплуатация и частично отток.

Глубина залегания грунтовых вод зависит от высоты над уровнем моря и рельефа местности. В высокой степи уровень грунтовых вод находится глубоко от поверхности земли (40-60 м), затем он постепенно поднимается в Присивашье, достигая глубины 0,5-1 м возле берегов Сиваша и Каркинитского залива. Вместе с приближением уровня грунтовых вод к поверхности земли усиливается их минерализация с 3-5 г/л до 20-60 и более г/л. Одновременно растет и хлоридность грунтовых вод.

В связи с закономерным повышением уровня грунтовых вод, роль грунтового потока в почвообразовании неодинакова.

На территориях с высокими гипсометрическими уровнями (высокая степь, повышенные участки низкой степи), где грунтовые воды залегают глубже 10 м от поверхности земли, непосредственного влияния на почвообразование они не оказывают, но вместе с тем транспортируют соли, выщелачиваемые из почв и пород, и уносят из данного района к побережью Сиваша. Таким образом, грунтовые воды способствуют оттоку солей из почв повышенных территорий и тем самым создают условия для развития процессов рассоления.

Наоборот, в местах с низким гипсометрическим уровнем, где сильноминерализованные грунтовые воды подходят непосредственно к поверхности, они вызывают засоление почв.

Почвообразующими породами степного Крыма являются четвертичные отложения: континентальные (отложения водоразделов, аллювиальные и аллювиально-делювиальные) и морские (морские, лиманно-морские и озерные отложения).

Наибольшее распространение получили континентальные отложения водоразделов. В их толще выделяют четыре подгоризонта, разделенных гумусированными слоями: древнечетвертичные, среднечетвертичные, новочетвертичные и современные (почвенный слой).

Почвы образуются в основном на новочетвертичных отложениях в виде желто-бурых макропористых и пылеватых лессовидных глин, содержащих карбонаты кальция и гипс. Мощность их равна 2,5-3 м на западе и 5-7 м на востоке Присивашья.

По механическому составу лессовидные глины довольно однородны и содержат свыше 60% частиц физической глины. Преобладающими фракциями в них являются фракции крупной пыли и ила, что позволяет отнести их к пылевато-иловатым глинам.

Гипс распределен в толще породы неравномерно, приурочен к различным глубинам, вследствие чего создается ярусное залегание его. В местах скоплений содержится до 13% гипс-

са. Многоярусность гипсовых скоплений, округлая форма их свидетельствуют о том, что образование его происходило не в момент отложения континентальных глин, а позже, во время циркуляции в породах грунтовых вод. Надо полагать, что в Присивашье неоднократно изменялся гидрогеологический режим (различные фазы обводнения, по Г.С. Гриню, 1959) и это изменение зафиксировалось в виде нескольких ярусов гипса.

Карбонаты кальция встречаются в породе в рассеянном состоянии, а вблизи уровня грунтовых вод нередко в виде расплывчатых пятен или твердых стяжений. Наибольшее количество карбонатов 10-17%.

Водорастворимые соли содержатся в породе в среднем от 0,5 (в местах, где отсутствуют скопления гипса) до 1,5-2% (где сосредоточены его стяжения). В безгипсовых участках породы основная масса водорастворимых солей складывается из хлоридов и сульфатов натрия.

Морские и лиманно-морские отложения занимают в Присивашье значительно меньшую площадь и в качестве почвообразующих пород встречаются на низменных берегах и заливах Сиваша и Каркинитского залива. Представлены они серовато-зелеными илами и темными, зачастую засоленными глинами. Эти осадки слагают засухи и морские террасы, на которых иногда встречаются отложения ракушечного детритуса. Мощность морских отложений местами достигает 25-30 м.

Территория Крыма, примыкая своей северной частью к континенту и окруженная с трех сторон морями, представляет собой арену воздействия двух разных типов климата – континентального и морского (средиземноморского). Поэтому климат степной части не является типично-континентальным, как, например, в Заволжье, или умеренно-континентальным, как климат северного Присивашья. Климат степного Крыма является умеренно-теплым степным с жарким засушливым летом и мягкой зимой (Н. Н. Иванов, 1948). Средняя годовая температура воздуха достигает 10-11°, при средней температуре января от 0,6 до минус 2,5° и средней температуре июля 23°.

В холодный период наблюдается переход среднесуточной температуры через нуль градусов, поэтому зимой зачастую бывают положительные температуры воздуха. Снежный покров зимой часто отсутствует. Промерзание почвы бывает незначительным, температура ниже нуля обычно не распространяется глубже 20 см, хотя в отдельные годы достигает 70 см. Безморозный период довольно продолжителен - 180-220 дней в году.

Таблица 3

Средняя месячная и годовая температура воздуха и осадки
(по данным Крымского гидрометеобюро)

Метеостанция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Температура воздуха													
Соленое озеро	-2,5	-2,6	2,5	8,8	15,7	20,1	23,4	22,3	16,8	11,5	4,9	0,1	10,1
Красногвардейское	-2,0	-1,6	3,4	8,4	15,3	19,6	23,2	22,2	16,9	11,4	4,8	0,9	10,2
Осадки													
Соленое озеро	15	24	14	32	45	33	44	53	44	45	25	23	397
Красногвардейское	27	24	24	27	31	55	46	21	27	26	98	30	436
Сумма осадков по сезонам года													
	XII—II		III—V		V—VIII		IX—XI						
Соленое озеро	62		91		130		114						
Красногвардейское	81		82		122		151						

Среднегодовое количество осадков колеблется в пределах 350-450 мм, распределение их по сезонам года неравномерное и наблюдаются два максимума осадков - летний и осенний. Относительная влажность воздуха высокая, достигает в среднем за год 76-79%.

Однако не на всем протяжении степного Крыма климат сохраняет одинаковые черты.

Южная часть - высокая степь - испытывает большое влияние прилегающих к ней предгорий и морского климата. Сюда опускаются фены, движущиеся с юга, поэтому в зимнее время здесь бывает больше оттепелей. Продолжительность зимнего периода несколько меньше 2,5 месяца. Количество осадков выпадает более 400 мм.

Северная часть степного Крыма (низкая степь или Присивашье), наоборот, испытывает большее влияние континентальных степей, примыкающих к Сивашу с севера. Это проявляется в большей продолжительности зимнего периода (более 2,5 мес.) и меньшем количестве осадков (325-375 мм).

При агроклиматическом районировании Крыма (1959) Присивашье отнесено к очень засушливому подрайону с умеренно мягкой зимой, а высокая степь Крыма к засушливому подрайону с умеренно мягкой зимой.

По характеру растительности Присивашье относится к типчаково-попынной степи, с узколистыми дерновинными злаками и мелкими полукустарничками. Высокая степь является областью ковыльных степей (Н.А. Троицкий, 1952, М.С. Шалыт, 1939, 1948, Н.Н. Дзенс-Литовская, 1955, Н.М. Чернова, 1954).

По данным почвенно-географических исследований (В.П. Гусев, В.Т. Колесниченко, 1955, 1958, Н.Ф. Севастьянов, 1959, Т.В. Попова, 1957, 1958, Н.Н. Дзенс-Литовская, 1952, 1953, В. Н. Иванов, 1958) почвенный покров степного Крыма имеет следующие особенности.

Низменные побережья Сиваша и Каркинитского залива заняты комплексами солончаков и солончаковых солонцов. Несколько выше они переходят в комплексы солонцов, луговых каштановых сильносолонцеватых почв и лугово-каштановых осолоделых почв западин. На территориях с абсолютными отметками 3-8 м эти комплексы сменяются лугово-степными комплексами лугово-каштановых и темно-каштановых солонцеватых почв с солонцами. На более высоких гипсометрических уровнях около 12 м они переходят в степные комплексы остаточно-солонцеватых темно-каштановых почв, которые незаметно переходят в остаточно-солонцеватые слабогумусированные южные черноземы, а в высокой степи - в южные слабогумусированные черноземы.

IV. Особенности водного режима почв степного Крыма

Изучение процессов засоления и рассоления возможно лишь при выявлении роли водного и солевого режима в этих процессах, при установлении зависимости между динамикой влажности, солевым режимом и грунтовыми водами.

Необходимость установления взаимосвязи между динамикой солей и влаги диктуется тем, что процессы миграции и аккумуляции солей протекают главным образом в водной среде, и без учета особенностей режима этой среды невозможно правильно объяснить процессы соленакопления и разработать мероприятия по их предупреждению.

Водный режим почв тесно связан с целым рядом внешних факторов, усиливающих или ослабляющих его колебания. К таким факторам относятся атмосферные осадки, грунтовые воды, воды рек, каналов и т. д.; они пополняют запас влаги в почве. Расход ее обусловлен другими факторами: испарением, транспирацией, подземным оттоком.

Вышеуказанные особенности климата степного Крыма (высокая среднегодовая температура воздуха, длительный безморозный период, неглубокое промерзание почв, оттепели в зимний период и т. д.) накладывают особый отпечаток на процессы водного и солевого режимов.

В то время, как в степной зоне Европейской части Союза в зимний период прекращается циркуляция почвенных растворов в большей части почвенного профиля, в Крыму движение их зачастую продолжается и зимой. Вследствие частой смены промерзания и оттаивания почвы, выпадающие атмосферные осадки (около 150-160 мм за зимне-весенний период) могут впитываться в почву и увлажнять ее до глубины от 20-50 до 100 см, а иногда и глубже. При неглубоком залегании уровня грунтовых вод инфильтрация атмосферных осадков вызывает подъем грунтовых вод. Так, по данным степной гидрогеологической режимной станции (Е. А. Ришес), максимальное повышение уровня грунтовых вод приходится на весенний и отчасти зимний периоды года. Расходование грунтовых вод на испарение, транспирацию и растекание влечет за собой снижение уровня воды, вследствие чего наиболее низкое положение их наблюдается в летний период и в начале осени. Амплитуда колебания уровня грунтовых вод достигает 0,29-1,06 м. Эта величина совпадает с данными наших наблюдений (0,2-1 м).

Грунтовые воды оказывают большое влияние на водный режим почв. В зависимости от того, находятся ли почвы в состоянии грунтового увлажнения или утратили связь с грунтовыми водами, процесс почвообразования идет в сторону засоления или рассоления.

Запасы влаги тесно связаны с уровнем залегания грунтовых вод. Так, при близких уровнях (150 см) запас влаги осенью 1951 г. в толще почвы слоем 0-100 см составляет 3683 м³/га, в то время как в другой почве с уровнем грунтовых вод в 800 см он равен всего 1895 м³/га. Естественно, и водно-солевой режим этих почв будет различным.

Один из элементов, определяющих режим - расходование влаги, - зависит прежде всего от испарения с самой поверхности почвы. Интенсивность испарения определяется температурой, влажностью воздуха и почвы, силой ветра, густотой стояния растительности, рельефом местности, степенью структурности почвы и уровнем залегания грунтовых вод.

Известно, что испарение усиливается при более близком залегании грунтовых вод, бесструктурности почв, оголенности от растений, высокой температуре и сильном ветре. Наибольшее

испарение наблюдается с водной поверхности, и в степной зоне оно обычно достигает 1000 мм. Почвам, не связанным с близким уровнем грунтовых вод, свойственно невысокое испарение, для условий степного Крыма равное примерно 400 мм.

Однако, в случае близкого залегания грунтовых вод, величина испарения будет приближаться и даже превышать испарение с водной поверхности и, следовательно, будет иметь место концентрация солей в толще почвы.

Поэтому очень существенно было выявить различия в водном режиме почв, которые определяют характер динамики солей.

Стационарные исследования, проводившиеся в течение 1951-1953 гг., позволили установить, что почвенный покров степного Крыма, в зависимости от глубины залегания грунтовых вод, испытывает на своем протяжении различный водный и солевой режим.

В наименее дренированной части Присивашья, где грунтовые воды залегают на глубине до 1,5 (2) метров, почвы испытывают капиллярно-грунтовое увлажнение². С удалением от берегов Сиваша дренированность усиливается, грунтовые воды опускаются с 1,5 (2) до 8 метров, капиллярно-грунтовый тип режима влажности сменяется пленочно-капиллярным типом. С дальнейшим удалением от берегов Сиваша на юг и снижением уровня грунтовых вод на большую глубину (ниже 8 метров) устанавливается элювиальный тип режима влажности.

Рассмотрим особенности водного режима крымских почв разных типов увлажнения.

Режим влажности почвы капиллярно-грунтового увлажнения

Вдоль побережья Сиваша, где грунтовые воды залегают не ниже 150 (200) см, расположены почвы, испытывающие капиллярно-грунтовое увлажнение. Примером такой почвы может служить приморский солончак, расположенный на территории совхоза «Молодая Гвардия» (р. 121).

Как показали наблюдения (табл. 4), зимой и ранней весной весь почвенный профиль, начиная от самой поверхности и до уровня грунтовых вод, находится в состоянии капиллярного насыщения. Последнее хорошо иллюстрируется на рисунке 1 по

² Терминология типов увлажнения и солевого режима В.А. Ковды.

интервалу между естественной влажностью и максимальной молекулярной влагоемкостью.

Абсолютный запас влаги в метровой толще равен 3389 м³/га в 1952 году и 3348 м³/га в 1953 году.

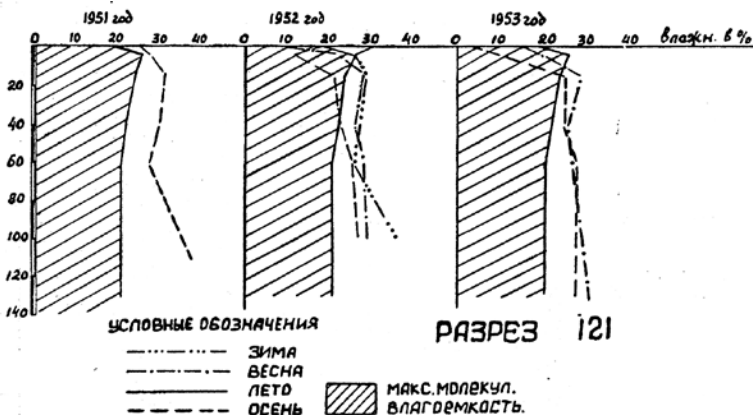
С наступлением теплого периода и расходом влаги на испарение уровень грунтовых вод снижается и в верхних горизонтах почвы влажность падает до 9-4%. Поскольку просыхание в таких почвах не идет глубже 10-12 см, то нижняя часть профиля находится постоянно в пределах влияния капиллярной каймы, восходящей от грунтовых вод. Запас влаги к концу лета уменьшается до 2866 м³/га в 1952 г. и 3085 м³/га в 1953 году.

Таблица 4
Динамика влажности почв капиллярно-грунтового увлажнения

Почва	Глубина в см	Влажность в процентах					
		1951 г. XI	1952 г. II	1952 г. IV	1952 г. IX	1953 г. IV	1953 г. IX
Р. 121	0— 4	25,49	29,69	9,35	17,42	15,97	4,00
Приморский солончак	4— 12	27,48	26,04	21,83	11,49	19,15	9,15
	15— 25	31,09	28,48	28,29	20,98	28,28	25,10
	40— 50	29,72	26,91	26,24	22,22	25,24	24,85
	60— 70	27,53	25,75	27,88	25,01	—	27,64
Грунтовая вода 150 см 21/VII 1951 года	110—120	27,28	35,23	28,71	26,15	—	—
Запас влаги в слое 0—100 см в м ³ /га		3683	3431	3389	2866	3348	3085

Аналитик А.Д. Илев

Если исходить из фактических запасов влаги в почве (поскольку специально балансом влаги автор не занимался) и принять разность между весенним и осенним запасом влаги как известный показатель расхода на испарение и транспирацию, то эта величина составит в 1952 г. 523 м³/га, в 1953 году - 263 м³/га, а в среднем за два года около 400 м³/га.



**Рис 1. Динамика влажности приморского солончака.
Разрез 121. Капиллярно-грунтовое увлажнение.**

Поскольку за эти периоды уровень грунтовых вод понижался в среднем за два года на 1 метр, то при коэффициенте водоотдачи, равном 8%, потеря воды на испарение увеличивается еще на $800 \text{ м}^3/\text{га}$. Всего за вегетационный период испаряется примерно $400 + 800 = 1200 \text{ м}^3/\text{га}$.

Этот приближенный расчет показывает, что испарение такого большого количества минерализованной воды обуславливает высокое накопление солей в почвах.

Таким образом, для почв этого типа влажности характерно преобладающее в течение года увлажнение всего профиля почвы капиллярными растворами, поднимающимися снизу от грунтовых вод. Влияние атмосферного увлажнения и соответствующее ему выщелачивание солей проявляется здесь не так значительно, как грунтовое увлажнение.

Режим влажности почв пленочно-капиллярного увлажнения

Режим влажности этих почв определяется воздействием атмосферных осадков сверху и увлажнением снизу за счет притока влаги от грунтовых вод.

Сезонный профиль влажности этих почв (солонец, р. 117; темно-каштановая солонцеватая почва, р. 119) составляется из следующих элементов.

1. Зона элювиального увлажнения и поверхностного испарения. Для нее характерны значительные амплитуды колебания влаги, обуславливаемые выпадением осадков и их испарением.

В период наибольшего просыхания почвы (лето - осень) глубина этой зоны протягивается от поверхности до 55 см в солонцах и 85-100 см в темно-каштановых почвах (табл. 5). Наибольшая влажность приходится на зимний период, когда она достигает в верхних горизонтах 26-30, а на глубине 40-50 см 22-25%.

В летний период и в начале осени, в связи с просыханием, влажность падает в верхних горизонтах до 11-13%, а иногда и ниже (5%).

Эта часть профиля почвы является зоной динамики капиллярно-подвешенной влаги.

2. Зона внутриводочного испарения восходящих пленочно-капиллярных растворов хорошо определяется в летне-осенний сухой период. Она протягивается от 55 см в солонцах и от 85-100 см в темно-каштановых почвах до 150 см и совпадает в солонцах с соленосным подсолонцовым горизонтом остаточного и современного засоления. Влажность почвы изменяется не так резко и в зависимости от сезона года колеблется от 17 до 20% летом, а зимой и весной, когда в этой части профиля происходит смыкание капиллярно-подвешенной и капиллярно-подпертой воды, повышается до 22%. Максимальная молекулярная влагоемкость ее равна 17-19%.

Таблица 5

Динамика влажности почв пленочно-капиллярного
грунтового увлажнения

Почва	Глубина в см	Влажность в процентах							
		1951 г. VII	1951 г. XI	1952 г. II	1952 г. IV	1952 г. IX	1953 г. IV	1953 г. IX	
Р. 117	0—10	2,67	33,12	32,66	17,99	11,80	19,08	13,05	
	20—30	31,97	26,73	30,34	25,09	21,39	25,36	20,80	
	Лугово-степной солонец	45—55	21,34	21,00	22,26	21,03	15,85	23,74	22,20
		60—70	18,73	19,80	21,40	20,41	17,30	21,23	—
	Грунтовая вода 480 см 18.VIII 1951	70—80	19,75	20,04	21,54	21,02	18,91	21,48	20,30
		80—90	18,84	19,65	22,05	20,73	19,03	21,08	20,20
		160—170	22,01	21,73	22,43	22,51	20,51	22,22	—
		180—190	21,24	21,52	22,90	23,24	19,81	21,48	15,10
		240—250	20,66	21,53	21,39	21,49	20,27	—	—
		280—290	22,29	23,50	24,48	23,16	23,37	—	—
340—350		23,93	24,65	24,21	24,24	22,14	—	—	
390—400		24,62	25,41	24,18	25,86	25,99	—	—	
440—450	23,92	24,87	25,69	28,94	27,49	—	—		
470—480	30,06	—	—	—	—	—	—		
Р. 119	0—10	5,53	23,00	30,68	19,07	14,22	20,32	3,19	
	25—35	23,01	22,54	26,42	21,36	20,70	24,24	—	
	Лугово-степная темно-каштановая солонцеватая почва	37—47	21,51	22,48	25,42	20,00	16,01	23,67	23,90
		55—65	17,24	19,94	22,77	16,90	13,29	21,15	20,00
	Грунтовая вода 470 см 18/VII 1951	85—95	19,46	19,74	21,27	21,61	13,45	20,36	19,15
		140—150	21,09	22,34	19,94	22,30	21,30	20,85	22,00
		190—200	21,46	22,54	20,31	21,98	21,34	20,49	22,40
		240—250	22,81	23,83	23,85	23,35	23,67	—	—
		290—300	20,68	24,34	22,09	23,25	21,67	—	—
		340—350	19,95	23,63	25,07	23,86	22,62	—	—
390—400		21,64	23,12	25,13	22,22	24,29	—	—	
440—450		26,08	28,51	25,08	27,62	27,69	—	—	

Аналитик А.Д. Ивлев.

Влияние атмосферных осадков на эту часть почвенного профиля ослабляется, хотя оно и имеет место, причем оно зависит от степени выраженности солонцеватого горизонта, препятствующего продвижению нисходящего тока влаги вниз. Поэтому в солонцах верхняя зона элювиального увлажнения имеет меньшее распространение вглубь, чем в темно-каштановых почвах, а следующая за ней зона внутрипочвенного испарения начинается выше по профилю.

3. Зона пленочно-капиллярного восходящего увлажнения расположена начиная от 150 см вниз до грунтовой воды. Влажность в верхней ее части более постоянна и равна 20-21%, а ниже над грунтовой водой возрастает до 24-26%, при максимальной молекулярной влагоемкости, равной 17-19%.

Для динамики влажности этого типа характерно увлажнение почвенного профиля сверху и медленное нисходящее движение растворов в осенне-зимний период. Вместе с тем увлажнение снизу, вызываемое сезонным подъемом уровня грунтовых вод в периоды ослабления или отсутствия испарения.

Благодаря такому двухстороннему току влаги в осенне-зимний период происходит смыкание нисходящих и восходящих растворов, сброс влаги и небольшой (на 10-20 см) подъем уровня грунтовых вод.

Летом идет просыхание почвенного профиля, более резко выраженное в верхней части почвы (до 55-100 см). Оно сопровождается отрывом верхних горизонтов от пленочно-капиллярных вод, поднимающихся снизу.

Таким образом, в почве происходит то рассоление, вызываемое атмосферными осадками и движением влаги вниз, то засоление растворами, поднимающимися снизу. Это приводит к накоплению под солонцеватым горизонтом солевых новообразований.

В тех почвах, где солонцеватый горизонт почти не выражен, например, в лугово-каштановой осолоделой почве (р. 139), профиль влажности более простой и состоит из 2-х зон: элювиального увлажнения и пленочно-капиллярного восходящего увлажнения (табл. 6).

Зона элювиального увлажнения простирается до 80-100 см. В зимнее время влажность верхних горизонтов достигает 26-28%, а в нижней части снижается до 15-16%. В период лета

здесь происходит более глубокое просыхание, чем в солонцах, охватывающее почву до глубины 80-100 см, влажность в этот период снижается до 8-13%.

Зона пленочно-капиллярного восходящего увлажнения расположена с глубины 100 см до грунтовой воды (400 см). Влажность здесь равна 19-20%, повышается с приближением к грунтовой воде. Западинный рельеф таких почв способствует значительному скоплению влаги на поверхности и усиленному выщелачиванию солей из профиля почвы.

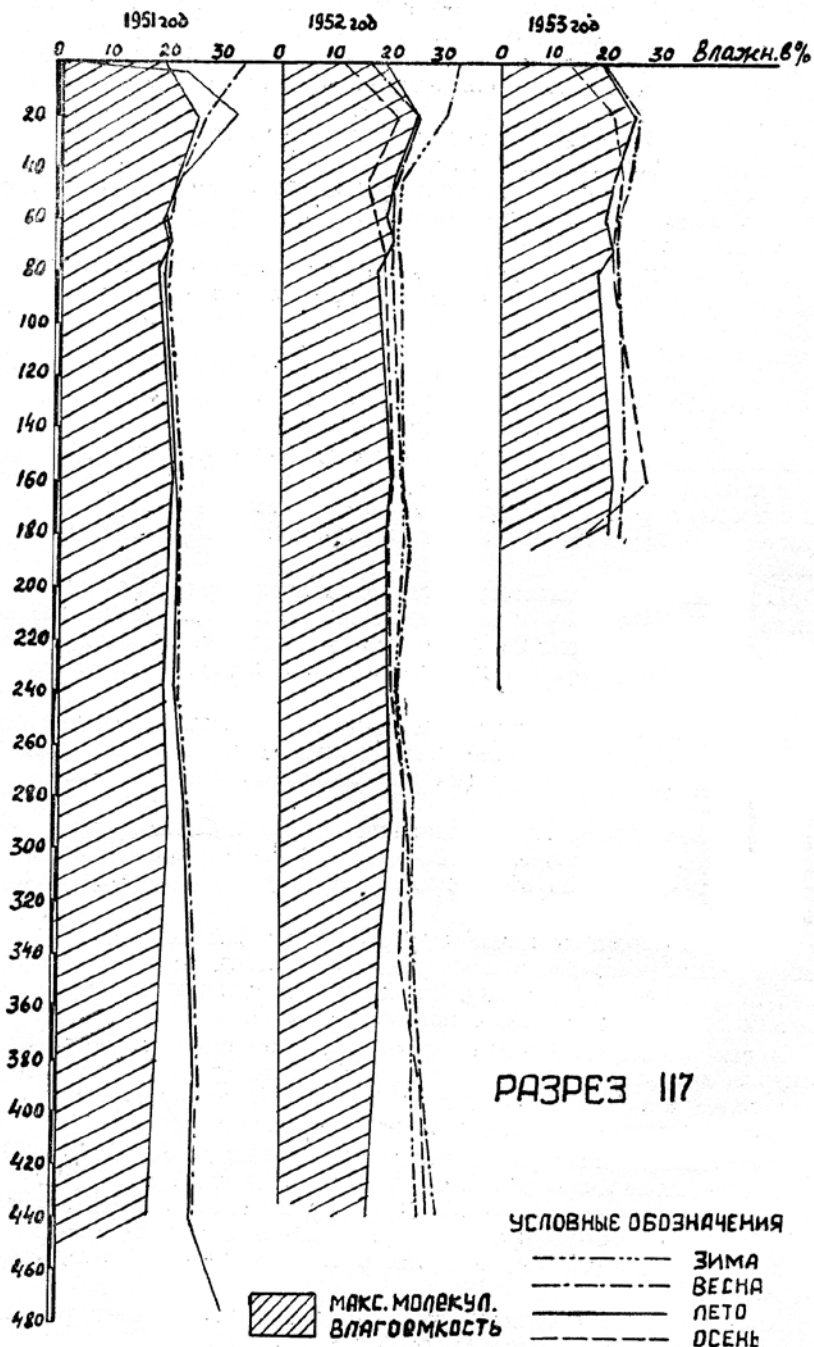


Рис. 2. Динамика влажности лугово-степного солонца. Разрез 117. Пленочно-капиллярное увлажнение

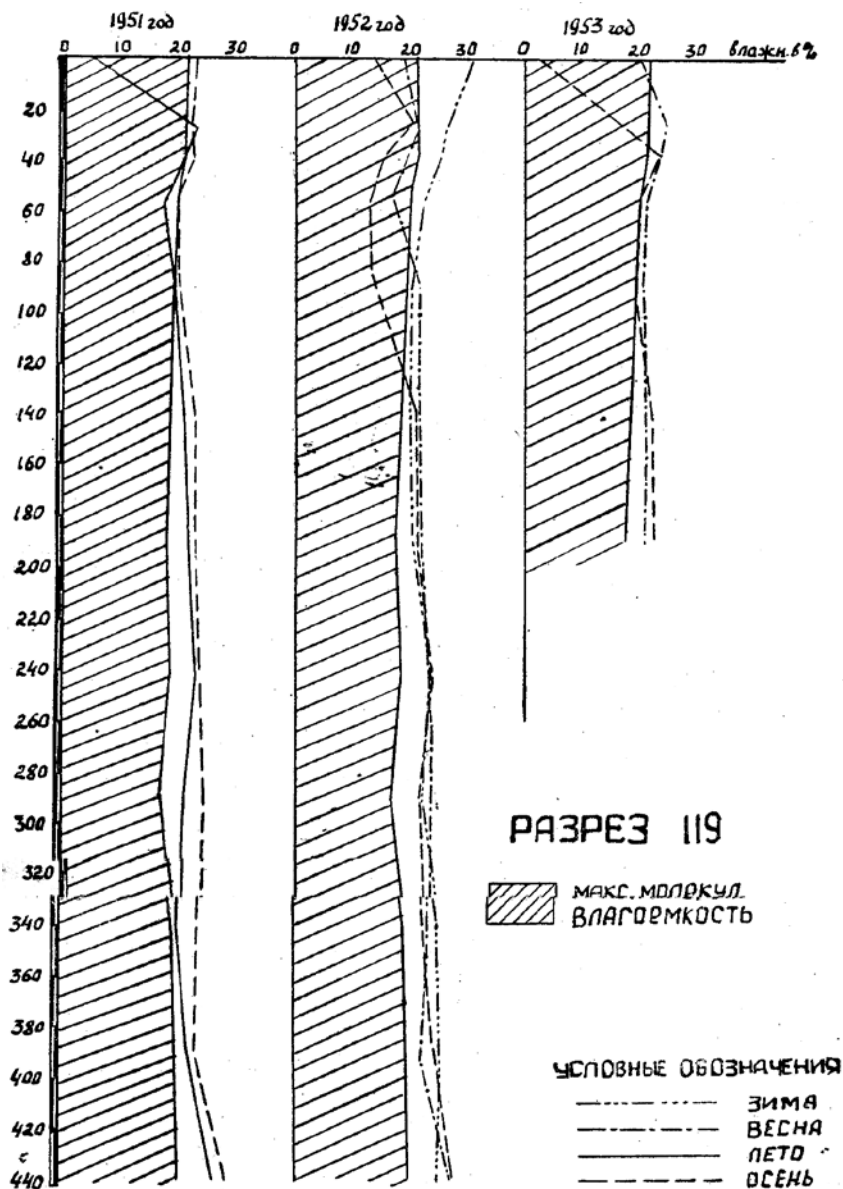


Рис. 3. Динамика влажности лугово-степной темно-каштановой солонцеватой почвы. Разрез 119. Пленочно-капиллярное увлажнение

Таблица 6

Динамика влажности почвы

Почва	Глубина в см	Влажность в процентах						
		1951 г. VII	1951 г. XI	1952 г. II	1952 г. IV	1952 г. IX	1953 г. IV	1953 г. IX
Р. 139	0 — 6	8,17	21,25	28,17	20,49	8,55	17,31	3,43
	6 — 12	10,55	10,95	26,07	22,75	9,03	20,09	8,93
Лугово-каштановая осолодедая почва	16 — 26	12,79	13,45	24,94	25,08	10,78	22,71	8,60
	32 — 42	13,16	14,41	23,50	24,57	13,01	29,37	12,60
	45 — 55	13,14	14,86	15,32	—	13,58	24,49	12,74
Грунтовая вода 420 см 2/VII 1951	58 — 68	12,11	15,51	16,29	24,48	13,91	23,54	12,89
	75 — 85	14,44	19,30	20,65	22,21	15,13	23,73	13,87
	95 — 105	19,36	21,22	20,86	20,79	19,59	22,25	19,32
	120—130	23,12	22,79	20,66	20,79	20,90	23,06	21,40
	180—190	20,57	25,29	19,62	20,25	25,59	20,15	18,39
	240—250	19,72	21,43	18,84	19,16	22,75	—	—
	290—300	17,76	17,84	17,78	18,35	19,86	—	—
	340—350	19,74	20,56	22,34	20,41	20,38	—	—
	390—400	27,90	28,00	30,15	28,32	23,20	—	—

Аналитик А. Д. Ивлев.

Режим влажности почве элювиального увлажнения

Элювиальный тип режима влажности характерен для большей части зоны орошения, имеющей уровень грунтовых вод глубже 8 м. Профиль влажности таких почв состоит из следующих зон (табл. 7).

Зона элювиального увлажнения и поверхностного испарения располагается сверху до глубины 140-200 см. Здесь происходит заметное изменение влажности, обязанное влиянию атмосферных осадков и последующему иссушению.

Наибольшие колебания количества влаги происходят в верхней части этой зоны. В солонцах и сильносолонцеватых почвах, где солонцеватый горизонт препятствует движущемуся вниз току влаги, глубина резкого колебания влаги охватывает верхние 40-45 см, в темно-каштановых почвах она увеличивается до 80-100 см.

Зона постоянной влажности протягивается от 200-250 до 450 см. Здесь на протяжении разных сезонов года сохраняется одна и та же величина - 15-17%. Такое постоянство может быть вызвано прекращением на этой глубине нисходящего движения атмосферных осадков, иссушением корнями растений, отсутствием грунтового подпитывания, и по своему характеру этот горизонт породы возможно отнести к «мертвому» горизонту Высоцкого.

Глубже 450 см, до 700-750 см протягивается зона пленочно-капиллярного увлажнения. Она характеризуется более высокой величиной влаги (18-22%). Ниже она сменяется зоной капиллярно-

грунтового увлажнения, простирающейся вплоть до уровня грунтовой воды. Влажность ее достигает 20-24%.

В зависимости от глубины залегания грунтовых вод, находящихся в степных почвогрунтах от 8 до 70 *метров* и глубже, глубины распространения зон могут изменяться, но общий характер смены их сохраняется.

Таким образом, для этого типа увлажнения свойственно отсутствие непосредственного влияния капиллярно-грунтового увлажнения на почвенный профиль, наличие зоны с пониженной влажностью, которая как бы изолирует выше- и нижележащие горизонты, капиллярно-подвешенный характер влаги в верхних горизонтах, медленное нисходящее движение этой влаги. Все эти факторы действуют на почвенный профиль в направлении выноса легкорастворимых соединений из почвы и рассоления.

Таблица 7

Динамика влажности почв элювиального увлажнения
(Разрезы 128, 129)

Почва	Глубина в см	Влажность в процентах					
		1951 г. VII	1951 г. XI	1952 г. IV	1952 г. IX	1953 г. IV	1953 г. IX
Р. 128 Степной солонец	0 — 10	4,80	19,37	21,64	6,52	14,25	6,26
	18 — 30	13,95	15,38	27,82	10,72	23,49	15,95
	30 — 44	11,26	15,42	22,46	12,14	24,85	17,99
	44 — 55	12,92	13,38	14,28	12,40	23,84	16,92
	65 — 75	12,79	12,90	13,82	15,75	19,74	14,40
	105 — 115	13,55	13,41	15,17	14,86	16,49	16,50
	190 — 200	15,76	17,41	16,53	16,52	16,91	13,82
	240 — 250	15,86	16,53	17,38	15,98		
	290 — 300	14,98	15,66	15,79	14,92		
	340 — 350	14,75	15,64	16,11	15,00		
	390 — 400	15,39	15,60	16,50	16,77		
	440 — 450	15,04	17,82	17,26	17,00		
	490 — 500	16,72	19,57	18,16	17,90		
	540 — 550	17,01	19,12	18,68	17,10		
	590 — 600	18,38	19,97	—	19,54		
	640 — 650	18,38	19,90	20,79	21,05		
	690 — 700	21,52	21,72	22,43	20,12		
740 — 750	19,38	22,11	21,17	21,35			
790 — 800	21,71	24,70	24,00	24,74			
840 — 850	30,88	24,52	24,19	23,73			
890 — 900	23,22	23,32	24,17	22,56			
940 — 950	27,13	25,75	23,75	23,43			
990 — 1000	23,33	23,13	23,73	22,74			
1040 — 1050	22,26	23,26	22,79	25,08			
1090 — 1100	22,17	—	23,65	—			
Р. 129 Темно-каштановая слабо- солонцеватая почва	0 — 10	9,80	10,17	23,29	16,48	16,39	3,80
	15 — 25	12,72	15,06	23,79	15,19	22,10	17,40
	30 — 40	13,56	14,37	23,63	16,63	23,06	21,40
	43 — 54	13,17	12,26	22,47	—	22,98	17,45
	60 — 70	12,23	11,92	14,01	14,94	21,29	13,58
	115 — 125	12,80	12,87	14,18	13,49	20,81	17,59
	170 — 180	12,07	13,24	13,90	13,10	15,07	17,40
	210 — 220	15,23	16,69	15,14	12,89	13,97	17,05
	290 — 300	15,74	16,45	15,42	13,12		
	340 — 350	15,76	16,58	16,04	13,86		
	390 — 400	15,85	19,19	18,99	17,56		
	440 — 450	15,95	20,36	19,23	18,68		
	490 — 500	19,48	20,39	18,98	18,51		
	540 — 550	—	21,60	18,76	18,67		
	590 — 600	19,81	20,46	18,91	18,44		
	640 — 650	19,36	20,26	19,58	19,99		
	690 — 700	19,63	20,09	20,10	20,64		
	750 — 760	20,61	21,40	21,79	22,35		
	790 — 800	21,39	22,68	22,94	22,83		
	840 — 850	21,85	23,97	21,29	21,16		
890 — 900	22,09	25,34	23,42	23,94			
940 — 950	25,18	27,99	25,26	25,42			
990 — 1000	25,49	24,19	24,88	25,89			
1040 — 1050	21,96	24,55	26,71	23,90			
1070 — 1080	27,66	—	—	—			

Аналитик А. Д. Ивлев.

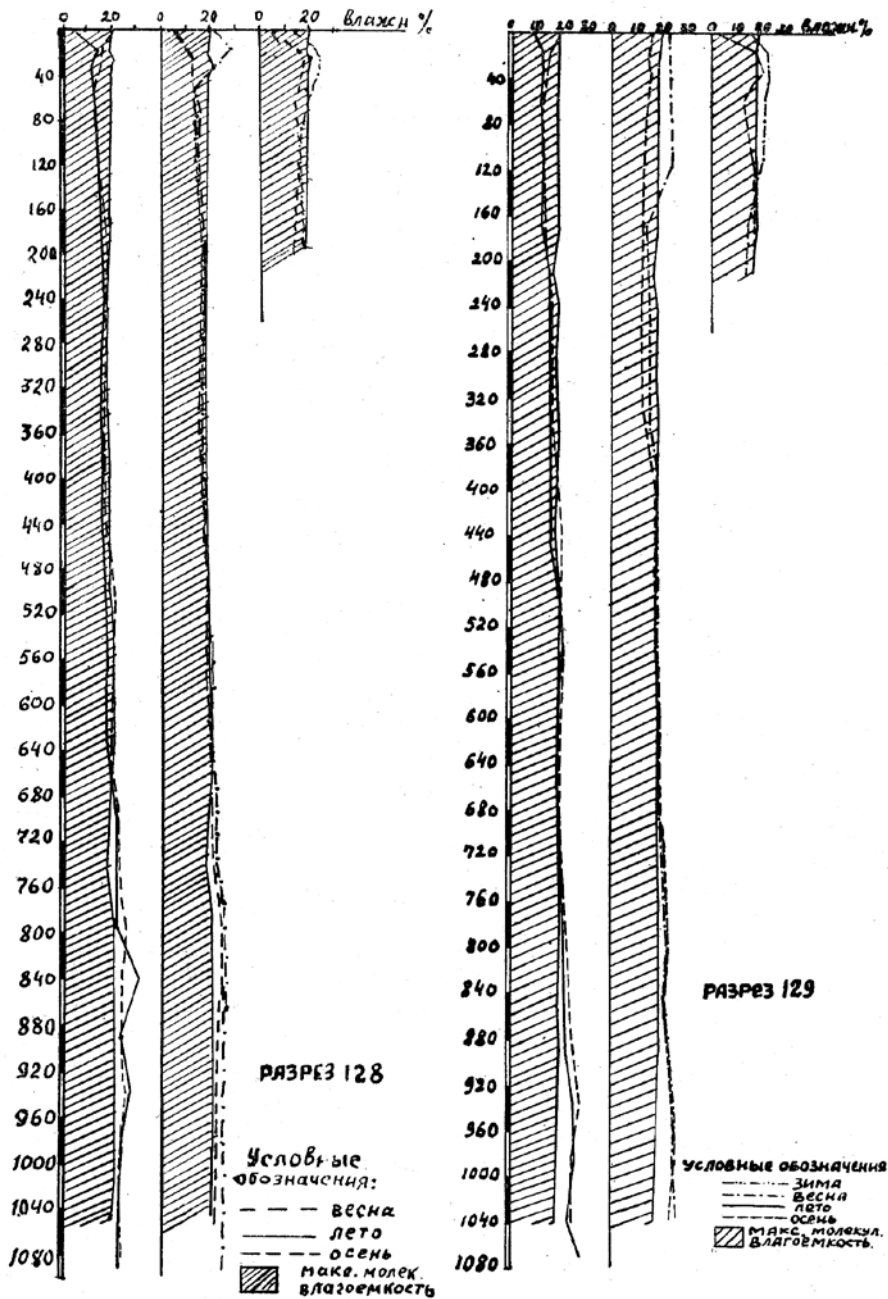


Рис. 4. Динамика влажности степного солонца.

Разрез 128. Элювиальное увлажнение.

Рис. 5 Динамика влажности темно-каштановой слабосолонцеватой почвы. Разрез 129. Элювиальное увлажнение.

Таким образом, нами установлено, что в степном Крыму в зависимости от уровня залегания грунтовых вод создается различный водный режим: капиллярно-грунтового, пленочно-капиллярного грунтового и элювиального увлажнения. Это различие водного режима определяет целый ряд особенностей процесса засоления-рассоления почв, учет которых необходим при организации орошаемого земледелия.

V. Современные процессы соленакопления в почвах степного Крыма

Процессы передвижения и накопления солей в почвах определяются характером водного режима. Современным водным режимом хорошо объясняется засоление почв самых низких прибрежных территорий и рассоление высоких. Однако засоление реликтовое современным водным режимом объяснить нельзя, для этого необходимо знать палео-гидрогеологическую обстановку древнего периода.

Известно, что на протяжении четвертичного периода область Причерноморья испытывала неоднократные эпейрогенические движения положительного и отрицательного знаков. В периоды оледенения Русской платформы в области Причерноморья происходили поднятия материка, сопровождавшиеся регрессией моря, а одновременно с этим увеличивался приток пресных вод и снижалось испарение, вследствие чего морской бассейн опреснялся (Н.А. Андрусов, 1929, А.Д. Архангельский и Н.М. Страхов, 1932). Гидрографическая сеть была многочисленной и деятельность ее в этот период усиливалась (П.И. Луцкий, 1929).

Надо полагать, что в этот период зона Присивашья являлась зоной транзита солей, а не аккумуляции, и водно-солевой режим был направлен в сторону рассоления.

Наоборот, в межледниковые эпохи, когда происходило опускание суши, и морской бассейн трансгрессивно надвигался, деятельность гидрографической сети ослабевала, а вместе с тем ослаблялся транзит солей и усиливалась их аккумуляция. Это могло способствовать усилению процессов соленакопления в межледниковые периоды. Следы подобных изменений обнаруживаются в солевом составе континентальных лессовидных глин, где гипс распределен ярусами по всей их толще.

В связи с тем, что засоленность глин и особенно ярусность залегания гипса является следствием различного стояния уровня грунтовых вод в разные геологические эпохи мы попыта-

лись определить границу такого влияния с точки зрения ближайшего к нам периода - новочетвертичной эпохи (А.В. Новикова, 1959). Для этого использовали карту четвертичных отложений, составленную Южной гидрогеологической экспедицией.

Граница распространения лагунно-морских отложений принята условно за береговую линию Сивашской палеолагуны. Полагая, что для накопления толщи лагунно-морских осадков слоем в 15-20 м должен был существовать постоянный слой воды около 1 м (как это имеет место в настоящий период), а также учитывая, что высота капиллярного увлажнения не превышает 3 м, мы выделили область максимального подпора грунтовыми водами, в которой почвы испытывали капиллярно-грунтовое увлажнение, отступив от лагунно-морских отложений на 4 м, до абсолютных отметок 6 м.

На 6-8 метров выше этой первой зоны была выделена вторая зона более ослабленного подпора, с пленочно-капиллярным грунтовым увлажнением почв. Южная граница ее проходила по абсолютной отметке около 13-15 м. Более высокая территория Присивашья в этот период не испытывала влияния грунтовых вод на почвы, здесь устанавливался элювиальный тип водного режима почв.

Эта попытка восстановить палеогидрогеологическую обстановку в конце новочетвертичной и начале современной эпохи, однако, не может объяснить наличия засоления пород и почв территорий, залегающих выше 15 м. Как было автором ранее отмечено (1959), по-видимому, нужно было бы иметь дополнительные данные о распространении сред-нечетвертичных отложений. Известно, что в среднечетвертичную эпоху произошло более сильное опускание суши, чем в рассматриваемую новочетвертичную эпоху. Видимо, береговая линия палеолагуны простиралась в среднечетвертичное время дальше на юг, и зона подпора грунтовых вод и былого засоления почв охватывала значительно большую территорию степного Крыма. Вопрос о южной границе подпора грунтовыми водами нуждается в дальнейшем разрешении.

Исходя из представлений о значительно большем распространении процессов засоления в отдаленные эпохи четвертичного периода (среднечетвертичная, конец новочетвертичной эпохи), а также учитывая фактический материал по водно-солевому режиму и солевому составу почв, автор считает возможным выделить следующие области почв по стадиям соле-накопления и районы по интенсивности процессов засоления-рассоления:

1. Область почв современного засоления (гидроморфные почвы).

а) Район почв интенсивного засоления.

б) Район почв ослабленного засоления с слабо выраженным рассолоением.

2. Область современного рассоления почв с остаточным современным ослабленным засолением (гидроморфные и полугидроморфные почвы).

а) Район начального рассоления почв.

б) Район хорошо выраженного рассоления почв.

3. Область современного рассоления почв (автоморфные почвы).

а) Район глубокого рассоления почв с остаточным засолением и солонцеватостью.

б) Район глубокого современного и древнего рассоления почв.

4. Область почв современного опреснения, не испытавших засоления в древний период (автоморфные и гидроморфные почвы).

а) Район опреснения почв на плотных породах (Тарханкутского плато).

б) Район опреснения почв на рыхлых (аллювиальных и др.) отложениях.

В последующем изложении автор пользуется терминологией почв, принятой при составлении почвенной карты зоны орошения степного Крыма, составленной под редакцией В.П. Гусева. Как уже было сказано, на карте выделены луговые комплексы с грунтовыми водами не глубже 3-х *метров*, лугово-степные с залеганием грунтовых вод от 3 до 8 м и степные с грунтовыми водами глубже 8 м.

По глубине залегания солевого горизонта было принято следующее подразделение. При залегании солевого горизонта на глубине: 0-5 *см* - солончаки, 5-30 *см* - солончаковые почвы, 30-70 *см* - солончаковатые, 70-100 *см* глубокосолончаковатые, 100-150 *см* глубокозасоленные, 150-200 *см* очень глубоко засоленные, глубже 200 *см* не засоленные.

1. Область почв современного засоления (гидроморфные почвы)

а) Район почв интенсивного засоления

Солевой режим - сезонно-необратимого засоления.

Приморский солончак

Развитие почв современного соленакопления приурочено непосредственно к береговому поясу Сиваша и Каркинитского залива и связано в основном с испарением сильноминерализованных грунтовых вод сульфатно-хлоридного засоления. Почвы эти обычно приурочены к усыхающим заливам Сиваша, («засухам»), прибрежным низменным территориям, морским террасам.

Грунтовые воды под ними максимально минерализованы и зачастую относятся к классу рассолов.

Наиболее типичными представителями таких почв являются солончаки приморские, формирующиеся по днищам заливов Сиваша, на морской террасе Каркинитского залива и др. прибрежных территориях. Растительность на таких солончаках или отсутствует (корковые солончаки) или представлена солянками: саликорнией, сведой и др.

Примером приморского (коркового) солончака является разрез 121, заложенный в восточном Присивашье на землепользовании совхоза «Молодая гвардия», в 1 км на северо-запад от хут. Амур.

Вскипание от соляной кислоты обнаруживается с глубины 32 см, сульфаты - с 15 см, хлориды с поверхности в солевой корке и по всему профилю.

She 0-4 см Тонкая корочка солей, ниже темно-бурый, слоистый, рыхлый, тяжелосуглинистый, не вскипает, переход постепенный.

Jhs 4-13 см Коричневато-бурый, ясно-зернистый, влажный, тяжелосуглинистый, пылеватый, рыхлый, переход постепенный.

ihs 13-33 см Темно-бурый, зернистокомковатый, легкосуглинистый, пылеватый, влажный, пестрый от тонких прожилок солей хлоридов и сульфатов, переход ясный.

ipks 34-57 см Светло-бурый, неоднородный от прожилок сульфатов и ходов землероев, комковатый, сырой.

Pqjks 58-120 см Желто-бурый с прожилками сульфатов, которые становятся здесь более толстыми; мокрый, со 120 см появляется грунтовая вода.

Грунтовые воды в наиболее сухой период года залегают на глубине 140-150 см и содержат 34 г/л солей хлоридно-натриевого-магниевого типа.

Как показывают данные анализа (табл. 8), в верхних горизонтах почвы содержится заметное количество (до 2%) гумуса.

Хорошая морфологическая выраженность комковато-зернистой структуры на некоторой глубине от поверхности почвы и повышенное для солончака содержание гумуса свидетельствует о том, что почва ранее прошла дерновую стадию почвообразования. Вместе с тем, почвенный профиль несет следы бывшего осолонцевания, о чем можно судить по данным механического анализа, в частности по возрастанию илистой фракции на глубине 15-25 см с 18,67 до 52,60%.

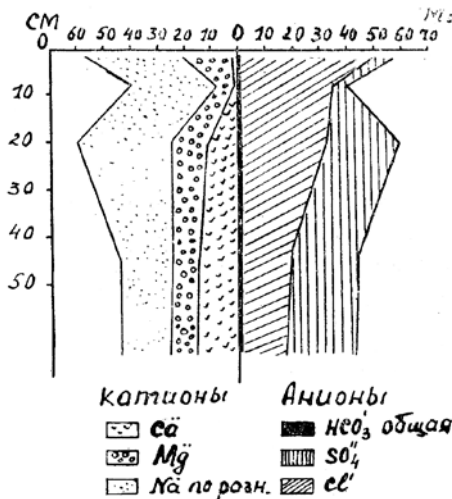
Таблица 8

Данные содержания гумуса (по Тюрину), карбонатов и механического анализа методом «пипетки» (в % от сухого веса почвы) в приморском солончаке (Разрез 121)

Глубина в см	Гумус по Тюрину	CaCO ₃	Потеря от обработки 0,05-н. HCl	Фракции в мм						
				1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	<0,001	Сумма <0,01
0-4	2,04	Следы	1,42	0,66	7,10	55,50	5,51	12,56	18,67	36,74
4-12	1,97	.	1,07	0,21	7,26	33,10	4,62	8,98	45,83	59,43
15-25	1,51	.	4,19	0,09	—	33,87	5,06	8,38	52,60	66,04
60-70	0,45	11,74	17,69	0,11	0,47	34,40	10,04	15,31	39,67	65,02

Аналитик В. А. Хасапова.

В солевом профиле солончака в летне-осенний период 1951 года наблюдалось два максимума солей: на поверхности 3,3% и на глубине 15-25 см - 3,7%; ниже по профилю количество их несколько уменьшалось - до 2,8% (таблица 9, рис. 6).



Подсчет вероятного состава солей в солончаке показывает, что в верхней части профиля, до 25 см, основное место в составе солей принадлежит NaCl - 53-65% и MgCl₂-17,9%. С глубины 40 см резко возрастает сульфатность за счет хлоридности, преобладает гипс CaSO₄-33% и MgSO₄-23%.

Солевой состав в почве претерпевает большие изменения в зависимости от сезонов года. Вы-

Рис. 6. Солевой профиль приморского солончака. Разрез 121. Совхоз «Молодая гвардия» Азовского района

павшие в зимне-весенний период атмосферные осадки в количестве 132 мм (данные станции Нижнегорск) растворили часть солей и промыли их вглубь почвы. Вместе с тем они пополнили запас грунтовых вод, вызвав подъем их уровня на 80 см (в 1952-1953 гг. на 1 м). Максимальный подъем уровня наблюдался в марте, когда грунтовые воды находились на глубине 45 см, в апреле начался спад и они снизились до 92 см.

Таблица 9
 Данные анализа водных вытяжек из образцов приморского солончака
 (Разрез 121. 18.VII 1951 года)

Глубина в см	Плотный остаток в %	Щелочность				Cl ⁻		SO ₄ ²⁻		Ca ²⁺		Mg ²⁺		Na ⁺ по разн.	
		От норм. карбонатов		Общая в HCO ₃ [']		Mг-экв.	Mг-экв.	Mг-экв.	Mг-экв.	Mг-экв.	Mг-экв.	Mг-экв.	Mг-экв.	Mг-экв.	Mг-экв.
		проц.	Mг-экв.	проц.	Mг-экв.										
0—4	3,380	нет	0,032	0,52	1,735	48,87	0,378	7,87	0,039	1,95	0,224	18,67	0,843	36,64	
4—12	2,530	.	0,049	0,80	1,229	34,14	0,300	6,25	0,022	1,10	0,091	7,58	0,723	31,51	
15—25	3,793	.	0,030	0,49	1,192	33,11	1,249	26,02	0,229	11,45	0,171	14,25	0,780	33,92	
40—50	2,890	.	0,034	0,56	0,659	18,31	1,214	25,29	0,295	14,75	0,125	10,42	0,438	18,99	
60—70	2,835	.	0,026	0,42	0,589	16,36	1,270	26,46	0,318	15,90	0,128	10,67	0,383	16,67	
Грунтовая вода 120 см в з/з	32,981	.	0,298	4,88	17,104	475,11	4,304	86,67	1,327	66,35	1,781	148,41	8,163	334,90	

Вероятный состав солей в приморском солончаке (в процентах)

Глубина в см	NaCl	Na ₂ SO ₄	NaHCO ₃	MgCl ₂	MgSO ₄	Mg(HCO ₃) ₂	CaSO ₄	CaCl ₂	CaCO ₃	Ca(HCO ₃) ₂
0—4	65,90	—	—	17,91	11,89	—	—	—	—	1,29
15—25	53,57	1,57	—	—	23,43	—	3,01	—	—	1,08
40—50	39,93	1,78	—	—	23,61	—	33,01	—	—	1,67
Грунтовая вода	63,95	—	—	17,27	5,09	—	13,61	—	—	—

Аналитик Е. А. Архонтова.

В весеннем профиле почвы содержание солей в верхнем горизонте упало с 3,2 до 0,3%, на глубине 4-12 см с 2,4 до 0,99%. Максимум солей по плотному остатку оказался смещенным с поверхности на глубину 40 см. В составе солей произошли следующие изменения (табл. 11).

Резко уменьшилось содержание хлоридов по всему профилю, особенно в верхней части с передвижением максимума иона хлора на глубину 40 см. Роль сульфатов в верхней части профиля в целом относительно усилилась при некотором количественном снижении. Из катионов наиболее резкой миграции вниз подвергся натрий и отчасти магний.

Таблица 10
Осадки (в мм) за период 1951-1953 гг. по ст. Нижнегорск

Сроки	20.VII— 20.XI 1951	20.XI— 20.XII 1952	20.II— 20.IV 1952	20.IV— 1.XI 1952	1.IX— 1.IV 1953	1.IV— 1.IX 1953
Фактически по сезонам	106	97	35	248	213	217
Среднегоголетние	181	183	64	249	257	262

В весеннем составе грунтовых вод наметилось опреснение с 33 г/л до 29 г/л, при слабом уменьшении хлоридов натрия и магния и увеличении сульфатов кальция.

С наступлением высоких температур и расходом грунтовых вод на испарение начинается миграция солей вверх по капиллярам почвы и аккумуляция их в верхних горизонтах, где происходит выпадение солей в твердую фазу. К началу осени 1952 г. уровень грунтовых вод снижается на глубину 145 см. В почве резко возрастает содержание солей как в верхнем горизонте, так и по всему профилю, максимум устанавливается на глубине 15-25 см (табл. 12).

Процесс сезонного рассоления с последующим соленакоплением в почвах прослеживался и в 1953 г. (табл. 13 и 14).

В зависимости от особенностей элементов погоды в тот или иной год (количества осадков, температуры, ветра и т. д.) интенсивность засоления может значительно колебаться. Особенно это заметно по содержанию солей в верхнем горизонте, испыты-

вающем непосредственное и более сильное влияние атмосферных агентов, чем нижележащие горизонты. В 1951 г. в поверхностном горизонте 0-4 см содержалось более 3% солей. Зимне-весенними осадками они были выщелочены и в этом горизонте сохранилось 0,3%. За период сравнительно влажного лета 1952 г., отличавшегося от 1951 и 1953 гг. большим количеством осадков (272 мм), в верхнем горизонте к концу лета сконцентрировалось всего 0,7% солей. В 1953 г., когда за такой же период выпало меньше осадков (238 мм) и, следовательно, выщелачивание было более слабым, аккумуляция солей возросла до 2,4%.

Однако даже при различной интенсивности соленакопления в почвах преобладало сезонное засоление над рассолением. Коэффициент сезонной аккумуляции солей (отношение осеннего содержания к весеннему достигает больших величин. Так, для горизонта 0-4 см коэффициент САС составляет по хлору 20, по плотному остатку 9, по SO_4 6 (данные 1953 г.). Порядок величин 6-20 указывает на сезонно-необратимый характер засоления (В. А. Ковда, 1946).

Если сопоставить состав солей почвы (горизонт относительно постоянного соленакопления 40-50 см) с составом солей в грунтовой воде, то обнаруживается дифференциация солей между ними. В почве на глубине 40-50 см происходит накопление $CaSO_4$, $MgSO_4$, Na_2SO_4 , в то время в грунтовой воде - $NaCl$ и $MgCl_2$. Следовательно, в солончаках идет процесс сезонного засоления, который сопровождается накоплением более труднорастворимых соединений в профиле почвы и легкорастворимых солей в грунтовых водах.

Сезонная динамика солей в солончаках выражена очень резко, особенно хлоридов, запас которых достигает 80 т/га осенью и падает до 40-60 т/га весной.

Запас солей в метровой толще солончака равен 389,4 т/га, в двухметровом слое - 545 т/га (лето 1951 г.).

Среди солончаков приморских встречаются разновидности, в которых хорошо выражен солонцовый профиль. Такие солончаки Д.Г. Виленский называл реградированными или осолончакованными почвами (1924). Примером такого солонца - солончака хлоридного типа засоления может служить разрез 147-а, описанный вместе с В. А. Ковда в 1952 году.

Таблица 11
 Данные анализа водных вытяжек из образцов приморского солончака. Разрез 121 (18. IV 1952 г.)

Глубина в см	Плотный остаток в %	Водно- раствор. гумус в %	Щелочность			Cl'	SO ₄ '	Ca''	Mg''	Na' по разн.			
			Нормальн. карбонатов	Общая в HCO ₃ '						Mg-экв	Na-экв		
				проц.	Mg-экв.							проц.	
0 — 4	0,330	0,010	нет	0,03	0,49	0,098	2,04	0,005	0,25	0,008	0,68	0,109	4,77
4 — 12	0,993	0,010	*	0,023	0,38	0,141	2,93	0,082	4,10	0,065	5,42	0,186	5,93
15 — 25	1,756	0,002	*	0,015	0,21	0,384	10,97	0,172	8,64	0,051	4,28	0,339	14,53
40 — 50	2,386	0,002	*	0,013	0,21	0,790	22,57	—	—	—	—	—	—
110 — 120	1,125	—	*	0,030	0,49	0,377	7,85	—	—	—	—	—	—
Грунтовая вода в г/л с 92 см	29,0	—	*	0,324	5,30	4,356	90,76	1,456	72,80	1,425	118,73	7,022	304,89

Таблица 12
 Данные анализа водной вытяжки из образцов приморского солончака. Разрез 121 (2. IX 1952г.)

Глубина в см	Плотный остаток в %	Водно- раствор. гумус в %	Щелочность			Cl'	SO ₄ '	Ca''	Mg''	Na' по разн.			
			Нормальн. карбонатов	Общая в HCO ₃ '						Mg-экв	Na-экв		
				проц.	Mg-экв.							проц.	
0 — 4	0,740	0,013	нет	0,036	0,59	0,106	2,21	0,021	1,50	0,028	2,33	0,172	7,48
4 — 12	—	0,014	*	0,024	0,39	1,053	21,93	—	—	—	—	—	—
15 — 25	3,775	0,014	*	0,025	0,41	1,222	25,46	0,235	11,74	0,120	10,00	0,798	34,70
40 — 50	2,043	0,007	*	0,035	0,57	0,727	15,14	0,27	6,35	0,070	5,83	0,212	9,21
60 — 70	2,259	0,006	*	0,031	0,51	1,005	21,13	—	—	—	—	—	—
130 — 140	1,239	0,008	*	0,044	0,72	0,662	13,79	—	—	—	—	—	—
Грунтовая вода в г/л с 145 см	31,70	—	*	0,415	6,80	4,607	95,97	1,889	94,45	1,301	108,41	6,585	286,31

Аналитик Е. А. Архонтова.

Таблица 13

Данные анализа водной вытяжки из образцов приморского солончака.
Разрез 121 (3.IV. 1953 г.)

Глубина в см	Плотный остаток в %	Водорастворимый гумус в %	Щелочность				Cl'		SO ₄ "	
			Нормальн. карбонатов		Общая в HCO ₃ '		проц.	мг-экв.	проц.	мг-экв.
			проц.	мг-экв.	проц.	мг-экв.				
0—4	0,260	0,018	нет	нет	0,056	0,91	0,048	1,37	следы	следы
4—12	0,475	0,022	.	.	0,047	0,77	0,122	3,48	.	.
15—25	3,231	0,013	.	.	0,017	0,27	0,785	22,42	1,157	24,10
40—50	2,834	0,007	.	.	0,025	0,41	1,261	36,02	—	—
60—70	—	0,006	.	.	0,020	0,32	0,762	21,77	1,230	25,62
130—140	1,221	0,006	.	.	0,030	0,49	0,373	9,80	0,349	7,27

Аналитик Е. А. Архонтова

Таблица 14

Данные анализа водной вытяжки из образцов приморского солончака.
Разрез 121 (4.IX. 1953 г.)

Глубина в см	Плотный остаток в %	Щелочность				Cl'		SO ₄ "		Коефф. САС		
		Нормальн. карбонатов		Общая в HCO ₃ '		проц.	мг-экв.	проц.	мг-экв.	По плотному остатку	По Cl'	По SO ₄
		проц.	мг-экв.	проц.	мг-экв.							
0—4	2,446	нет	0,031	0,51	0,975	27,86	0,328	6,83	9,40	20,30	—	
4—12	1,166	.	0,021	0,34	0,465	13,28	0,226	4,71	2,46	3,80	—	
15—25	3,579	.	0,017	0,28	0,853	27,23	1,16	24,10	1,10	1,20	1,0	
40—50	3,458	.	0,022	0,36	0,742	21,20	1,42	29,50	1,22	0,59	—	
60—70	2,750	.	0,022	0,36	0,407	11,62	1,312	27,33	0,87	0,54	0,94	
130—140	1,910	.	0,034	0,35	0,290	8,28	0,407	8,48	1,57	0,85	1,2	
Грунтовая вода в г/л N=145 см	34,12	.	0,371	6,08	13,698	391,31	4,652	96,91	—	—	—	

Аналитик Е. А. Архонтова.

Таблица 15
 Данные анализа водных вытяжек из образцов солонца - солончакка. Разрез 147а.

Глубина в см	Плот- ный остаток в %	Водо- раство- римый гумус	Щелочность				Cl'	SO ₄ "	Ca''	Mg''	Na' по разн.				
			Нормальных карбонатов		Общая в НСО ₃ '										
			проц.	мг/экв.	проц.	мг-экв.									
0—5	0,802	0,014	нет	0,034	0,56	0,412	11,77	0,053	1,10	0,014	0,70	0,014	1,16	0,266	11,57
5—17	1,485	0,017	*	0,034	0,56	0,715	20,42	0,105	2,19	0,028	1,40	0,034	2,83	0,435	18,94
17—30	3,756	0,017	*	0,032	0,52	1,709	48,82	0,196	4,08	0,062	3,01	0,040	3,33	1,083	47,08
30—50	4,206	0,011	*	0,020	0,33	1,262	36,00	1,148	23,91	0,399	19,95	0,088	7,33	0,758	32,96
50—80	2,860	0,008	*	0,024	0,39	0,634	18,11	0,959	19,97	0,348	17,40	0,089	7,41	0,314	13,66
80—110	3,143	0,008	*	0,022	0,36	0,852	24,34	0,889	18,52	0,309	15,45	0,030	2,50	0,581	25,27
110—125	3,724	0,007	*	0,023	0,37	0,916	26,17	0,983	20,47	0,403	20,15	0,103	8,58	0,420	18,28
125—140	4,579	0,009	*	0,024	0,39	1,407	40,20	1,093	22,77	0,433	21,65	0,157	13,08	0,658	28,63
Грунтовая вода с глубины 125 см	140,87	—	*	0,195	0,19	65,00	1857,3	3,095	64,47	3,679	168,95	4,510	225,49	35,19	1530,57
в г/л															

Аналитик А. Рысина.

Р. 147-а, побережье Каркнитского залива, в 5 км на юго-запад от с. Ишунь. Микробугорок, покрытый, главным образом, сарсазаном и отчасти саликорнией. Вскипает с поверхности, хлориды с 17 см, гипс мелкокристаллический с 30 см, крупножилковатый с 50 см, в гнездах - с 110 см. Карбонаты неясно оформленные с 25 см.

SEh 0-5 см Пепельно-светло-серый со слабым желтоватым оттенком, тонколистоватый, мелкопористый со слабыми буроватыми пятнами, сухой, рыхлый, переход резкий.

Jhs 5-17 см Бывший верхний солонцовый горизонт, ныне засолен. Бурый, рыхлый, рассыпчатый, мелкокомковато-зернистый, пронизан большим количеством корней. Суглинистый, влажноватый, переход резкий.

ihsk 17-30 см Темно-бурый с белесовато-желтыми пятнами карбонатов, еще не оформленными в четкую белоглазку, влажный, при подсыхании стенки разреза покрываются белоголубоватой пленкой хлоридов, глинистый. Это бывший нижний солонцовый горизонт, более солонцеватый, чем предыдущий, ныне сильно вторично засолен.

ihsk 30-50 см Такой же с желтоватым оттенком. Пестрый от большого количества тонких прожилок мелкокристаллического гипса, мелкокомковатый, изредка стяжения извести, влажный.

Pglsk 50-80 см Желто-бурый, с большим количеством тонких белых и более толстых кремоватых прожилок гипса. Глинистый, очень влажный, тонкопористый, встречаются марганцовые примазки.

Pglsk 80-110 см Желтовато-бурый, много марганцевых пятен.

Pglsk 110-125 см Такой же, мокрый, большое количество сростков чешуйчато-кристаллического гипса. C_0 125 см появилась грунтовая вода.

Как видно из таблицы 15 и рис 8, в верхнем горизонте 0-5 см содержится 0,8% солей, а ниже -1,4%. Состав солей хлормagneиевого типа. Грунтовые воды наиболее высокой степени минерализации - 140 г/л хлоридно-натриевого-магнеиевого типа.

Таким образом, при залегании грунтовых вод на глубине не ниже 150 см почвы испытывают капиллярно-грунтовое увлажнение и сезонно-необратимый солевой режим. Засоленность этих почв приобретает максимальные размеры и имеет хлоридно-натриевый или хлоридно-магнеиевый характер.

С некоторым углублением уровня грунтовых вод капиллярно-грунтовое увлажнение начинает переходить в пленочно-капиллярное грунтовое. Однако в природе этот переход совершается очень постепенно. Первые признаки его обнаруживаются в почвах, у которых солевой горизонт несколько сдвинут вглубь почвы (20-30 см). Такие почвы названы солончаковыми солонцами. Объединяет их с солончаками высокое содержание солей и хлоридный тип засоленности.

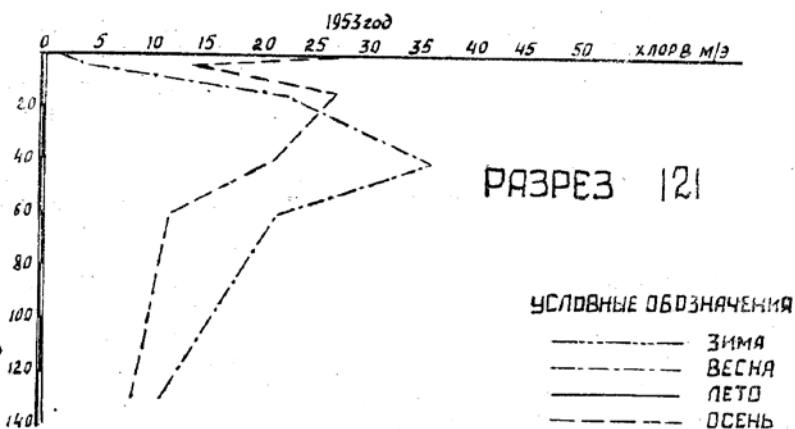
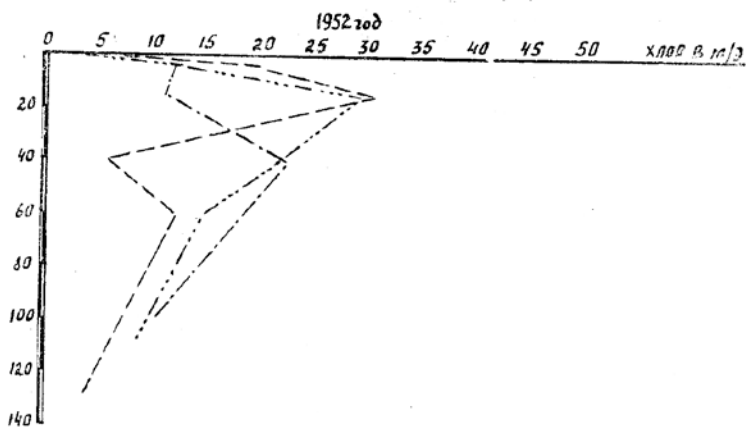
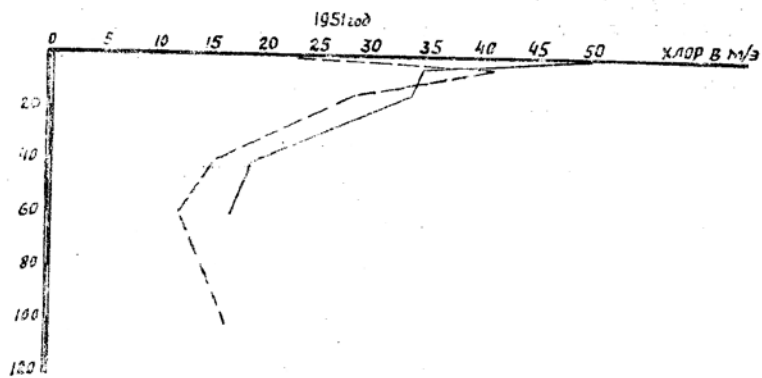


Рис. 7. Динамика хлоридов в приморском солончаке. Разрез 121.

Примером солончакового солонца может служить разрез 133, заложенный в Джанкойском районе в 1 км на северо-запад от с. Солонцовое, на участке древнего залива - палеолагуне Сиваша, покрытом целинной растительностью (бескильница, кермек и др.).

Вскипание обнаруживается с глубины 34 см, сульфаты - с 34 см, выцветы хлоридов - с 20 см, карбонаты - с 63 см в виде неясновыраженных пятен, бобовая руда - с 16 см, грунтовая вода 196 см в июле 1951 года.

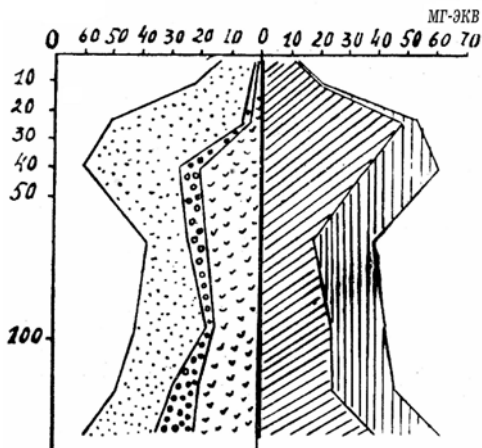


Рис. 8. Солевой профиль солонца-солончака побережья Каркинитского залива. Разрез 147а, 10.08.1952 г. Колхоз «Герои Сиваша» Красно-Перекопского района.

NE 0-16 см Пепельно-серый, золистый, листоватый, тонкопористый, суглинистый, переход резкий.

lhSgl 16-25 см Серо-коричневый, столбчатый, разбит трещинами, головки столбов разрушены процессом осолодения, ширина столбов 6-15 см, плотный, глинистый, встречается бобовая руда.

PSgl 35-62 см Желто-бурый, суглинистый, испещрен редкими прожилками гипса, встречается бобовая руда.

PkSgl 62-97 см Белесовато-бурая омергелеванная глина с коричневыми примазками окиси железа, неясные пятна белоглазки, бобовая руда.

PSgl 97-200 см Желто-бурый с сизоватым оттенком, сырой, более темный от марганцево-железистых примазок, много бобовой руды.

В этом разрезе обращает на себя внимание особенно четкая выраженность признаков засоленности и осолодения.

Осолодение хорошо заметно морфологически по пепельно-серной окраске и листоватой структуре. Следует отметить также и большую мощность элювиального осолоделого горизонта.

Данные механического анализа хорошо согласуются с представлением о миграции элементов коллоидного комплекса. Количество фракции ила с 23,30% в верхнем горизонте сильно возрастает в иллювиальном горизонте до 51,79%. Таким образом, здесь налицо глубокое осолонцевание, сопровождаемое осолодением.

Таблица 16

Данные механического анализа методом «пипетки»,
содержание гумуса по Тюрину, карбонатов (в % на сухую почву) и pH в
солончаковом солонце. Разрез 133

Глубина в см.	Потеря от обра- ботки 0,05 НСl	Фракции в м.м.							Гум с по Тю- рину	CaCO ₃	pH
		1,0—0,25	0,25—0,05	0,05—0,01	0,01—0,005	0,005—0,001	< 0,001.	Сумма < 0,01			
0—10	2,48	0,12	2,97	40,71	14,31	18,59	23,30	56,20	1,82	—	8,09
20—30	2,94	0,27	1,10	19,34	9,0	16,50	51,79	79,29	0,80	—	7,57
35—45	7,65	0,10	0,81	21,94	8,69	16,89	49,77	77,15	0,41	1,06	7,68
65—75	20,79	0,02	7,73	18,58	9,39	17,95	46,33	73,67	0,17	19,20	—
105—115	17,64	0,10	7,19	18,85	12,81	17,02	44,03	73,84	—	13,40	7,86

Аналитик В. А. Хасанова.

Вместе с тем высокое содержание солей в почве должно препятствовать пептизации и транспортировке коллоидов.

Как показывают данные таблицы 17, уже в самом верхнем горизонте содержится около 0,4% солей, а с глубины 20 см - их количество возрастает до 1,26%, с максимумом на глубине 35-40 см.

Состав солей преимущественно хлоридно-натриевый и хлоридно-магниевый. Вместе с тем замечается преимущественное залегание в верхней части почвы - хлоридов, в средней - сульфатов, а еще ниже - карбонатов. Такой солевой профиль свидетельствует о преобладании засоления, что хорошо подтверждается последующими наблюдениями за динамикой солей.

Из таблицы 18 с динамикой хлоридов видно, что в почве резко выражено их подтягивание к поверхности почвы в летне-осенний засушливый период и выщелачивание вниз в холодный и влажный сезон года. Колебания в содержании иона хлора достигают десятикратной величины в верхнем горизонте (с 3,66 до 0,41 мг-экв.).

Коэффициент сезонной аккумуляции, вычисленный по хлору, имеет большой порядок величин 6-9, что снова согласуется с представлением о резком сезонном засолении.

На фоне такого сильного сезонного засоления навряд ли может происходить пептизация коллоидов. Скорее всего осолодение предшествовало засолению. Если сейчас оно и происходит, то лишь очень ограниченно в периоды наибольшего увлажнения почвы.

б) Район почв ослабленного засоления со слабо выраженным рассолением

Тип засоленности - сульфатно-хлоридный.

Солевой режим - переходный от сезонно-необратимого засоления к режиму перемежающегося засоления - рассоления.

Более заметен переход от капиллярно-грунтового увлажнения к пленочно-капиллярному грунтовому в солончаковатых солонцах. Здесь снижение солевого горизонта сопровождается ослаблением хлоридности и усилением сульфатности. Тип засоленности становится сульфатно-хлоридным:

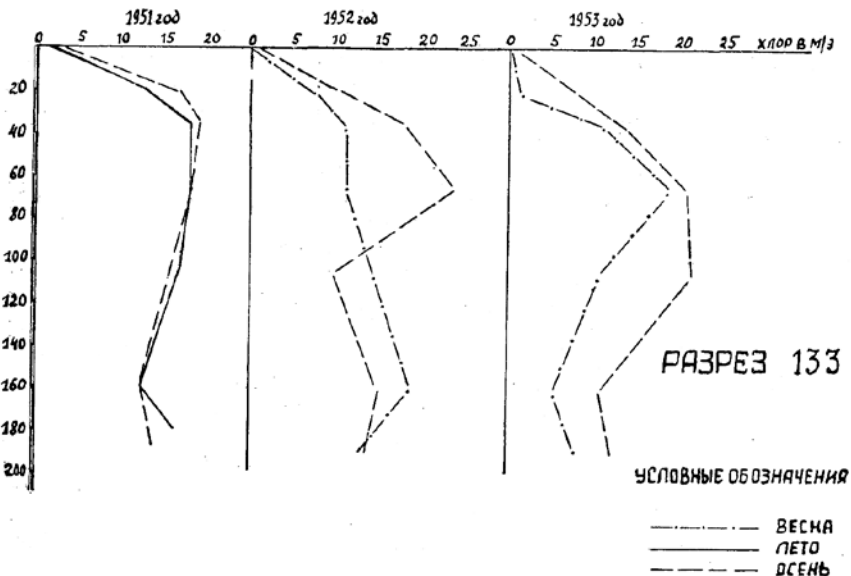


Рис. 9. Динамика хлоридов в солончаковом солонце. Разрез 133.

Данные анализа водных вытяжек из образцов солончакового солонца. Разрез 133.
(30. X 1951 г.)

Глубина в см	Плотный остаток в %	Щелочность						Cl'		SO ₄ "		Ca''		Mg''		Na по разн.	
		Нормальных карбонатов		Общая в HCO ₃ '				проц.	мг-экв.	проц.	мг-экв.	проц.	мг-экв.	проц.	мг-экв.	проц.	мг-экв.
		проц.	мг-экв.	пр.ц.	мг-экв.	проц.	мг-экв.										
0-10	0,363	нет	0,033	0,54	0,130	3,66	0,042	0,87	0,009	0,45	0,004	0,33	1,099	4,29			
20-30	1,260	"	0,028	0,46	0,593	16,70	0,196	4,08	0,021	1,05	0,043	3,58	0,382	16,61			
35-40	1,484	"	0,029	0,48	0,677	19,07	0,272	5,66	0,037	1,85	0,067	5,58	0,409	17,78			
65-75	1,375	"	0,029	0,48	0,649	18,28	0,184	3,84	0,035	1,75	0,064	5,33	0,357	15,52			
105-115	1,178	"	0,029	0,48	0,572	16,11	0,132	2,75	0,027	1,35	0,046	3,83	0,326	14,16			
160-170	0,948	"	0,042	0,68	0,440	12,39	0,118	2,46	—	—	—	—	—	—			
190-200	1,045	"	0,041	0,67	0,501	14,11	0,122	2,54	—	—	—	—	—	—			
Грунтовая вода в г/л с 235 см	66,044	"	0,305	5,00	22,14	632,7	5,3597	111,66	1,854	92,70	1,975	164,60	11,316	42,949			

Вероятный состав солей в солончаковом солонце. Разрез 133.
(30. X 1961 г.)

Глубина в см	NaCl	Na ₂ SO ₄	NaHCO ₃	MgCl ₂	MgSO ₄	Mg(HCO ₃) ₂	CaSO ₄	CaCl ₂	CaCO ₃	Ca(HCO ₃) ₂
0-10	65,30	12,40	—	—	5,30	4,40	—	—	—	12,10
20-30	77,40	—	—	0,36	16,90	—	3,20	—	—	1,90
35-40	69,50	—	—	4,09	17,30	—	6,80	—	—	2,70
65-75	68,90	—	—	10,20	11,50	—	6,70	—	—	2,40
105-115	73,08	—	—	8,30	9,50	—	5,40	—	—	3,50
Грунтовая вода с 235 см	66,68	—	—	15,55	3,34	—	13,60	—	—	0,92

Аналитик Л. Дубинко

*Динамика иона-хлора в солончаковом солонце в мг-экв. на 100г
сухой почвы*

Глубина в см	30 X 1951 г.	10 IV 1952 г.	18 IX 1952 г.	31 IV 1953 г.	30 VIII 1953 г.	Коэффициент сезонной аккумуляции по хлору
0 — 10	3,66	0,41	2,06	0,14	1,37	9
20 — 30	16,70	7,17	9,97	1,34	7,82	6
35 — 45	19,07	10,81	17,71	10,57	13,09	1,3
65 — 75	18,28	11,32	23,62	18,68	20,40	1
105 — 115	16,11	—	9,57	10,31	21,11	2
160 — 170	12,39	18,83	15,00	5,22	10,60	2
190 — 200	14,11	12,81	13,42	3,17	12,25	1,5

Аналитик Л. Дубинко.

Почвы с таким типом засоленности встречаются в той же прибрежной полосе, но на большем отдалении от берега, а также по древним заливам Сиваша, на более приподнятых участках. Примером такой почвы является разрез 132, заложенный в 300 м на запад от вышеописанного р. 133.

Луговой солончаковый солонец

Вскипает с 36 см до дна. Сульфаты в виде тонких прожилок с 35 до 74 см, в виде гнезд с 100-130 см. Карбонаты с 74-95 см в виде неясно выраженной белоглазки, макс. 75-85, увлажнение с 65 см.

HE 0-18 см Пепельно-серый, глыбистый, неясно расслаивающийся на пластинки, среднесуглинистый, пылеватый, сухой, переход резкий.

HI 18-35 см Темно-коричневый, столбчатый с хорошо выраженными осолоделыми головками, ширина столбиков 3-4 см. длина 10-15 см, распадаются на мелкие острогранные зерна, легкоглинистый, плотный, переход постепенный.

ИH 35-51 см Коричнево-бурый, призмовидный, распадающийся на орехи и зерна, пестрит от прожилок сульфатов, глинистый, пылеватый, влажноватый, переход постепенный.

Ps 51-75 см Желто-бурый, влажный, тяжело-суглинистый, пылеватый, пестрый от большого количества сульфатов.

Rk 75-95 см Легкая глина с небольшим количеством ясно выраженной белоглазки и редких пятен сульфатов, влажный.

Грунтовые воды с 245 см в августе 1951 г.

В солевом профиле летне-осеннего периода (табл. 19) заметное количество солей обнаруживается уже с глубины 18 см - 0,4%, а первый солевой максимум залегает с 35 до 60 см 2%). Ниже до 130 см содержание солей несколько убывает (0,8%), а затем с приближением к грунтовой воде снова возрастает до 1,4-1,9%.

Таблица 19

Данные анализа водных вытяжек из образцов лугового солончакового солонца. Разрез 132.
(Ноябрь, 1951 г.)

Глубина в см	Плотный остаток в %	Щелочность				Cl ⁻		SO ₄ ²⁻		Ca ²⁺		Mg ²⁺		Na ⁺ (по разн.)	
		нормальных карбонатов		общая в HCO ₃ ⁻		проц.	мг-экв.	проц.	мг-экв.	проц.	мг-экв.	проц.	мг-экв.	проц.	мг-экв.
		проц.	мг-экв.	проц.	мг-экв.										
0—10	0,030	нет	0,018	0,29	0,013	0,37	0,015	0,31	0,007	0,35	0,002	0,17	0,010	0,47	
18—32	0,403	0,002	0,048	0,79	0,131	3,69	0,089	1,85	0,008	0,40	0,003	0,25	0,132	5,74	
35—52	2,036	нет	0,057	0,28	0,270	7,61	1,146	23,87	0,220	11,00	0,097	8,08	0,22	12,68	
52—62	2,405	.	0,016	0,26	0,350	9,86	1,300	27,08	0,298	14,90	0,111	9,25	0,300	13,05	
75—85	0,302	.	0,030	0,49	0,339	9,55	0,157	3,27	0,020	1,00	0,028	2,33	0,229	9,98	
120—130	0,870	.	0,019	0,71	0,338	9,52	0,216	4,50	—	—	—	—	—	—	
170—180	1,412	.	0,019	0,31	0,303	9,53	0,613	12,77	0,136	6,80	0,072	6,00	0,203	8,81	
200—210	1,830	.	0,025	0,41	0,237	6,68	1,014	21,12	—	—	—	—	—	—	
Грунтовая вода в г/л с 260 см	37,192	.	0,330	5,40	12,54	358,28	5,154	107,3	1,178	58,90	1,756	146,30	6,114	265,85	

Аналитик А. Рысина.

В то время, как в верхней части профиля (кроме 0-10 см) преобладают сульфаты натрия и кальция над хлоридами, при высоком абсолютном количестве хлоридов (7-9 мг-экв.), в нижней части почвы, до 130 см, наоборот, преобладают хлориды над сульфатами.

По горизонту повышенного содержания солей, на глубине 18 см, где плотный остаток равен 0,4%, солонец относится к сульфатно-хлоридно-натриевому.

Щелочность по профилю невысокая, за исключением верхней части солонцеватого горизонта, где она достигает 0,05%).

Запас солей в толще 1 м равен 195,8 т/га, 2 м - 361 т/га (лето 1951 г.). Атмосферными осадками в холодный и влажный период года выщелачивается заметное количество хлора, вследствие чего на глубине 18-35 см оно падает с 3,69 мг-экв. до 0,88 мг-экв., в следующем горизонте с 7,61 до 2,95 мг-экв. (табл. 20).

Осенью происходит реставрация прежнего засоления, причем количественно оно даже превышает засоление в 1951г. На глубине 18-35 см снова обнаруживается токсическое содержание хлора -4,59 мг-экв., несколько возрастает к этому времени и содержание SO_4 - с 1,85 до 2,97 мг-экв.; более заметно это увеличение сульфатов прослеживается на глубине 35-52 см - с 23,87 мг-экв. до 28,10 мг-экв.

Следовательно, солевая динамика сопровождается накоплением сульфатов в горизонте первого максимума и высоким подъемом хлоридов в токсических для культурных растений величинах.

Залегание сульфатов выше белоглазки, большое количество хлоридов в верхней части профиля (в 1Н) и преобладание их над сульфатами, резкая динамика хлора - все это свидетельствует о том, что процесс засоления - рассоления этой почвы идет при высокой роли засоления, но по сравнению с солончакми оно несколько ослабляется.

Вместе с тем, эти признаки указывают на то, что такое интенсивное засоление наложились уже после того, как сформировался профиль солонца.

Таблица 20

Данные анализа водных вытяжек из образцов
лугового солончаковатого солонца
Разрез 132

Глубина в см	Плотный остаток в %	Водораство- римый гумус в %	Щелочность				Cl'		SO ₄ "	
			нормальных карбонатов		общая в HCO ₃ '		про	мг/экв.	проц.	мг/экв.
			проц.	мг/экв	проц.	мг/экв.				
10 IV 1952 г.										
0—10	0,064	0,024	нет	нет	0,017	0,27	0,005	0,14	0,028	0,58
18—35	—	0,025	"	"	0,052	0,85	0,031	0,88	0,062	1,29
35—52	1,251	0,013	"	"	0,021	0,34	0,103	2,95	—	—
52—62	2,610	0,011	"	"	0,016	0,22	0,302	8,62	—	—
75—86	0,829	0,011	"	"	0,023	0,39	0,294	8,40	0,225	4,71
105—115	1,246	0,011	"	"	0,021	0,31	1,203	—	—	—
120—130	0,866	0,006	"	"	0,018	0,30	0,634	—	—	—
170—180	1,382	0,004	"	"	0,018	0,30	0,725	—	—	—
200—210	0,972	—	"	"	0,013	0,22	0,531	—	—	—
Грунтовая вода в г/л с 250 см	34,36	—	"	"	0,249	4,08	12,47	356,41	4,841	100,88
18 IX 1952 г.										
0—10	0,060	0,013	нет	нет	0,014	0,22	0,002	0,06	0,020	0,42
18—35	0,579	0,015	"	"	0,071	1,16	0,161	4,59	0,143	2,9
35—52	2,677	0,004	"	"	0,033	0,54	0,300	8,57	1,349	28,1
52—62	2,217	0,006	"	"	0,030	0,49	0,320	9,14	1,047	21,8
75—85	1,008	0,002	"	"	0,045	0,73	0,328	9,37	0,250	5,2
120—130	0,888	0,005	"	"	0,042	0,69	0,325	9,28	0,175	3,6
170—180	0,967	0,005	"	"	0,039	0,63	0,315	9,00	0,227	4,7
200—210	0,920	—	"	"	0,042	0,69	0,293	3,37	0,220	4,5

Аналитик А. Рысина.

Данные механического анализа достаточно ясно указывают на передвижение илистых частиц вниз по профилю и сосредоточении их в солонцеватом горизонте до 43-49% против 21,51% в элювиальном горизонте (табл. 21).

Таблица 21

Данные механического анализа методом «пипетки» лугового солончакового солонца (в % сухой почвы). Разрез 132

Глубина в см	Поте- ря ст обра- ботки	Фракции в мм						Сумма <0,01
		1—0,25	0,25—0,05	0,05—0,01	0,01—0,005	0,005—0,001	<0,001	
0—10	2,19	0,34	1,26	50,34	9,53	17,02	21,51	48,06
18—35	1,98	0,03	8,52	25,80	5,17	11,45	49,03	65,65
35—52	7,20	0,12	3,14	37,11	2,77	13,42	43,44	59,63
75—85	20,89	0,20	1,98	36,45	9,40	11,03	40,94	61,37
170—180	22,73	0,17	4,40	38,83	8,46	9,06	39,08	56,60

Аналитик В. А. Хасапова.

Такому распределению механических фракций по профилю соответствует содержание обменного натрия с максимумом до 36% от суммы на глубине 18-35 см.

Таблица 22

Содержание CaCO_3 и гумуса в %, pH, обменных катионов в луговом солончаковатом солонце. Разрез 132

Глубина в см	CaCO_3 в проц.	pH	Гумус проц.	Обменные катионы (в мг-экв. на 100 г)				
				Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	Сумма	Проц. Na от суммы
0—10	—	6,84	3,17	10,82	6,95	2,52	20,29	12
18—35	—	8,00	1,50	10,48	11,11	15,10	36,69	41
35—52	1,03	7,69	0,77	—	—	—	—	—
52—62	10,23	7,68	0,40	—	—	—	—	—
75—85	15,82	—	0,35	—	—	—	—	—
120—130	13,75	7,66	0,24	—	—	—	—	—

Аналитик Е. А. Архонтова.

2. Область современного рассоления почв с остаточным и современным ослабленным засолением (гидроморфные почвы)

а) Район начального рассоления почв

Тип засоленности - хлоридно-сульфатный.

Солевой режим - перемежающегося засоления-рассоления.

К этому типу засоленности относятся отчасти луговые комплексы, но главным образом солонцовые лугово-степные комплексы, под которыми уровень грунтовых вод залегает на глубине от 3 до 8 м. Нередко и на более дренированных терри-

ториях в солонцах степного типа встречается также хлоридно-сульфатный тип засоленности. Это особенно характерно для солонцов Керченского полуострова, развивающихся на третичных глинах без всякого влияния грунтовых вод.

Однако в Присивашье такое засоление обычно характеризует почвы, поддерживающие связь с грунтовыми водами.

Ниже рассмотрим несколько видов почв хлоридно-сульфатного типа засоления, испытывающих пленочно-капиллярное увлажнение и сезонный режим перемежающегося засоления-рассоления.

Луговой солончаковатый солонец может быть охарактеризован разрезом 124, заложенным в Азовском районе на землепользовании совхоза «Молодая гвардия», в 1 км на северо-запад от хут. Амур, в 250 м на восток от р. 121.

Вся территория возле хут. Амур представляет бывший залив - лагуну Сиваша, в которой в настоящее время вода Сиваша заполняет небольшую узкую часть. Вода из находящегося здесь артезианского колодца постоянно стекает в залив и создает условия для развития лугово-болотной растительности.

По берегу этого залива и на дне высохшей части «засухи» протягивается полоса солончаков, которая выше сменяется комплексами луговых солонцов, типичным для которых является р. 124.

Вскипание обнаруживается с 57 см, карбонаты с 58 см, сульфаты в виде тонких прожилок гипса - с 70 до 117 см и в виде друз крупнокристаллического гипса с 150 см; грунтовая вода с 180 см.

ЕН 0-21 см Пепельно-серый, слоеватый, среднесуглинистый, пылеватый, переход резкий.

ИН 21-44 см Темно-серый с коричневатым оттенком, призмовидный, плотный, глинистый, свежий, разбит трещинами.

Иh 44-58 см Коричневато-бурый, призмовидный, неоднородный от более темных затеков, легкоглинистый, влажный, плотный.

Рк 58-71 см Светло-бурый, неоднородный от ходов землероев, пестрый от гонких затеков органического вещества и марганцовых примазок, влажный.

Ркs 71-117 см Желто-бурый, пестрый от большого количества сульфатов и пятен карбонатов, ореховато-комковатый, тяжело-суглинистый, сырой.

Рк 117-150 см Желто-бурая глина без морфологически различимых солей.

Ркs 150 см и ниже. Второй горизонт залегания гипса в виде друз. Грунтовая вода со 180 см.

Как показывают данные анализов (табл. 23 и 24), в почве содержится довольно высокое для солонцов количество гумуса - 3,44% на глубине 0-10 см с постепенным снижением вниз по профилю, при котором даже на глубине 60-70 см гумуса обнаруживается еще 0,62%. Повышенная гумусированность профиля является свидетельством былой дерновой стадии, которую прошла почва в своем развитии.

Таблица 23

Гумус, карбонаты, обменные катионы и pH в луговом солончаковатом солонце. Разрез 124

Глубина образца в см	Гумус в %	CaCO ₃ в %	SO ₄ гипса в %	pH	Обменные катионы (в мг-экв.)				
					Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	Сумма	Проц. Na от суммы
0—10	3,44	—	—	6,82	12,18	5,75	1,34	19,27	6,9
25—35	1,66	—	—	7,27	17,38	7,95	9,70	35,03	27,6
45—55	1,25	—	—	8,04	14,65	9,90	7,32	31,87	22,6
60—70	0,62	12,1	—	—	—	—	—	—	—
75—85	0,36	15,6	0,94	7,83	—	—	—	—	—
120—130	0,18	15,0	—	—	—	—	—	—	—
150—160	0,07	9,9	13,35	—	—	—	—	—	—

Аналитик Е. А. Архонтова.

Близкая связь с минерализованными грунтовыми водами, богатыми солями натрия, проявляется в высоком содержании обменного натрия, достигающего в первом солонцеватом горизонте 27% от суммы всех катионов.

Таблица 24

Данные механического анализа методом «пипетки» лугового солончакового солонца в % на сухую почву. Разрез 124

Глубина в см	Фракции в мм						Сумма < 0,01	Потеря от обработки HCl
	1,0—0,25	0,25—0,05	0,05—0,01	0,01—0,005	0,005—0,001	< 0,001		
0—10	0,10	1,39	51,0	9,99	15,28	22,24	47,51	0,92
25—35	0,06	1,31	35,24	8,72	9,41	45,26	63,39	0,83
45—55	0,11	2,26	33,62	8,02	10,18	45,81	64,01	2,53
60—70	0,10	0,33	40,81	17,25	13,28	28,23	58,76	14,24
120—130	0,10	5,18	35,17	5,21	14,36	39,98	59,55	18,07
150—160	0,02	2,04	22,43	5,29	21,05	49,17	75,51	43,31

Аналитик В. А. Хасанова.

По данным механического анализа почва относится к пылевато-иловатоглинистой разновидности. Распределение механических элементов по профилю указывает на заметное перемещение частиц тонких фракций вниз: фракция ила возрастает с глубиной.

тает до 45% в солонцеватом горизонте, при содержании ее в элювиальном в количестве 22,24%.

Данными валового анализа (табл. 25) устанавливается накопление кремнезема в верхнем элювиальном горизонте до 74,16% при последующем снижении его по профилю, и в то же время обеднение этого горизонта полуторными окислами, которые накапливаются в иллювиальном солонцеватом горизонте, что особенно заметно по гидроокиси алюминия, достигающей здесь 17,16% вместо 12,27% в горизонте 0-10 см.

Таблица 25

Данные валового анализа лугового солончаковатого солонца в процентах к сухой, беззудмусной, бескарбонатной навеске.
Разрез 124

Глубина в см	Потеря от прокаливания	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃ +P ₂ O ₅	CaO	MgO
0—10	5,83	74,16	4,16	12,27	4,31	0,96
25—35	4,50	66,66	5,86	17,16	1,30	1,57
45—55	4,28	67,41	5,77	16,27	1,28	1,11
120—130	9,10	65,42	5,34	15,34	11,68	2,01

Отличительной особенностью луговых солонцов Присивашья является выщелоченность от карбонатов гумусовой части профиля почвы. Карбонаты, как правило, обнаруживаются только ниже гумусового иллювиального горизонта, в данном разрезе - с 60 см.

Как можно будет убедиться дальше, и содержание карбонатов даже в нижних горизонтах этих почв меньше, чем в почвах лугово-степных и степных комплексов. Вместе с тем в луговых солонцах довольно четко выражено осолодение в осветленном элювиальном горизонте (табл. 26).

Таблица 26

Данные анализа щелочной вытяжки из образцов лугового солончаковатого солонца

Глубина в см	SiO ₂ проц.	Al ₂ O ₃ проц.	S O ₂ мг-экв.	Al ₂ O ₃ мг-экв.	2SiO ₂ · Al ₂ O ₃		Избыток SiO ₂	
					проц.	мг-экв.	проц.	мг-экв.
0—10	3,50	0,23	29,2	22,2	4,92	44,4	0,84	7,0
25—35	2,30	0,69	19,2	6,75	1,49	13,5	1,49	12,45

Аналитик Е. А. Архонтова.

Пониженная величина рН -6,82 и данные щелочных вытяжек 5% КОН дают основание считать процесс осолодения в этих почвах выраженным довольно сильно.

Солевой профиль имеет следующие особенности (табл. 27). Сверху до 70 см выделяется зона опреснения, совпа-

дающая по глубине с зоной переменного поверхностного увлажнения и испарения. Она характеризуется незначительным содержанием солей - до 0,1%, более высокой щелочностью, чем в предыдущем солонце.

Таблица 27
 Данные анализа водных вытяжек из образцов лугового солончакового солонца. Разрез 124.
 (Июль 1951 г.)

Глубина в см	Плот- ный остаток в %	Водо- раствор- имый гумус в %	Щелочность				Cl ⁻	SO ₄ ^{''}	Ca ^{''}	Mg ^{''}	Na ⁺ (по разн.)				
			нормальных карбонатов		обша, в НСО ₃										
			проц.	мг-эква.	проц.	мг-эква.									
0—10	0,065	0,038	нет	0,033	0,54	0,001	0,03	0,017	0,35	0,005	0,25	0,003	0,25	0,010	0,42
25—35	0,097	0,036	"	0,048	0,79	0,001	0,03	0,025	0,52	0,006	0,30	0,003	0,25	0,018	0,79
45—55	0,105	0,033	"	0,079	1,29	0,001	0,03	0,013	0,27	0,004	0,20	0,004	0,33	0,024	1,05
60—70	—	0,032	"	0,108	1,77	0,001	0,03	0,013	0,27	0,005	0,25	0,002	0,17	0,038	1,65
75—85	0,865	0,017	"	0,030	0,49	0,004	0,11	0,573	11,94	0,106	5,30	0,027	2,25	0,115	4,99
120—130	0,974	0,027	"	0,030	0,49	0,071	2,03	0,570	11,87	0,069	3,45	0,030	2,50	0,194	8,44
150—160	1,857	0,038	"	0,022	0,36	0,168	4,80	1,132	23,58	0,297	14,85	0,066	5,50	0,193	8,39
Грунтовая вода с 198 см в 2/1	22,20	—	"	0,188	3,08	10,65	304,50	3,119	64,98	1,273	63,65	1,154	96,16	4,788	212,75

Аналитик Л. Дубинко.

С 70 до 120 см протягивается зона подсолонцового современного и остаточного засоления, совпадающая с зоной внутрипочвенного испарения. Плотный остаток возрастает здесь до 1%, тип засоления хлоридно-сульфатно-кальциевый.

С 120 до 200 см выделяется зона восходящего движения солей, совпадающая с нижней частью зоны постоянного пленочно-капиллярного увлажнения. Содержание водорастворимых солей равно 0,4-0,8%, в составе преобладают сульфаты над хлоридами.

Общее количество карбонатов кальция в почве достигает 12-15%, SO_4 гипса 1%.

Подобный солевой профиль по залеганию гипса под карбонатным горизонтом и преобладанию над хлоридами характеризует солонец в стадии рассолонения с подсолонцовым засолением.

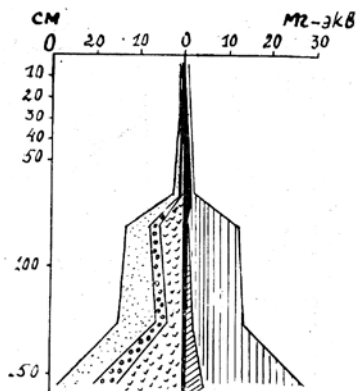


Рис. 10. Солевой профиль лугового солончаковатого солонца низменного побережья Сиваша. Разрез 124. Соехоз «Молодая гвардия»

Запас солей в метровой толще равен 106 $m/га$, в двухметровой - 299 $m/га$ (лето 1951 г.).

Осенью 1951 г. наблюдалось некоторое подтягивание хлоридов вверх. Однако весьма характерно, что даже в этот период токсическое для растений количество хлора не поднималось выше 70-75 см, хотя по сравнению с предшествующим сроком в верхних горизонтах роль Cl довольно заметно усилилась.

В зимне-весенний период происходит некоторое выщелачивание солей, вследствие чего содержание хлора заметно падает.

Таблица 28
Динамика иона-хлора в луговом солончаковатом солонце
Разрез 124 (в мг-экв. на 100 г почвы)

Глубина в см	IX 1951 г.	IV 1952 г.	IX 1952 г.	IV 1953 г.
0—10	0,37	0,14	0,06	0,02
18—35	3,69	0,72	4,59	0,28
35—52	7,61	2,95	8,57	2,43
52—62	9,86	8,52	9,14	4,80
75—85	9,55	8,40	9,77	9,68
120—130	9,52	18,00	9,28	10,37
170—180	8,53	20,03	9,00	9,08
200—210	6,68	15,19	8,37	9,08

Аналитик Л. Дубинко

Осенью снова наблюдается подъем хлоридов до глубины 45–55 см. Запах хлора в метровой толще колеблется с 8.7 т/га осенью до 7,5 т/га весной.

Следовательно, при глубине залегания солевого горизонта в 60–70 см не происходит подъема хлоридов в заметных количествах в верхние горизонты, как это наблюдалось в р. 132. Динамика хлоридов здесь выражена хорошо, но содержание хлора и амплитуда колебания его по профилю значительно слабее.

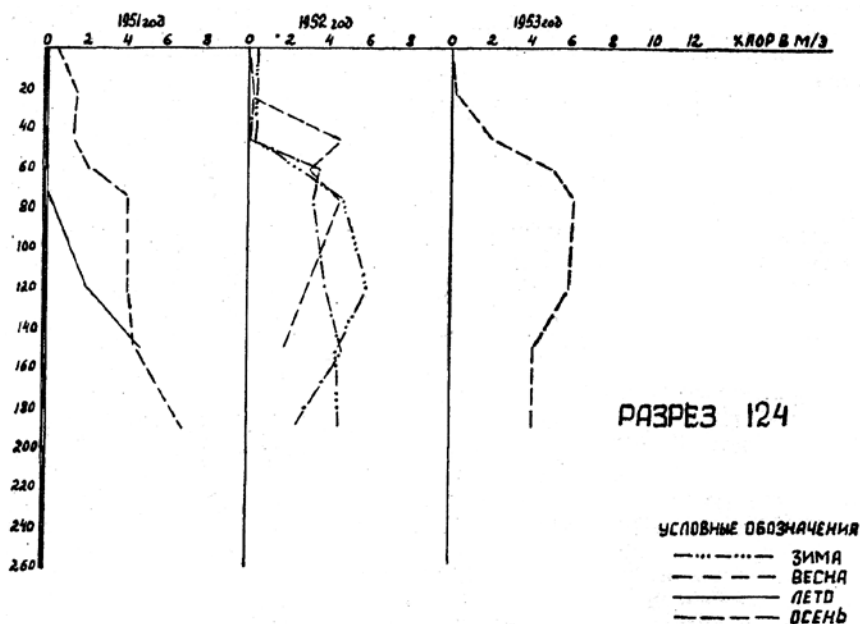


Рис. 11. Динамика хлоридов в луговом солончаковатом солонце. Разрез 124.

б) Район хорошо выраженного рассоления почв

Тип засоленности - хлоридно-сульфатный.

Солевой режим - перемежающегося засоления-рассоления

Лугово-степной глубокосолончаковатый солонец

Сюда относятся почвы, в которых сильнее проявляется действие исходящего тока влаги над восходящим. Примером

таких почв может служить р. 117, заложенный в Азовском районе, на территории совхоза «Молодая гвардия», в 2 км на юг от д. Благодатное, на поле черного пара.

В среднепризматически-ореховатом глубокосолончаковатом солонце вскипание обнаруживается с глубины 57 см, скопление белоглазки с 67 см и сульфатов - с 80 см.

ЕН 0-17 см Серый, комковатый, влажный, среднесуглинистый, переход ясный.

ИН 17-39 см Буровато-коричневый, призматично-ореховатый, влажный, глинистый, поверхность излома глянцевидная.

Иh 39-57 см Коричнево-бурый, призматично-ореховатый, глинистый, влажный, переход ясный.

Р 57-71 см Светло-бурый, ореховатый, неоднородный от гумусовых затеков легкоглинистый, переход постепенный.

Ркs71-121 см Желто-бурый, ореховатый, легкоглинистый. Карбонаты с 71 см в виде небольших пятен кремового цвета. Ниже, с 80 см, появляется гипс в виде тонких белых прожилок (местами он обнаруживается с 70 см).

Рк 121-180 см Желто-бурая глина, без видимых скоплений гипса.

Ркs 180 см и ниже. Желто-бурая лессовидная глина с вторым сульфатным горизонтом в виде гнезд. Грунтовая вода с глубины 480 см.

Данные химических анализов (табл. 29) указывают на то, что содержание гумуса в лугово-степных солонцах, подвергнутых обработке, уменьшается по сравнению с луговыми до 2,17%. Карбонаты щелочно-земельных металлов выщелочены здесь в меньшей степени, в гумусовой части профиля обнаруживается небольшое их содержание - до 0,5%, а на глубине 70-80 см количество их возрастает до 20%.

Таблица 29
Содержание гумуса, карбонатов, обменных катионов
и рН. Р. 117

Глубина образца в см	Гумус (по Тюрину) в %	CaCO ₃ в %	SO ₄ гипса	рН	Обменные катионы (в мг-экв.)				
					Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	Сумма	Проц Na от суммы
0—17	2,17	0,43	—	6,91	10,27	5,67	3,91	19,85	19,6
20—30	1,44	0,28	—	7,86	17,37	9,60	6,70	33,67	19,8
45—55	1,10	0,48	—	8,53	23,24	7,92	7,65	38,81	19,7
60—70	0,62	13,41	—	8,65					
70—80	0,42	20,14	—	—					
80—90	0,28	16,20	1,7	—					
160—170	0,18	13,14	—	8,35					

Аналитик Е. А. Архонтова.

В составе обменных катионов натрия принадлежит значительное место - около 20% от суммы катионов, в луговых солонцах оно достигало 27-40%.

Распределение механических элементов по профилю почвы свидетельствует о передвижении илистой фракции, вследствие чего элювиальный горизонт обеднен иловатыми частицами, здесь их содержится всего 27,64%. В иллювиальном горизонте количество этой фракции возрастает почти вдвое.

По содержанию фракций меньше 0,01 мм почва относится к легкоглинистым разновидностям.

Изучение валового состава солонцов этого типа обнаруживает отчетливый вынос из элювиального горизонта Fe_2O_3 , Al_2O_3 , с накоплением их в иллювиальном горизонте. Однако этот вынос выражен слабее, чем в ранее рассмотренных солонцах.

Процесс осолодения имеет место и в этих почвах. Данные щелочной вытяжки показывают, что в элювиальном горизонте имеется избыток SiO_2 , равный 1,9%. Реакция почвенной суспензии в этом горизонте соответствует представлению об осолодении, составляя 6,9 рН.

Таблица 30

Данные механического анализа методом «пипетки» лугово-степного глубокосолончаковатого солонца (в % сухой почвы). Разрез 117

Глубина образца в см	Фракция в мм							Потеря от обработки HCl
	1,0—0,25	0,25—0,05	0,05—0,01	0,01—0,005	0,005—0,001	<0,001	сумма <0,001	
0—17	0,40	3,05	37,30	16,69	14,92	27,64	59,25	2,20
20—30	0,18	—	27,25	11,91	14,71	46,08	72,57	3,07
45—55	0,16	—	29,55	12,46	11,89	45,94	70,29	8,12
60—70	0,17	—	30,65	10,79	15,43	42,96	69,18	20,42
80—90	0,32	—	33,26	15,15	11,69	39,58	66,42	20,84
160—170	0,24	—	35,52	11,98	16,08	36,38	64,44	16,61
240—250	0,12	—	34,63	9,50	17,56	38,19	65,25	29,48
340—350	0,08	4,08	23,08	12,18	21,46	39,12	72,76	17,99
440—450	0,27	0,82	28,80	7,21	22,29	40,61	70,11	17,68

Аналитик В. А. Хасанова.

Таблица 31

Данные валового анализа лугово-степного глубокосолончаковатого солонца в процентах к сухой, беззугмусной бескарбонатной навеске. Разрез 117

Глубина в см	Потеря от прокаливания	SiO_2	Fe_2O_3	$Al_2O_3 + P_2O_5$	CaO	MgO
0—17	5,7	72,18	4,12	14,93	1,29	0,65
20—30	6,7	65,45	5,80	16,10	1,47	1,40
45—55	6,1	64,50	5,15	15,06	4,47	1,44
160—170	8,3	67,37	4,96	15,09	9,86	1,72

Аналитик Р. С. Галанина.

Данные анализа щелочной вытяжки из образцов лугово-степного
глубокосолончаковатого солонца. Разрез 117

Глубина в см	SiO ₂	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Al ₂ O ₃	2SiO ₂ ·Al ₂ O ₃		Избыток SiO ₂	
	проц.	проц.	мг-экв.	мг-экв.	проц.	мг-экв.	проц.	мг-экв.
0—17	2,8	0,51	21,5	5,01	1,11	10,00	1,92	16,3
20—30	1,65	0,56	13,7	5,54	1,22	11,00	0,97	8,16

Аналитик Е. А. Архонтова.

Как показывают данные водных вытяжек (табл. 33), солевой профиль представлен следующими тремя зонами.

1. Зона опреснения, совпадающая по глубине с зоной переменного поверхностного увлажнения и испарения с поверхности до 70-80 см. Она характеризуется небольшим количеством солей - 0,06-0,1%, высокой щелочностью, с максимумом 0,08% на глубине 45-55 см, выщелоченностью от Cl^- и SO_4^{2-} . Эта зона бикарбонатно-натриевая.

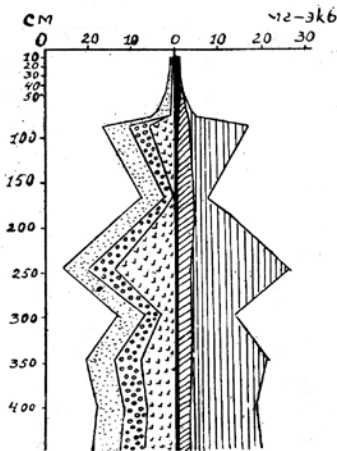


Рис. 12. Солевой профиль
лугово-степного глубокосолон-
чаковатого солонца слабопри-
плоднотного Присивацья.
Разрез 117.

Совхоз «Молодая гвардия» Азов-
ского района.

2. Зона подсолонцового со-
временного и остаточного засо-
ления, накопления гипса и карбона-
тов кальция, от 70-80 до 160 см.
Она совпадает с зоной внутрпоч-
венного испарения пленочно-
капиллярных растворов, поднима-
ющихся от грунтовых вод. Плотный
остаток достигает 1,1%; $CaCO_3$
почвы 13-20%, гипс - 2%. Тип засо-
ления хлоридно-сульфатно-
кальциевый.

3. Зона восходящего дви-
жения солей, совпадающая с
нижней частью зоны постоянного
пленочно-капиллярного увлажне-
ния. Мощность ее 300 см (160-450
см). Плотный остаток колеблется
в пределах 0,8-1,8%.

Заметное количество иона
хлора, приближающееся к токсическому - 2,73 мг-экв.,
обнаруживается с глубины 80 см, но своего максимума он достига-
ет лишь со 160 см, находясь, таким образом, значительно ниже
максимума сульфатов, залегающих на глубине 80 см.

Таблица 33

Данные анализа водных вытяжек из образцов лугово-степного лугокосолончаковатого солонца. Разрез 117
(17. VII-1951г.)

Глубина в см	Плотный остаток в %		Восприимчивый гуд. мус в %	Щелочность		Cl'		SO ₄ ''		Ca''		Mg''		Na' по разн.		
	нормальных карбонатов	общая в HCO ₃		проц.	мг-экв.	проц.	мг-экв.	проц.	мг-экв.	проц.	мг-экв.	проц.	мг-экв.	проц.	мг-экв.	проц.
0—17	0,061	0,031	нет	0,031	0,51	0,001	0,03	0,015	0,31	0,005	0,25	0,003	0,25	0,008	0,35	
20—30	0,067	0,031	"	0,042	0,69	0,001	0,03	0,011	0,23	0,004	0,20	0,002	0,17	0,013	0,58	
45—55	0,135	0,030	"	0,078	1,28	0,019	0,53	0,012	0,25	0,006	0,30	0,001	0,08	0,038	1,68	
60—70	0,230	0,029	"	0,066	1,08	0,048	1,35	0,048	1,00	0,005	0,25	0,006	0,50	0,062	2,68	
70—80	0,337	0,032	"	0,053	0,87	0,076	2,14	0,111	2,31	0,011	0,55	0,009	0,75	0,092	4,02	
80—90	1,100	0,029	"	0,028	0,46	0,097	2,73	0,653	13,60	0,119	5,95	0,054	4,50	0,146	6,34	
160—170	0,460	0,032	"	0,043	0,70	0,130	3,72	0,147	3,06	0,015	0,75	0,017	1,42	0,122	5,32	
180—190	0,840	0,032	"	0,025	0,41	0,126	3,60	0,423	8,81	0,069	3,45	0,043	3,58	0,133	5,79	
240—250	1,752	—	"	0,020	0,33	0,104	2,93	1,097	22,85	0,285	14,25	0,076	6,33	0,127	5,53	
290—300	0,870	—	"	0,029	0,47	0,108	3,04	0,471	9,81	0,069	3,45	0,046	3,83	0,139	6,04	
340—350	1,368	—	"	0,027	0,44	0,108	3,04	0,827	17,23	0,164	8,20	0,073	6,08	0,149	6,43	
390—400	1,238	—	"	0,022	0,36	0,096	2,68	0,732	15,25	0,137	6,85	0,063	5,25	0,142	6,19	
440—450	1,334	—	"	0,023	0,38	0,108	3,04	0,777	16,19	0,152	7,60	0,069	5,75	0,144	6,26	
Грунтовая вода в 2/4 с 480 см	17,30	—	"	0,218	3,57	6,638	189,50	4,558	94,96	1,223	61,15	0,925	77,09	3,449	149,79	

Анализик Л. Дубинко.

Запас солей в толще 1 м равен 85 м/га, 2 м-256 м/га.

Наблюдения в холодный и влажный период показали, что выпавшие осадки вызвали выщелачивание из верхних горизонтов 0-80 см тех небольших количеств С1, которые наблюдались летом 1951 г. Так, на глубине 45 см С1 уменьшился с 0,53 мг-экв. до 0,15 мг-экв. (табл. 34), на глубине 60 см - с 1,35 до 0,53 мг-экв., на глубине 70 см - с 2,14 до 0,69 мг-экв. Лишь с 80 см обнаруживается заметное его содержание - 2,34 мг-экв., несколько отличающееся от летнего содержания (3,25 мг-экв.), с максимумом на той же глубине - 160 - 170 см 4,55 мг-экв. что и летом.

Таблица 34

Динамика иона-хлора в глубокосолончаковатом солонце
(в мг-экв. на 100г почвы). Разрез 117

Глубина в см	VII 1951 г.	II 1952 г.	IX 1952 г.	IV 1953 г.	IX 1953 г.
0—17	0,03	—	0,14	0,02	0,03
20—30	0,03	—	0,08	0,02	0,03
45—55	0,53	0,15	0,37	0,08	0,11
60—70	1,35	0,53	1,11	0,31	0,28
70—80	2,14	0,68	2,31	0,88	0,68
80—90	2,73	2,34	3,25	1,68	1,71
160—170	3,72	4,54	5,20	4,74	6,46
180—190	3,60	4,54	4,45	4,08	5,91
240—250	2,93	3,59	3,74		
290—300	3,04	2,39	4,02		
340—350	3,04	2,97	3,20		
390—400	2,68	3,53	3,54		
440—450	3,04	2,65	4,14		

Аналитик Л. Дубинко

К осени 1952 г. определилось обратное движение хлоридов вверх, хотя заметные количества С1 - 2,3 мг-экв. поднялись не выше 70 см от поверхности.

Таким образом, в глубокосолончаковатых лугово-степных солонцах амплитуда количественного изменения хлоридов в зависимости от сезона года небольшая и миграция их по профилю выражена значительно слабее, чем в солонцах солончаковатых. Сезонная динамика в целом ослабляется, особенно в верхней части профиля.

Лугово-степные темно-каштановые солонцеватые почвы

К типу хлоридно-сульфатного засоления, кроме рассмотренных солонцов, зачастую относятся и почвы, составляющие

основной почвенный фон в лугово-степных комплексах - темно-каштановые солонцеватые почвы.

В условиях лучшей дренированности, когда грунтовые воды опускаются на глубину 6-7 и больше метров, эти почвы приобретают сульфатный тип засоленности. В более низких местах в засолении принимают видное участие хлориды.

Рассмотрим особенности таких почв на примере разреза 119- темно-каштановой слабосолонцеватой почвы, заложенного в 50 м на восток от р. 117. Поле черного пара.

Сульфаты с 120 см в виде тонких прожилок мелкокристаллического гипса, с 140 см встречается гипс в виде гнезд.

Не пах. 0-18 см Буровато-серый, комковато-пылеватый, 0-3 см сухой, ниже - влажный, переход по цвету и структуре ясный.

Н₁ 18-34 см Темно-серый, комковато-зернистый, легкоглинистый, влажный, рыхловатый, переход постепенный.

Н₂ 34-48 см Темно-бурый, комковатый, легкоглинистый.

н_р 48-62 см Бурый, неоднородный от капролитов, легкоглинистый, влажный, более плотный.

Р_к 62-120 см Желто-бурый, пестрый от большого количества белоглазки, влажный.

Р_с 120-140 см Желто-бурый, глинистый, пестрый от тонких прожилок гипса, сменяемых с 140 см скоплением крупнокристаллического гипса в виде гнезд.

Содержание гумуса в этой почве (табл. 35) несколько выше, чем в солонце - 2,64%, снижается оно по профилю весьма постепенно и на глубине 65 см составляет 1,08%. В составе обменных катионов обращает на себя внимание большая роль кальция - 20-24 мг-экв., за счет которого возрастает сумма обменных катионов в гумусовом горизонте до 32,14 мг-экв. В то же время участие натрия незначительное- всего 6% от суммы катионов в переходном иллювиальном горизонте.

По содержанию частиц физической глины (табл. 36) почва относится к легкоглинистой пылевато-иловатой разновидности. Что касается распределения фракций по профилю, то можно заметить тенденцию к выравниванию количества ила и др. фракций, хотя различие на глубине 0-10 и 25-35 см имеется: в первом ила содержится 35,58, во втором - 39,99%.

По данным валового анализа можно видеть, что здесь происходит вынос полуторных окислов, но он выражен значительно слабее. Содержание кремнекислоты в верхней части профиля-70,88%-но не намного отличается от нижележащего горизонта - 69,05%.

Таким образом, почва несет некоторые признаки солонцеватости, которые, однако, сильно ослаблены современным процессом остепнения.

ДИНАМИКА ХЛОРА

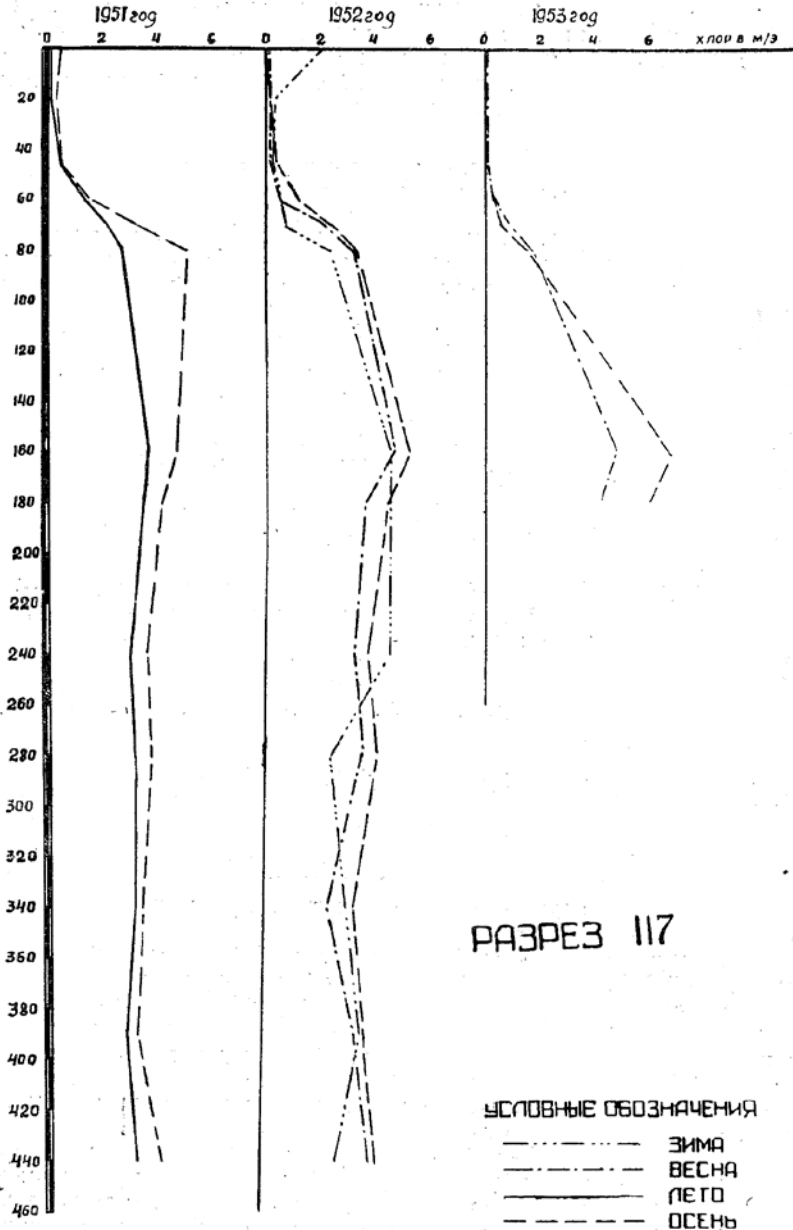


Рис. 13. Динамика хлоридов в лугово-степном
глубокосолончаковатом солонце. Разрез 117.

Таблица 35

Содержание гумуса, карбонатов, обменных катионов, SO_4 гипса и рН.
Разрез 119

Глубина образца в см	Фракции в мм						Сумма <0,001	Потеря от обработки HCl
	1,0—0,25	0,25—0,05	0,05—0,01	0,01—0,005	0,005—0,001	<0,001		
0—10	0,14	—	39,11	12,56	12,61	35,58	60,75	2,81
25—35	0,16	—	34,35	12,57	12,93	39,99	65,49	3,28
37—47	0,07	—	32,98	12,19	16,84	37,92	66,95	3,04
55—65	0,16	—	34,11	11,63	17,22	36,88	65,73	17,38
85—95	0,08	0,24	32,47	7,74	22,36	37,11	67,21	21,51
140—150	0,08	1,05	34,56	10,02	18,33	35,96	64,31	19,86
240—250	0,12	1,18	36,64	5,29	21,70	35,07	62,06	17,71
390—400	0,14	—	26,64	7,71	22,27	42,99	72,97	27,00

Аналитик Е. А. Архонтова.

Таблица 36

Данные механического состава методом «пипетки» лугово-степной темно-каштановой солонцеватой почвы (в % на 100 г сухой почвы). Разрез 119

Глубина образца в см	Фракции в мм						Сумма <0,001	Потеря от обработки HCl
	1,0—0,25	0,25—0,05	0,05—0,01	0,01—0,005	0,005—0,001	<0,001		
0—10	0,14	—	39,11	12,56	12,61	35,58	60,75	2,81
25—35	0,16	—	34,35	12,57	12,93	39,99	65,49	3,28
37—47	0,07	—	32,98	12,19	16,84	37,92	66,95	3,04
55—65	0,16	—	34,11	11,63	17,22	36,88	65,73	17,38
85—95	0,08	0,24	32,47	7,74	22,36	37,11	67,21	21,51
140—150	0,08	1,05	34,56	10,02	18,33	35,96	64,31	19,86
240—250	0,12	1,18	36,64	5,29	21,70	35,07	62,06	17,71
390—400	0,14	—	26,64	7,71	22,27	42,99	72,97	27,00

Аналитик Е. А. Архонтова.

Таблица 37

Данные валового анализа лугово-степной темно-каштановой солонцеватой почвы в % к сухой, безгумусной, бескарбонатной навеске. Разрез 119

Глубина в см	Потеря от прокаливания	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃ +P ₂ O ₅	CaO	MgO
0—10	6,1	70,88	4,72	14,88	1,08	1,14
37—47	5,7	69,05	5,21	15,68	2,11	1,35
240—250	7,6	66,72	4,85	16,32	11,05	1,55

Аналитик Е. А. Архонтова.

О составе водорастворимых солей в почве дают представление данные водной вытяжки (табл. 38). Здесь можно выделить следующие зоны:

Таблица 38
 Данные анализа водных вытяжек из образцов лугово-степной темно-каштановой солонцеватой почвы.
 Разрез 119 (17.VII 1951 г.)

Глубина в см	Сумма в %	Водорастворимый гумус	Щелочность				Cl ⁻	SO ₄ ^{''}		Ca ^{..}		Mg ^{..}		Na ⁺ по разн.	
			нормальных карбонатов		общая в HCO ₃			проц.	мг-экв.	проц.	мг-экв.	проц.	мг-экв.	проц.	мг-экв.
			проц.	мг-экв.	проц.	мг-экв.									
0—10	0,045	0,015	нет	0,025	0,41	0,001	0,03	0,008	0,17	0,007	0,35	0,002	0,17	0,002	0,09
25—35	0,049	0,018	-	0,032	0,52	0,002	0,06	0,003	0,06	0,006	0,30	0,002	0,17	0,004	0,17
37—47	0,100	0,017	-	0,061	1,00	0,002	0,06	0,012	0,25	0,012	0,60	0,003	0,25	0,010	0,46
55—65	0,188	0,013	-	0,058	0,95	0,003	0,09	0,026	0,54	0,011	0,55	0,004	0,33	0,016	0,69
85—95	0,218	0,018	-	0,078	1,28	0,043	1,21	0,030	0,62	0,006	0,30	0,004	0,33	0,057	2,48
140—150	1,484	0,040	-	0,036	0,59	0,217	6,11	0,795	16,56	0,171	0,55	0,077	6,42	0,191	8,29
190—200	1,981	0,030	-	0,031	0,51	0,194	5,46	1,183	24,64	0,301	15,05	0,094	7,83	0,178	7,73
240—250	1,240	-	-	0,039	0,64	0,191	5,38	0,644	13,42	0,116	5,80	0,069	5,75	0,181	7,89
290—300	1,864	-	-	0,031	0,51	0,132	3,72	1,168	24,29	0,302	15,10	0,085	7,08	0,148	6,44
340—350	1,779	-	-	0,031	0,51	0,121	3,41	1,121	23,35	0,296	14,80	0,084	7,00	0,126	5,47
380—400	1,765	-	-	0,030	0,49	0,104	2,93	1,133	23,60	0,295	14,75	0,086	7,17	0,117	5,10
440—450	1,710	-	-	0,033	0,54	0,085	2,39	1,111	23,14	0,307	15,35	0,078	6,50	0,097	4,22
Грунтовая вода в 24 с 4/0 см	14,20	-	-	0,244	4,00	5,626	158,48	3,618	75,37	0,907	45,35	0,998	83,17	2,515	109,33

Аналитик Л. Дубинко.

1. Зона опреснения, которая прослеживается до 100-120 см-глубже, чем в солонце. Сумма солей колеблется здесь в незначительных пределах -0,04 до 0,2%; количество хлоридов ничтожно -0,001%; щелочность в верхних горизонтах невысокая, но в нижней части переходного горизонта достигает высоких значений -0,073%, что свидетельствует об остаточном характере солонцеватости.

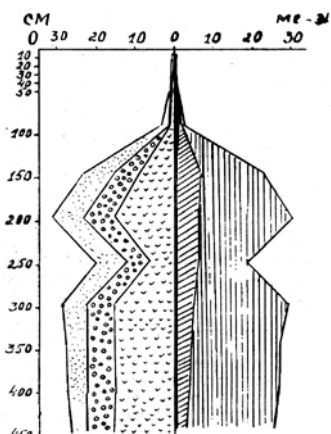


Рис. 14. Солевой профиль лугово-степной темно-каштановой солонцеватой почвы слаборaisedного Присивашья. Разрез 119. Совхоз «Молодая гвардия» Азовского района.

2. Зона современного и остаточного соленакопления (100-150 см) совпадает с зоной внутрпочвенного испарения восходящих пленочно-капиллярных токов.

Содержание водорастворимых солей равно 1,5%, состав их хлоридно-сульфатно-кальциевый. В твердой части почвы содержится 12% CaCO_3 и около 13% гипса.

3. Зона восходящего движения капиллярных токов на глубине 150-450 см. Она характеризуется постоянным капиллярным насыщением всей толщи и таким же постоянством солей сульфатно-кальциевого типа, достигающих 2%.

Максимумы C1 и S0_4 совмещаются на глубине 140-150 см. Запас солей в толще 0-100 см равен 14 т/га, в слое 200 см - 263 т/га, в слое 450 см-860 т/га (лето 1951 г).

Грунтовые воды, залегающие на глубине 470 см, летом 1951 г. содержали 14 г/л солей, в составе которых главное место занимает Cl' -158,48 мг-экв., Na -109,33 мг-экв., Mg - 83,17 мг-экв.

В холодный и влажный период в верхней опресненной толще наблюдается некоторое уменьшение количества солей, особенно хорошо это заметно по C1 на глубине 85-95 см, где содержание его уменьшается с 1,21 до 0,4 мг-экв. в 1952 г. и до 0,05 мг-экв. в 1953 г. (табл. 39). Вместе с тем, воздействие нис-

ходящего тока атмосферной влаги сказывается даже на составе солевого горизонта, с глубины 140-150 см, где количество С1 уменьшается с 6 до 2,6 мг-экв., в 1952 г. и до 1,08 мг-экв. в 1953 г.

В слабосолонцеватой почве, таким образом, атмосферные осадки проникают значительно глубже по профилю и выщелачивают соли более интенсивно, чем в солонцах.

В сухой жаркий период наблюдается некоторое подтягивание хлоридов, однако это увеличение в заметных количествах обнаруживается лишь в солевом горизонте (140-150 см), где содержание С1 возрастает с 1,08 мг-экв. до 5,31 мг-экв. и на глубине 190-200 см - с 2,91 до 6,97 мг-экв. Выше по профилю намечается лишь незначительное увеличение хлоридов или оно даже не улавливается вовсе.

Таблица 39

*Динамика иона-хлора в темно-каштановой солонцеватой почве
(в мг-экв. на 100г почвы). Разрез 119*

Глубина в см	VII 1951 г.	IX 1951 г.	II 1952 г.	IV 1952 г.	IX 1953 г.
0—10	0,03	0,48	0,34	0,02	0,03
25—35	0,06	0,51	0,43	0,02	0,03
37—47	0,06	0,18	—	0,02	0,03
55—65	0,09	0,14	0,09	0,02	0,03
85—95	1,21	2,53	0,40	0,05	0,46
140—150	6,11	4,79	2,60	1,08	5,31
190—200	5,46	5,46	4,83	2,91	6,97
240—250	5,38	6,00	4,92		
290—300	3,72	4,87	3,98		
340—350	3,41	4,17	4,40		
390—400	2,93	4,82	3,87		
440—450	2,39	3,58	2,68		

Аналитик Л. Дубинко

Таким образом, в темно-каштановых солонцеватых почвах лугово-степного ряда влияние грунтовых вод проявляется в сезонном поднятии хлоридов, но оно не превышает глубины 120-150 см от поверхности. В верхней же части почвы происходит опреснение атмосферными осадками, и динамика солей имеет слабо выраженный характер.

Лугово-каштановые осолоделые почвы

Среди комплексов луговых и лугово-степных почв встречаются лугово-каштановые осолоделые почвы, приуроченные к слабым микрозападинкам, покрытым злаковой растительностью. Примером такой слабоосолоделой почвы может служить разрез

139, заложенный в Красно-Перекопском районе, в 2 км на юго-запад от д. Будановки, на участке с целинной растительностью (мятлик, житняк, реже полынь) . Микрорельеф - еле заметное понижение.

Вскипает с 50 см. Карбонаты в виде плохо выраженной белоглазки с 57 см-140 см в небольшом количестве, максимум 72-89 см. Сульфатов нет до грунтовых вод, грунтовые воды с 420 см.

HE 0-12 см Серый со слабым буроватым оттенком, 0-6 см слоеватый, легко растирается в пыль, пронизан корнями растений, глинистый, сухой, рыхлый, переход постепенный.

HP 12-29 см Темно-серый с буроватым оттенком, комковато-зернистый, с хорошо выраженными отдельностями, густо пронизан корнями растений, на которых агрегаты висят как «бусы», более уплотнен.

HP 29-44 см Несколько светлее, очень постепенный переход по цвету, комковато-ореховатый, крупно-пористый, плотноватый, сухой, пронизан корнями растений, глинистый.

HP 44-57 см Бурый, неясно призмовидно-комковатый, плотный, тонкопористый, количество корней резко убывает.

Ph 57-69 см Светло-бурый, неоднородный по окраске, с редкими стяжениями и белоглазки, комковато-призмовидный, редкопористый, глинистый, свежий.

PK 69-90 см Желто-бурый, неоднородный по окраске, легкоглинистый, очень плотный, пестрый от скоплений белоглазки в виде округлых, очень твердых хрустящих конкреций, влажноватый.

Rk 90-140 см Желто-бурый суглинок с сизоватым оттенком, с небольшим количеством карбонатов, аккумулирующихся по порам и трещинам в виде прожилок и точечных скоплений.

С 300 см - Желто-бурая глина сменяется сизыми иловато-морскими отложениями.

Вследствие развития более богатой, чем на солонцах, злаковой растительности в почве содержится повышенное количество гумуса - 3,41 %, которое даже на глубине 58-68 см снижается лишь до 1,03%. Гумусовая часть почвенного профиля почти не содержит карбонатов. По механическому составу почва относится к пылеватой иловатой легкоглинистой разновидности. Распределение фракций по горизонтам в основном равномерное.

Как видно из таблицы 40 и рис. 16, почва несет следы наибольшего рассоления.

В верхних горизонтах почвы, до 75 см, плотный остаток равен 0,1-0,2% и лишь на глубине 75-105 см - слабо увеличива-

ется до 0,5%. Характерно, что количество солей не возрастает вблизи уровня грунтовых вод и остается равным 0,3%. Хлориды присутствуют в верхней части профиля в ничтожных количествах и лишь с 75 см достигают токсической величины - 0,1%, а ниже снова их содержание падает. Ничтожна и величина сульфатов по по всему профилю с максимумом - 0,1% на глубине 75-105 см. Щелочность по профилю невысокая - 0,02%.

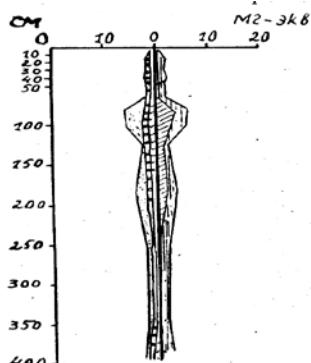


Рис. 16. Солевой профиль лугово-каштановой осолодевшей почвы. Разрез 139, с. Будановка Красно-Перекопского района.

Таблица 40

Содержание CaCO_3 , pH, гумуса и механический состав (в % сухой почвы) в лугово-каштановой осолодевшей почве. Разрез 139

Глубина в см	CaCO_3 в %	pH	Гумус в %	Фракции в мм					
				1—0,25	0,25—0,05	0,05—0,01	0,01—0,005	0,005—0,001	< 0,001
0—6	—	7,93	3,41	0,07	2,84	29,70	19,50	15,43	32,46
16—26	—	7,55	2,27	0,21	0,05	31,37	12,01	16,61	39,83
32—42	0,25	7,67	1,60	0,07	0,43	32,64	9,26	17,19	40,41
45—55	1,32	8,08	1,34	0,13	0,91	33,34	10,45	12,50	42,67
58—68	10,54	8,21	1,03	0,19	0,34	35,55	11,43	9,08	43,41
75—85	10,13	—	0,63	0,10	2,77	32,16	12,56	11,22	41,19
95—105	7,86	—	0,59						
120—130	16,32	—	0,44						
180—190	19,04	—	0,29						

Аналитик В. А. Хасапова.

На фоне незначительного содержания солей в верхней части профиля - до 75 см - преобладают сульфаты и бикарбонаты натрия, ниже - хлориды и сульфаты натрия и кальция. На глубине 75-85 см, где обнаруживается наибольшее засоление, состав солей по данным лета 1951 г. относится к сульфатно-хлоридному, натриево-кальциевому. В другие сроки он становится хлоридно-сульфатным.

Таблица 41

Данные анализа водных вытяжек из образцов лугово-каштановой осолоделой почвы
Разрез 139 (1.VIII 1951 г.)

Глубина в см	Плот- ный остаток	Водо- раство- римый гумус в %	Щелочность			Cl ⁻	SO ₄ ^{''}	Ca ^{..}	Mg ^{..}	Na ^{..} (по разн.)		
			нормальных карбонатов	общая в HCO ₃ [']								
				проц.	мг/экв.						проц.	
0—6	0,150	0,021	нет	0,026	0,006	0,15	0,30	0,05	0,58	0,005	0,24	
6—12	0,200	0,015	*	0,026	0,004	0,11	1,10	0,45	0,26	0,020	0,92	
16—26	0,200	0,016	*	0,017	0,002	0,05	0,053	0,35	0,003	0,019	0,84	
32—42	0,200	0,016	*	0,024	0,003	0,07	1,22	0,007	0,25	0,032	1,41	
45—55	0,150	0,013	*	0,024	0,006	0,14	1,56	0,007	0,35	0,003	0,33	
58—68	0,200	0,012	*	0,017	0,008	0,14	0,18	0,37	0,45	0,004	0,11	
75—85	0,550	0,016	*	0,045	0,028	0,78	0,042	0,87	0,65	0,006	0,77	
95—105	0,550	0,008	*	0,055	0,106	3,00	1,15	2,39	1,30	0,010	0,83	
120—130	0,250	0,008	*	0,059	0,064	1,80	0,139	2,91	1,45	0,013	3,99	
180—190	0,400	0,008	*	0,028	0,45	1,36	0,057	1,19	1,17	0,009	0,34	
240—250	0,250	0,008	*	0,011	0,18	0,08	0,115	2,39	0,90	0,008	0,66	
290—300	0,200	0,008	*	0,022	0,36	0,22	0,098	2,03	0,75	0,004	0,30	
340—350	0,200	0,007	*	0,011	0,18	0,005	0,062	1,28	0,55	0,006	0,50	
390—400	0,300	0,008	*	0,018	0,30	0,13	0,075	1,56	0,75	0,010	0,83	
Грунтовая вода в 2/4 с 420 см	29,02	—	*	0,268	4,39	13,703	4,773	99,46	88,60	1,751	145,91	5,873
												255,34

Аналитик Г. Гонтаренко.

Динамика иона хлора в лугово-каштановой осолоделой почве
(в мг-экв. на 100 г почвы). Разрез 139

Глубина в см	VII 1951 г.	IX 1951 г.	II 1952 г.	IV 1952 г.	IX 1952 г.	IV 1953-г.	IX 1953 г.
0—6	0,57	0,28	0,18	0,06	0,03	0,02	—
6—12	0,11	0,14	0,20	0,06	0,03	0,02	—
16—26	0,05	0,08	0,50	0,06	0,05	0,05	—
32—42	0,07	0,17	0,22	0,06	0,05	0,02	—
45—55	0,58	0,22	0,28	0,06	0,05	0,02	—
58—68	0,78	1,04	0,92	0,17	0,20	0,05	0,34
75—85	3,00	2,56	2,86	1,79	1,87	1,00	1,88
95—105	1,80	2,70	2,98	1,57	3,55	2,40	2,23
120—130	0,44	2,08	1,97	1,32	1,77	3,31	1,23
180—190	1,36	1,63	1,10	0,92	1,37	—	—
240—250	0,24	1,18	1,12	0,97	1,14	—	—
290—300	0,24	1,05	1,12	0,80	0,86	—	—

Аналитик Г. Гонтаренко

В период зимне-весеннего увлажнения эти почвы сильнее увлажняются в силу своего западного положения, поэтому в весеннем профиле почвы заметно выщелачивание и тех малых количеств солей, которые здесь имеются.

Значительно снижается величина плотного остатка и сульфатов. Хлориды в 1952 г. были вымыты настолько, что до самых грунтовых вод не обнаруживалось токсической величины их, в 1953 г. вымывание хлоридов обнаружено до глубины 180-190 см.

Последующий подъем солей осуществлялся в небольших количествах и выше 75-95 см они не поднимались.

Если сопоставить содержание хлоридов и сульфатов в засушливый период 1951 и 1953 гг., то мы не обнаружим увеличения солей, а скорее уменьшение, особенно заметное по плотному остатку.

Следовательно, почвы западин, сквозь толщу которых фильтруется значительно больше влаги, чем на рядом расположенных по микробугоркам солонцах, интенсивно рассоляются и характеризуются слабой сезонной миграцией солей.

Таким образом, хлоридно-сульфатное засоление охватывает широкую группу почв, куда относятся солонцы луговые солончаковатые и глубоко-солончаковатые, солонцы лугово-степные солончаковатые и глубокосолончаковатые и лугово-каштановые и темно-каштановые солонцеватые глубокозасоленные почвы.

Состав первого горизонта аккумуляции представлен здесь Na_2SO_4 , NaCl и CaSO_4 .

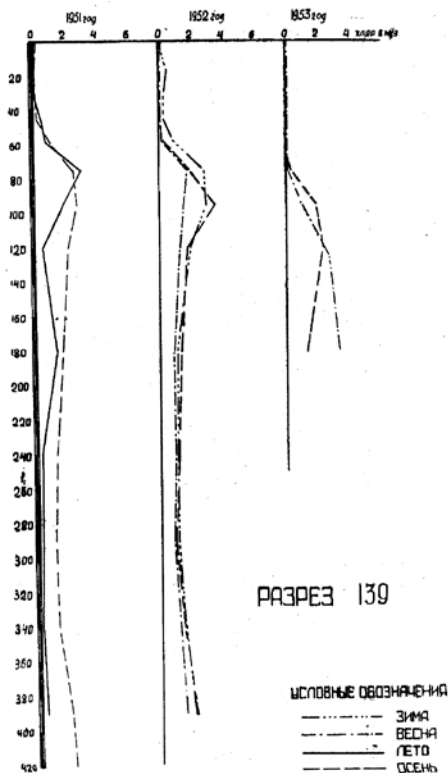


Рис. 17. Динамика хлоридов в лугово-каштановой осолоделой почве. Разрез 139.

3. Область современного рассоления почв (автоморфные почвы)

а) Район глубокого рассоления почв с остаточным засолением и солонцеватостью

Тип засоленности - сульфатный.

Солевой режим - сезонно необратимого рассоления.

В более дренированной части степного Крыма, примерно с абсолютных отметок в 10 м, где грунтовые воды залегают глубже 8-10 м, почвенные горизонты теряют связь с грунтовыми водами, постепенно рассоляются и рассолонцовываются.

Почвенный покров на таких территориях представлен степными комплексами темно-каштановых (каштановых) почв различной степени солонцеватости, среди которых встречаются пятна солонцов, количество которых составляет обычно не более 10% от всей площади.

С еще большим повышением местности солонцы исчезают, сменяясь темно-каштановыми солонцеватыми почвами, залегающими в комплексе с темно-каштановыми слабосолонцеватыми, представляющими основной фон. Затем эти комплексы постепенно переходят в южные слабогумусированные черноземы центральной возвышенной степи.

В настоящее время почти все почвы степных комплексов Крыма, за исключением Керченского полуострова, характеризуются сульфатным типом засоленности и солевым режимом необратимого рассоления.

Характеристику почв сульфатного типа, испытавших быстрое засоление, начнем с более засоленных разновидностей почв, в частности степных солонцов.

Степной солончаковатый солонец

Разрез 136 характеризует степной средне-глыбисто-призматический солончаковатый солонец, заложенный в Красно-Перекопском районе, в 6,5 км на запад от д. 3-й Казенный участок, на полях Красно-Перекопского сортоучастка. Посев проса, сильно засоренного горчаком и кураем. Микропонижение с оголенной поверхностью.

Вскипание с 32 см. Карбонаты с 45 см в виде редкой белоглазки и отдельных точечных скоплений в рассеянном состоянии. Сульфаты с 58 см до 200 см, первый максимум 60-77 и второй - 134-200 см. До глубины 134 см сульфаты встречаются в виде тонких прожилок мелкокристаллического гипса, с 134 см - в виде крупнокристаллического гипса.

Ен 0-16 см Светло-серый, белесоватый, пористый, выламывается глыбами, среднесуглинистый, плотный, сухой, разбит трещинами, переход резкий.

Ин 16-33 см Коричневый, призмовидный, призмы распадаются на острогранные глыбки, поверхность отдельностей глянцеватая, очень плотный, редко пористый, глинистый, разбит трещинами, переход постепенный.

Ип 33-46 см Коричневато-бурый, призмовидно-глыбистый, плотный, глинистый, пылеватый.

Рк 46-58 см Желто-бурый, мелкоореховатый, плотный, глинистый, пылеватый. Карбонаты распределены неравномерно, в верхней части их немного в виде отдельных вкраплений, в нижней - количество их увеличивается.

Ркс 58—134 см Те же цвет и структура, отдельности становятся более угловатыми и менее прочными. Сульфаты в

очень большом количестве, что придает горизонту пеструю окраску.

Ps 134—200 см Лессовидная глина, с большим количеством крупнокристаллического гипса в виде гнезд.

По данным химического анализа (табл. 43) видно, что содержание гумуса в степном солонце ниже, чем в ранее рассмотренных солонцах лугового и лугово-степного комплексов. В элювиальном горизонте оно равно 1,8%, а на глубине 45-58 см -0,5% и падает до 0,35% в солевом горизонте. Вместе с тем заметно увеличилось содержание карбонатов, с 30 см в почве обнаруживается 11% CaCO₃, достигая максимума 20,17% на глубине 55-58 см. Следовательно, при движении от солонцов гидроморфного ряда к степному наблюдается отчетливая картина возрастания карбонатов, повышение уровня карбонатного горизонта. Этот вывод имеет существенное значение для вопросов мелиорации этих почв.

Таблица 43

Данные химического состава почвы степного солончаковатого солонца. Разрез 136

Глубина в см	Гумус проц.	CaCO ₃	pH	Обменные катионы (в мг-экв.)				Проц. Na от сум- мы
				Ca	Mg	Na	Сумма	
0—10	1,80	—	7,12	17,38	3,56	2,14	23,02	9
15—31	0,93	—	8,09	19,41	4,34	6,5	30,25	21
31—45	0,87	11,0	8,68					
45—58	0,52	20,17	8,26					
62—72	0,35	—	17,1					
100—110	0,30	12,01	—					
140—150	0,18	—	—					
190—200	0,09	8,65	—					

Аналитик Е. А. Архонтова

В составе обменных катионов начинает повышаться роль обменного кальция -17-19 мг-экв., но натрий в солонцеватом горизонте занимает еще видное место -21% от суммы катионов.

Такому высокому содержанию обменного натрия вполне соответствуют данные распределения механических элементов по профилю и валового анализа.

Фракций ила в солонцеватом горизонте содержится почти вдвое больше - 41,68%, чем в элювиальном горизонте - 24,86%, что свидетельствует об интенсивном процессе транспортировки коллоидных частиц по профилю.

Данные валового анализа, в свою очередь, указывают на значительный вынос полуторных окислов из элювиального в солонцеватый иллювиальный горизонт: в первом Fe₂O₃ содержится 4,45%, во втором - 6,26%; Al₂O₃ + P₂O₅ соответственно

13,99% и 16,50%. Очевиден также вынос кальция и в меньшей степени - магния.

Таблица 44

Данные механического анализа методом «пипетки»
 степного солончаковатого солонца
 (в % сухой почвы). Разрез 136

Глубина об- разца в см	Фракции в мм						Сум- ма <0,01	Поте- ря от обра- ботки НС1
	1,0—0,25	0,25—0,05	0,05—0,01	0,01—0,005	0,005—0,001	<0,001		
0—10	0,25	6,54	41,92	10,63	15,80	24,86	51,29	1,64
15—31	0,07	3,37	28,65	7,87	18,36	41,68	67,91	1,58
31—45	0,14	—	37,82	6,17	17,16	38,71	62,04	13,74
45—58	0,11	1,81	29,53	10,17	16,59	41,79	68,55	24,09
62—72	0,12	—	28,93	13,13	20,22	37,60	70,95	22,88
100—110	0,14	1,13	31,79	12,81	21,94	32,19	66,94	17,10
140—150	0,10	5,07	33,17	11,87	15,13	34,66	61,66	18,13
190—200	0,19	1,46	37,20	5,55	22,94	32,66	71,15	18,39
240—250	0,18	3,98	38,21	5,23	17,70	34,70	57,63	17,66
340—350	0,19	10,09	37,46	3,83	18,79	29,70	52,26	15,37
440—450	0,18	7,68	30,24	7,21	15,72	38,97	61,90	25,39

Аналитик В. А. Хасапова

Таблица 45

Данные валового анализа степного солончаковатого солонца
 (в % к сухой) беззугмусной бескарбонатной навеске.
 Разрез 136

Глубина в см	Потеря от прока- ливания	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃ +P ₂ O ₅	CaO	MgO
0—10	4,1	74,81	4,45	13,99	0,89	1,59
15—30	5,3	64,34	6,26	16,50	1,72	1,92
30—45	8,4	71,26	5,88	15,78	4,54	2,55
240—250	8,1	68,57	4,69	14,90	9,42	1,75

Аналитик Р. С. Галанна

В верхнем горизонте отчетливо накопление кремнекислоты - 73,81%, по сравнению с нижележащим горизонтом. Здесь же по данным щелочных вытяжек обнаруживается избыток SiO₂ на 2,1%.

О солевом составе почвы можно судить по данным таблицы 47 и рис. 18. В верхней части профиля до 62 см содержится немного солей - около 0,2%. С 62 и до 200 см количество их возрастает до 1-2%, причем на глубине 62-72 см величина С1 приближается к токсической (2,7 мг-экв.), но максимума он достигает на глубине 140 см - 6,4 мг-экв., где приуро-

чен также и максимум SO_4 - 23,9 мг-экв. Состав солей в первом солевом горизонте (62-72 см) сульфатно-кальциевый. Запас солей в слое 1 м 140 т/га, 2 м -280 т/га.

Таблица 46

Данные анализа щелочной вытяжки из образцов степного солончаковатого солонца. Разрез 136

Глубина в см	SiO_2 проц.	Al_2O_3 проц.	SiO_2 мг-экв	Al_2O_3 мг-экв.	$2SiO_2 \cdot Al_2O_3$		Избыток SiO_2	
					проц.	мг-экв.	проц.	мг-экв.
0—10	2,76	0,49	23,0	4,82	1,07	9,64	2,18	18,18
15—30	1,98	0,58	16,4	5,68	1,26	11,3	1,28	10,7

В холодный и влажный период из почвы выщелачивается часть солей, причем в зимний период 1952 г. на глубине 62-72 см количество Cl уменьшилось с 2,7 мг-экв. до 0,73 мг-экв., на глубине 100-110 см с 6,1 мг-экв. до 4,4 мг-экв. В верхних горизонтах вымывание было выражено слабее.

Выщелачивание стало более заметным весной 1953 г. (табл. 48), когда в верхних горизонтах, до 62 см, содержание Cl уменьшилось с 0,1-0,2 мг-экв. до 0,05 мг-экв., на глубине 62-72 см - до 0,28 мг-экв., на глубине 110 -120 см - до 2,4 мг-экв. Таким образом, во влажный период величина хлора, близкая к токсической, оказывается на глубине 110 см.

В сухой и жаркий период наблюдается некоторое подтягивание хлора вверх, но в 1953 г. токсическое его содержание после весеннего промачивания осталось по-прежнему на глубине 100 см, хотя на глубине 62-72 см произошло возрастание его с 0,28 мг-экв. до 2,51 мг-экв., а выше - 45-48 см с 0,08 мг-экв. до 1,28 мг-экв.

Таким образом, в степных солончаковатых солонцах, не связанных с грунтовыми водами, заметная миграция хлоридов происходит в интервале 60-100 (150) см. Выше 60 см хлор в токсических количествах не поднимается.

Примером уже более остепненного солонца, который является переходным к солонцеватой темно-каштановой почве, является р. 128, заложенный в Джанкойском районе, на землепользовании колхоза им. Фрунзе, в 2 км на юг от дер. Солонцо-

вое, на поле подсолнечника. Почвенный покров состоит здесь в основном из темно-каштановых слабосолонцеватых почв (р. 129) и солонцов до 10%, причем солонцы, как уже оказано, значительно утратили свои резкие признаки.

Таблица 47
 Данные анализа водных вытяжек из образцов степного солончакового солонца. Разрез 136.
 (29 VII 1951г.)

Глубина в см	Плот- ный оста- ток в %	Щелочность				Cl'	SO ₄ "	Ca''	Mg''	Na' по разн.			
		Нормальных карбонатов		Общая в НСО ₃ '									
		проц.	Мг-экв.	проц.	Мг-экв.								
0-10	0,128	нет	0,010	0,013	0,005	0,14	0,42	0,002	0,10	0,003	0,20	0,010	0,46
15-31	0,127	"	0,014	0,023	0,007	0,20	0,30	0,002	0,10	0,002	0,15	0,014	0,63
31-45	0,192	"	0,014	0,016	0,049	0,14	0,21	0,003	0,14	0,004	0,30	0,004	0,17
45-58	0,290	"	0,007	0,040	0,033	0,94	2,41	0,007	0,33	0,006	0,50	0,073	3,18
62-72	1,169	"	0,003	0,020	0,032	2,70	0,634	0,093	4,63	0,054	4,50	0,163	7,09
100-110	1,952	"	0,004	0,015	0,24	6,10	0,974	0,182	9,09	0,104	3,67	0,216	8,88
140-150	2,233	"	0,004	0,014	0,224	6,40	1,147	0,393	19,64	0,113	9,41	0,034	1,47
190-200	2,172	"	0,003	0,110	0,168	4,80	1,142	0,142	7,08	0,098	8,17	0,311	13,53
240-250	0,855	"	0,004	0,023	0,154	4,40	0,340	0,029	1,45	0,044	3,67	0,155	6,74
290-300	0,689	"	—	0,027	0,44	3,44	0,312	0,023	1,15	0,036	3,00	0,144	6,23
390-400	1,850	"	—	0,017	0,28	2,70	0,990	0,201	10,05	0,093	7,75	0,132	5,78
440-450	2,212	"	—	0,014	0,091	2,60	1,222	0,263	13,13	0,103	8,58	0,151	6,57
490-500	1,688	"	—	0,020	0,32	0,91	0,904	0,154	7,70	0,088	7,33	0,154	6,69
540-550	—	"	—	0,032	0,52	2,55	0,309	0,020	1,00	0,031	2,60	0,136	5,91
590-600	0,615	"	—	0,038	0,62	0,81	0,268	0,015	0,75	0,025	2,10	0,130	5,67
640-650	0,763	"	—	0,034	0,56	0,91	0,345	0,220	1,10	0,032	2,70	0,150	6,54
690-700	1,011	"	—	0,027	0,44	0,95	0,488	0,048	2,40	0,051	4,20	0,154	6,71

Аналитик А. Рыбина

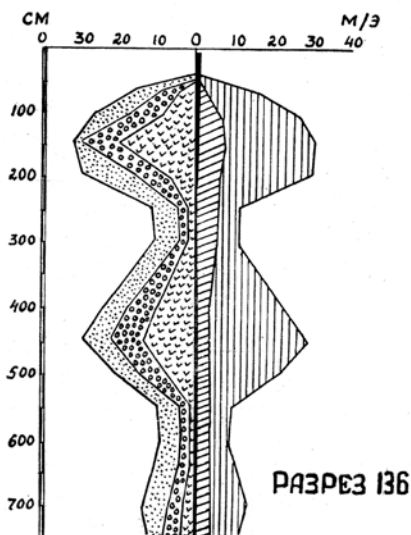


Рис. 18. Солевой профиль степного солончаковатого солонца высокого Присивашья.

Разрез. 136.

с. Третий казенный участок, Красно-Перекопского района.

Разрез 128 заложен на оголенном пятне среди посевов подсолнечника. Микробугорок. Вскипание с 49 см. Карбонаты в виде белоглазки не очень четкой формы с 57 до 75 см. Сульфаты с 94 см в виде тонких белых прожилок мелкокристаллического гипса в небольшом количестве. Со 146 см гипс крупнокристаллический в виде крупных друз и гнезд. Материнская порода - желто-бурая лессовидная глина.

Таблица 48

Динамика иона-хлора в степном солончаковатом солонце (в мг-экв. на 100г почвы) Разрез 136

Глубина в см	VII 1951 г.	IX 1951 г.	II 1951 г.	IV 1952 г.	1952 г.
0—10	0,14	0,17	0,04	0,05	0,05
15—31	0,20	0,17	0,10	0,05	0,05
31—45	0,14	0,34	0,21	0,23	0,05
45—58	0,98	0,51	0,34	0,28	0,08
62—72	2,70	1,41	0,73	0,43	0,28
100—110	6,10	4,65	4,41	3,68	2,40
140—150	6,40	5,73	5,61	5,22	4,22
190—200	4,80	4,73	4,61	5,05	4,62
240—250	4,40	3,89	3,46	4,62	
290—300	3,44	3,10	2,83	3,62	
340—350	2,80	2,87	2,78	3,87	
390—400	2,70	2,48	3,07	4,62	
440—450	2,60	2,51	3,04	4,18	
490—500	2,55	2,76	3,04	4,28	
540—550	2,55	2,70	3,11	4,25	
590—600	2,30	2,59	2,85	5,20	
640—650	2,60	2,65	3,27	4,89	
690—700	2,70	2,59	3,15	3,86	

Аналитик А. Рысина.

ЕН пах. -17 см Светлый, со слабым буроватым оттенком, глыбистый, выламывается глыбами размером 15 S 20 см, плотный среднесуглинистый, сухой, переход резкий.

ИН 17-30 см Темно-серый с Коричневым оттенком, призмовидный, распадается на орехи и острогранные зерна, плотный, сухой, легкосуглинистый, переход постепенный.

Ип 30-43 см Светлее, призмовидно-ореховатый, легкоглинистый, разбит трещинами, переход постепенный.

Ир 43-56 см Бурый, неоднородно гумусирован, видны за- теки органического вещества, призмовидно-ореховатый, легкоглинистый, плотный.

Рк 56-97 см Светло-бурый, комковато-ореховатый, пестрит от вкраплений белоглазки расплывчатой формы, очень плотный, сухой, легкоглинистый.

Ркс 94-145 см Желто-бурый, с небольшим количеством сульфатов.

Ркс 145-200 см Такой же с максимальным содержанием гипса.

В этой почве содержание гумуса в верхнем горизонте не отличается от р. 136-1,88%, но распределение по глубинам более постепенное, чем обыкновенно у солонцов, на глубине 30-40 см обнаруживается еще 1,11% и на глубине 44-45 см-0,77%. Несколько меньшее участие в коллоидном комплексе принимает обменный натрий, составляя 16% от суммы катионов.

Таблица 49

Данные химического анализа степного
глубокосолончаковатого солонца. Разрез 128

Глубина образца в см	Гумус в %	CaCO ₃	SO ₄ гипса (%)	Обменные катионы (в мг-экв.)				Проц. Na от сум- мы
				Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	Сумма	
0—10	1,88	—	—	14,34	6,76	1,85	22,95	8
18—35	1,46	—	—	16,91	8,89	5,23	31,03	16
35—44	1,11	—	—	14,81	10,81	5,19	30,81	16
44—55	0,77	10,49	—	—	—	—	—	—
65—75	0,31	17,13	—	—	—	—	—	—
190—200	0,09	10,36	7,9	—	—	—	—	—

Аналитик Е. А. Архонтова.

В почве обнаруживаются более слабые черты миграции веществ по профилю и выноса их. Так, по данным механического состава количество илистой фракции на глубине 0-10 см

составляет 24,71%, а на глубине 20-30 см оно возрастает до 38,26%.

Таблица 50

Данные механического анализа методом «пипетки»
степного глубокосолончаковатого солонца (в % сухой почвы).
Разрез 128

Глубина образца в см	Фракции в мм						Сумма < 0,01	Потеря от промывания НС1
	1,0—0,25	0,25—0,05	0,05—0,01	0,01—0,005	0,005—0,001	< 0,001		
0—10	0,17	3,10	44,71	9,64	17,67	24,71	52,02	2,01
20—30	0,11	4,84	28,76	11,51	16,52	38,26	66,29	2,11
30—44	0,06	3,84	28,02	8,99	13,76	45,33	68,02	3,34
44—55	0,11	1,12	54,25	10,23	12,29	42,0	64,52	14,73
65—75	0,08	1,58	26,78	10,85	16,70	44,01	71,56	22,21
105—115	0,14	0,52	35,73	6,62	19,43	37,56	63,61	18,72
190—300	0,10	0,20	32,08	7,65	16,19	43,78	67,62	28,46
290—300	0,19	—	38,53	6,23	21,73	33,32	61,28	23,81
390—400	0,12	4,33	29,23	9,73	16,50	40,09	66,32	17,32
490—500	0,11	0,58	26,54	12,17	17,40	42,20	72,77	19,57
690—700	0,05	1,21	27,23	7,74	14,48	49,29	71,51	19,10
790—800	0,11	—	28,12	8,65	17,78	45,34	71,77	14,89
890—900	0,05	0,69	29,89	5,92	18,17	45,28	69,37	24,05
990—1000	0,04	—	25,38	5,44	20,93	48,21	74,58	29,86

Аналитик В. А. Хасанова.

Миграция полуторных окислов из верхнего горизонта в солонцеватый по данным валового анализа выражена также слабее: в верхнем горизонте Fe_2O_3 содержится 4,22%, в солонцеватом - 5,3%. Такая же картина наблюдается и по содержанию Al_2O_3 . Однако накопление кремнекислоты в элювиальном горизонте видно отчетливо - 72,26, по сравнению с солонцеватым горизонтом - 65,68%.

Обращает на себя внимание повышенное содержание валового кальция в верхнем горизонте почвы.

Таблица 51

Данные валового анализа степного глубокосолончаковатого солонца в % к сухой, беззумусной, бескарбонатной навеске.
Разрез 128

Глубина в см	Потеря от прокалывания	SiO_2	Fe_2O_3	$Al_2O_3 + P_2O_5$	CaO	MgO
0—10	5,1	72,26	4,22	14,42	2,55	1,68
18—30	5,4	65,68	5,38	15,52	2,51	2,79
30—44	5,2	65,46	5,91	15,78	2,53	2,87
240—250	7,6	67,54	4,74	15,97	8,30	2,99

Аналитик Р. С. Галанина.

Анализ щелочной вытяжки показывает значительное превышение содержания SiO_2 по сравнению с формулой каолина, оно достигает 2,2%.

О большей выщелоченности этой почвы можно судить по данным водной вытяжки (табл. 53, рис. 19).

Верхняя часть профиля до 100 см является более выщелоченной, чем в р. 136, плотный остаток здесь колеблется в пределах 0,07-0,16%. В составе солей преобладают бикарбонаты натрия. Характерно, что щелочность достигает величины 0,08% HCO_3^- в нижней части солонцеватого горизонта и в верхней части карбонатного горизонта. Эта повышенная щелочность в нижней части гумусового горизонта и в карбонатном горизонте свидетельствует о прежней солонцеватости всего профиля и остаточном характере его в настоящий период.

Таблица 52

Данные анализа щелочной вытяжки из образцов степного глубокосолончаковатого солонца Разрез 128

Глубина в см	SiO_2 проц.	Al_2O_3 проц.	SiO_2 мг-экв.	Al_2O_3 мг-экв.	$2\text{SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$		Избыток SiO_2	
					проц.	мг-экв.	проц.	мг-экв.
0—10	2,84	0,47	23,6	4,64	1,03	9,28	2,27	18,9
18—30	2,19	0,85	18,3	8,40	1,86	16,8	1,18	9,9

Аналитик Е. А. Архонтова.

С глубины 100 см обнаруживается возрастание засоленности до 0,5%, которая достигает максимума лишь в конце 2 метра - 1,8%. Здесь же отмечается максимум Ca -4,34 мг-экв. и SO_4 -22,98 мг-экв.; из катионов преобладает кальций - 12,95 мг-экв. Состав солей сульфатно-кальциевый.

С 200 до 700 см в породе отмечается высокое содержание солей -0,8-1,9%, преимущественно сульфатно-кальциевого состава, а ниже 700 см количество солей убывает до 0,5-0,4% и состав их становится хлоридно-сульфатным, поскольку эта часть профиля находится в зоне воздействия капиллярных растворов, поднимающихся от грунтовых вод.

Запас солей в почве заметно уменьшается: в слое 1 м он равен 21 т/га, в 2 м - 62,8 т/га.

Грунтовые воды, залегающие на глубине 1065 см, более опреснены, содержат 12,6 г/л солей, причем в составе ионов главное место принадлежит Ca -96,6 мг-экв., SO_4 -82,97 мг-экв., Na -103,84 мг-экв. и Mg -61,25 мг-экв.

В осенне-зимний период 1951-1952 г., когда выпало 145 мм осадков (по ст. Джанкой), почвенный профиль оказался сильно увлажненным до глубины 60 см (капиллярно-подвешенная влага), но и ниже, до глубины 2 м, влажность была выше на 2-3% по сравнению с предыдущим сухим периодом.

В весеннем профиле почвы 1952 г. обнаружилось некоторое уменьшение хлора во всей метровой толще. На глубине 115 см снижение содержания хлора произошло с 2,11 мг-экв., до 0,59 мг-экв., выше по профилю оно было выражено слабее.

К осени хлориды несколько подтянулись вверх по профилю, и хотя заметная их величина появилась на глубине 65 см,

токсическое же содержание наблюдалось по-прежнему на глубине 100 см. Следовательно, миграция хлоридов ослабляется как количественно, так и по амплитуде передвижения в профиле почвы.

Таблица 53

Данные анализа водных вытяжек из образцов степного глубоководного солонча. Разрез 128.
(I-XI 1951 г.)

Глубина в см	Щелочность				Cl'	SO ₄ "	Ca''		Mg''		Na' по разн.		
	Плотный остаток в %	Нормальных карбонатов		Общая в HCO ₃ '			проц.	Mg-экв.	проц.	Mg-экв.	проц.	Mg-экв.	проц.
		проц.	Mg-экв.										
0-10	0,075	нет	0,020	0,33	0,002	0,013	—	—	—	—	—	—	
18-30	0,070	*	0,033	0,54	0,006	0,011	—	—	—	—	—	—	
30-44	0,084	*	0,052	0,85	0,012	0,005	—	—	—	—	—	—	
45-55	0,120	*	0,078	1,28	0,012	0,017	0,005	0,002	0,17	0,036	—	—	
65-75	0,160	*	0,081	1,33	0,014	0,027	0,005	0,002	0,17	0,043	—	—	
105-115	0,526	*	0,040	0,65	0,075	0,261	0,018	0,020	1,67	0,129	—	—	
190-200	1,848	*	0,018	0,29	0,154	1,103	0,245	0,102	8,50	0,158	—	—	
240-250	0,750	*	0,044	0,72	0,144	0,318	—	—	—	—	—	—	
290-300	1,690	*	0,016	0,26	0,119	1,00	0,228	0,086	7,17	0,135	—	—	
340-350	0,852	*	0,046	0,75	0,132	3,72	—	—	—	—	—	—	
390-400	0,670	*	0,047	0,77	0,109	3,07	—	—	—	—	—	—	
440-450	1,950	*	0,024	0,39	0,083	1,220	—	—	—	—	—	—	
490-510	2,028	*	0,027	0,44	0,098	2,76	—	—	—	—	—	—	
540-550	1,170	*	0,034	0,56	0,097	2,73	—	—	—	—	—	—	
590-600	1,951	*	0,027	0,44	0,085	2,40	—	—	—	—	—	—	
640-650	1,806	*	0,023	0,38	0,061	1,72	—	—	—	—	—	—	
690-700	0,563	*	0,043	0,70	0,080	2,25	—	—	—	—	—	—	
740-750	0,517	*	0,039	0,64	0,071	2,00	0,019	0,020	1,67	0,120	—	—	
790-800	0,555	*	0,061	1,00	0,070	1,98	—	—	—	—	—	—	
840-850	0,412	*	0,064	1,05	0,067	1,86	—	—	—	—	—	—	
890-900	0,415	*	0,066	1,08	0,066	1,86	—	—	—	—	—	—	
940-950	0,422	*	0,066	1,08	0,062	1,75	—	—	—	—	—	—	
Грунтовая вода с 1065 см в г/л	12,61	*	0,255	4,67	3,38	96,60	0,383	0,735	61,25	2,392	103,84	—	

Аналитик А. Рыбина

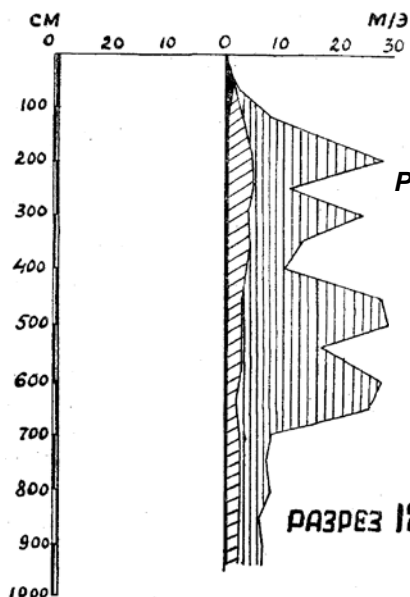


Рис 19. Солевой профиль степного глубокосолончаковатого солонца высокого Присивашья. Разрез 128. Колхоз им. Фрунзе Джанкойского района.

Таблица 54
Динамика иона-хлора в степном глубокосолончаковатом солонце (в мг-экв. на 100 г почвы) Разрез 128

Глубина в см	VII 1951 г.	IX 1951 г.	IV 1952 г.	IX 1952 г.	IV 1953 г.	IX 1953 г.
0—10	0,13	0,45	0,02	0,02	0,02	0,08
18—30	0,09	0,17	0,04	0,05	0,02	0,08
30—44	0,09	0,34	0,11	0,08	0,02	0,06
44—55	0,10	0,34	0,11	0,11	0,02	0,06
65—75	0,42	0,39	0,29	1,28	0,08	0,17
115—125	—	2,11	0,59	3,28	0,37	2,11
190—200	4,16	4,34	3,28	4,25	1,45	2,11
240—250	5,07	4,05	5,05	3,48		
290—300	3,30	3,35	4,03	2,77		
340—350	3,00	3,72	3,85	2,37		
390—400	3,12	3,07	3,20	2,20		
440—450	—	2,34	2,80	—		
490—500	2,40	2,76	3,46	1,94		
540—550	2,60	2,73	2,94	1,77		
590—600	2,26	2,40	2,80	1,82		
640—650	2,0	1,72	2,45	1,45		
690—700	2,34	2,25	2,62	1,25		
740—750	2,24	2,00	2,14	0,91		
790—800	2,14	1,98	2,46	0,80		
840—850	2,12	1,88	2,00	—		
890—900	2,12	1,86	2,14	—		

Аналитик А. Рысина.

Передвижение солей происходит без участия грунтовых вод, поскольку капиллярные токи, поднимающиеся снизу, не достигают почвенной толщи. Поэтому в этой почве не наблюдается такого резкого возрастания солей в сухой период, как это имело место, например, в луговых солонцах.

Данные механического состава, обменных оснований и валового анализа дают основание считать, что процесс осолонцевания этой почвы проходил в более слабой степени, чем в ранее приведенных разрезах, и что, судя по возрастанию обменного кальция в верхнем горизонте и большей опресненности, почва находится в стадии остепнения.

Сравнение состава солей в остепненных солонцах и солонцах луговых и лугово-степных показывает, что в первых хлориды занимают гораздо меньшее место, а большая роль принадлежит сульфатам.

Дальнейшее усиление процесса выщелачивания можно видеть на примере темно-каштановой солонцеватой почвы (р. 138), залегающей в комплексе с солонцами типа, описанного выше (р. 136).

Здесь солевой горизонт опущен на глубину 130-140 см - 0,493% солей, а максимум находится на глубине 190-200 см-1,96%. Токсическое содержание хлора обнаруживается на глубине 130 см (табл. 55).

Таблица 55

Данные анализа водных вытяжек из образцов темно-каштановой солонцеватой почвы.
Разрез 138 (28. XI 1951 г.)

Глубина в см	Плотный остаток в %	Щелочность				Cl ⁻		SO ₄ ^{''}	
		Нормальных карбон.		Общая НСО ₃ [']		проц.	мг-экв.	проц.	мг-экв.
		проц.	мг-экв.	проц.	мг-экв.				
0—10	0,090	нет	нет	0,020	0,33	0,015	0,42	0,019	0,39
10—20	0,046	"	"	0,027	0,44	0,004	0,11	0,004	0,08
20—30	0,071	"	"	0,047	0,77	0,006	0,17	0,003	0,06
30—40	0,072	"	"	0,054	0,88	0,004	0,11	0,003	0,06
40—50	0,076	"	"	0,060	0,98	0,004	0,11	0,006	0,12
60—70	0,113	"	"	0,081	1,33	0,006	0,17	0,006	0,12
100—110	0,255	"	"	0,076	1,24	0,044	1,24	0,061	1,27
130—140	0,493	"	"	0,048	0,79	0,109	3,07	0,190	3,96
190—200	1,906	"	"	0,026	0,43	0,178	5,01	1,100	22,91
240—250	0,878	"	"	0,027	0,44	0,204	5,75	0,354	7,37
290—300	0,830	"	"	0,026	0,43	0,169	4,76	0,362	7,54
340—350	0,671	"	"	0,036	0,59	0,189	5,32	0,221	4,60
390—400	2,016	"	"	0,018	0,29	0,167	4,70	1,208	25,16
440—450	2,110	"	"	0,019	0,31	0,156	4,39	1,254	26,12
490—500	0,695	"	"	0,039	0,64	0,158	4,54	0,276	5,75
540—550	1,700	"	"	0,023	0,38	0,156	4,39	0,960	20,00
590—600	1,320	"	"	0,023	0,38	0,138	3,89	0,701	14,60
640—650	2,118	"	"	0,018	0,29	0,140	3,94	1,256	26,16
690—700	0,704	"	"	0,036	0,59	0,141	3,97	0,299	6,23

Аналитик Г. Гонтаренко.

Степные темно-каштановые почвы

Темно-каштановые солонцеватые и несолонцеватые почвы, в отличие от степных солонцов, несут следы более глубокого рассоления, интенсивность которого зависит от степени солонцеватости, удаленности от берегов Сиваша и ряда других причин.

Как правило, в темно-каштановых солонцеватых почвах нисходящий ток влаги встречает препятствие со стороны солонцеватого горизонта, поэтому выщелачивание солей здесь не достигает максимальной силы (например, в р. 138).

Слабое выщелачивание солей из нижних горизонтов почвы и из горизонтов породы наблюдается и в тех разностях темно-каштановых почв, которые сравнительно недавно оторвались от влияния грунтовых вод, залегающих на глубине 7-8 м. Примером такой темно-каштановой почвы, в которой заметно выщелочены соли из почвенной толщи и слабее из породы, является р. 126, заложенный в Азовском районе, в 3 км от дер. Великоселье на юго-запад. Поле черного пара.

Вскипает с 55 см, белоглазка с 64 см до 105 см, максимум 68-95 см. Сульфаты в виде крупных прожилок, слагающих гнезда, с 195 см. Грунтовые воды на глубине 780 см.

Н пах. 0-20 см Темно-серый, с буроватым оттенком, комковато-пылеватый, глинистый, сухой.

Н 20-33 см. Несколько темнее, комковато-зернистый, глинистый, сухой.

Нр 33-48 см. Темно-бурый, комковато-ореховатый, плотный, глинистый, свежий.

Нр 48-63 см Бурый, комковато-ореховатый, неоднородно гумусированный, с затеками органического вещества в виде узких заклинков, плотный, свежий.

Рк 63-103 см Комковато-ореховатый, пестрит от белоглазки и ходов червей, сухой, очень плотный.

Рк 103-195 см Желто-бурая лессовидная глина, тонкопористая, без морфологически различных солей.

Ркс 195-220 см Та же глина с большим количеством гипса в виде толстых прожилок, слагающих гнезда.

Аналитический материал, приведенный в таблицах 57-58, показывает, что в темно-каштановых почвах, по сравнению со степными солонцами, начинает возрастать содержание гумуса - 2,3%; распределен он по профилю более равномерно, достигая на глубине 50-60 см 1,09%.

Таблица 56
Химический состав темно-каштановой почвы. Разрез 126.

Глубина образца в см	Гумус (по Тюрину) в %	CaCO ₃ в %	Обменные катионы в мг-экв.				Процент Na от суммы
			Ca	Mg	Na	Сумма	
0-10	2,30	—	18,48	3,90	1,11	23,49	4
10-20	2,24	—	—	—	—	—	—
22-32	1,96	—	—	—	—	—	—
35-45	1,47	—	19,54	8,86	1,77	30,17	5
50-60	1,09	1,99					
70-80	0,52	15,34					
140-150	0,22	13,45					
200-210	0,09	10,08					

В составе обменных катионов основное место занимает кальций, при подчиненной роли натрия, величина которого достигает всего 5% от суммы катионов.

Механический состав почвы пылевато-иловатый легкоглинистый. Распределены фракции по профилю почвы в основ-

ном равномерно со слабой дифференциацией илистой фракции, на глубине 0-10 см ее количество равно 37,40, а ниже 41,88%.

Таблица 57

Данные механического анализа методом «пипетки» темно-каштановой почвы (в % сухой почвы). Разрез 126

Глубина образца в см	Фракции в мм						Сумма <0,01	Потеря от промывания НС1
	1,0—0,25	0,25—0,05	0,05—0,01	0,01—0,005	0,005—0,001	<0,001		
0—10	0,17	0,55	29,57	10,77	21,54	37,40	69,71	3,62
22—32	0,13	2,38	24,38	14,27	16,96	41,88	73,11	4,55
35—45	0,11	0,06	28,59	12,13	15,05	44,06	71,24	3,90
50—60	0,17	1,29	28,53	11,82	17,20	40,90	70,01	6,66
70—80	0,10	6,14	16,37	13,59	17,71	46,09	77,39	24,94
140—150	0,10	0,91	31,03	10,48	24,32	33,16	67,96	18,70
250—260	0,11	0,52	34,65	11,45	15,07	38,20	64,72	18,80
340—350	0,08	0,85	32,64	9,98	16,77	39,68	66,43	17,71
390—400	0,12	1,44	28,48	14,84	15,08	40,04	69,96	20,75
540—550	0,12	4,78	18,46	18,19	15,43	43,02	76,64	17,62
690—700	0,14	4,76	26,99	9,86	17,01	40,34	68,11	22,67
780—790	0,12	3,28	36,48	15,31	14,20	30,61	60,12	20,09

Аналитик В. А. Хасапова.

Эти данные хорошо согласуются с валовым анализом, результаты которого свидетельствуют о равномерном распределении полупрозрачных окислов, отсутствии заметного выноса веществ из верхних горизонтов: Fe_2O_3 на глубине 0-10 см содержится 5,38 и ниже 5,33%; такая же закономерность в содержании Al_2O_3 . Замечается небольшое увеличение SiO_2 в верхнем горизонте-68,76 против 65,38% на глубине 35-45 см.

Таблица 58

Данные валового анализа темно-каштановой почвы (в %) к сухой, безугмусной бескарбонатной навеске. Разрез 126

Глубина в см	Потеря от прокаливания	SiO_2	Fe_2O_3	$Al_2O_3+P_2O_5$	CaO	MgO
0—10	6,2	68,76	5,38	15,61	1,29	1,59
35—45	6,6	65,38	5,33	16,13	2,38	2,15
50—60	6,7	65,60	5,60	15,30	2,96	1,69
140—150	9,4	65,02	5,27	16,08	10,71	2,24

Аналитик Р. С. Галанина.

В целом можно считать, что в почве явления солонцового процесса имели место в очень небольшой степени.

В солевом профиле почвы (табл. 59, рис. 20) выделяется зона опреснения, достигающая глубины 200 см. Величина плотного остатка здесь незначительная, около 0,05%, в составе солей преобладают бикарбонаты кальция.

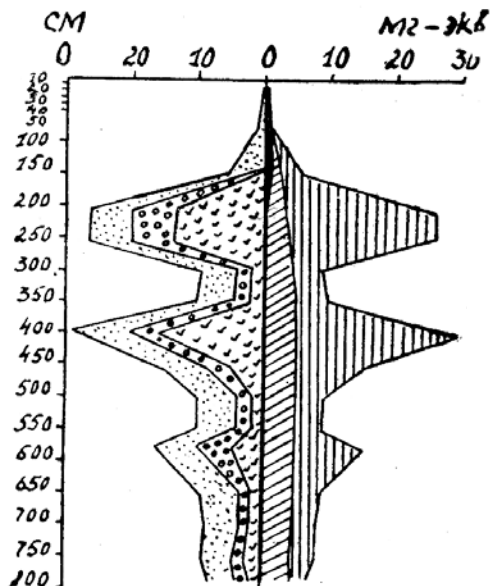


Рис. 20. Солевой профиль темно-каштановой почвы высокого Присивашья. Разрез 126, с. Великоселье Азовского района

Таблица 59
 Данные анализа водных вытяжек из образцов темно-каштановой почвы. Разрез 126 (21. VII 1951 г.)

Глубина в см	Плотный остаток	Водорас- твори- мый гумус в %	Щелочность				Cl ⁻	SO ₄ ^{="}		Ca ^{="}	Mg ^{="}		Na (по разн.)		
			нормальных карбонатов		общая в HCO ₃			проп.	Мг-экв.		проп.	Мг-экв.	проп.	Мг-экв.	проп.
			проп.	Мг-экв.	проп.	Мг-экв.									
0-10	0,050	0,016	нет	0,025	0,41	0,009	0,11	0,005	0,10	0,007	0,002	0,17	0,002	0,14	
10-20	0,037	0,013	"	0,017	0,28	0,003	0,08	0,005	0,10	0,005	0,002	0,17	0,001	0,10	
22-33	0,048	0,015	"	0,027	0,44	0,004	0,11	0,005	0,10	0,007	0,002	0,17	0,003	0,13	
35-45	0,019	0,016	"	0,035	0,57	0,003	0,08	0,006	0,12	0,007	0,002	0,17	0,006	0,25	
50-60	0,065	0,017	"	0,049	0,80	0,004	0,11	0,007	0,14	0,011	0,003	0,25	0,006	0,25	
70-80	0,070	0,015	"	0,063	1,03	0,004	0,11	0,004	0,08	0,008	0,003	0,25	0,013	0,57	
140-150	0,325	0,021	0,004	0,064	1,05	0,051	1,43	0,121	2,52	0,007	0,35	0,006	0,50	0,095	
200-210	1,815	0,028	нет	0,026	0,43	0,097	2,78	1,112	23,17	0,266	13,30	0,080	6,63	0,146	
250-260	1,788	—	"	0,023	0,38	0,116	3,27	1,093	22,77	0,272	13,60	0,076	6,33	0,148	
290-300	0,575	—	"	0,040	0,65	0,136	3,83	0,225	4,69	0,028	1,40	0,025	2,08	0,131	
340-350	0,661	—	"	0,050	0,82	0,161	4,53	0,245	5,10	0,033	1,65	0,033	2,75	0,139	
390-400	1,965	—	"	0,034	0,56	0,155	4,37	1,148	23,92	0,304	15,20	0,054	4,50	0,210	
440-450	1,075	—	"	0,045	0,74	0,155	4,37	0,519	10,81	0,095	4,75	0,050	4,17	0,161	
490-500	0,596	—	"	0,049	0,80	0,146	4,11	0,212	4,42	0,027	1,35	0,027	2,25	0,132	
540-550	0,593	—	"	0,047	0,77	0,154	4,34	0,203	4,23	0,028	1,40	0,025	2,08	0,134	
570-580	1,054	—	"	0,039	0,64	0,158	4,45	0,505	10,52	0,088	4,40	0,063	5,25	0,137	
640-650	0,585	—	"	0,047	0,77	0,149	4,20	0,195	4,06	0,023	1,15	0,022	1,83	0,139	
690-700	0,495	—	"	0,044	0,72	0,144	4,06	0,157	3,27	0,024	1,20	0,018	1,50	0,123	
740-750	0,540	—	"	0,044	0,72	0,132	3,72	0,187	3,89	0,039	1,95	0,024	2,00	0,101	
780-790	0,430	—	"	0,041	0,67	0,143	4,03	0,117	2,44	0,019	0,95	0,016	1,33	0,112	
Грунтовая вода с 780 см в г/л	15,480	—	"	0,183	3,00	7,366	207,49	2,021	42,10	0,943	47,15	0,828	69,00	3,138	

Аналитик Г. Гонтаренко.

С глубины 200 до 450 (500) см прослеживается зона остаточного засоления, где количество солей резко возрастает - до 1-1,9%. Состав солей первого горизонта их аккумуляции (200 см) сульфатно-кальциевый, с содержанием иона хлора 2,78 мг-экв., аниона серной кислоты - 23,17 мг-экв. Максимум хлоридов находится ниже максимума сульфатов, на глубине 340-350 см -4,53 мг-экв. Высокое содержание солей в этой части профиля обязано наличию крупнокристаллического гипса, скопление которого в виде гнезд образует несколько ярусов в породе, разделенных участками суглинка, не содержащими гипса. Поэтому в местах скопления гипса выдерживается постоянно такое соотношение сульфатов и хлоридов, при котором сульфаты превышают их в 8-10 раз, тип засоленности сульфатный. В то же время в слоях, не содержащих гипса, соотношение солей резко изменяется в сторону усиления роли хлоридов (на глубине 340 см хлора -4,53 мг-экв., SO_4 -5,1 мг-экв.) и тип засоленности становится хлоридно-сульфатным.

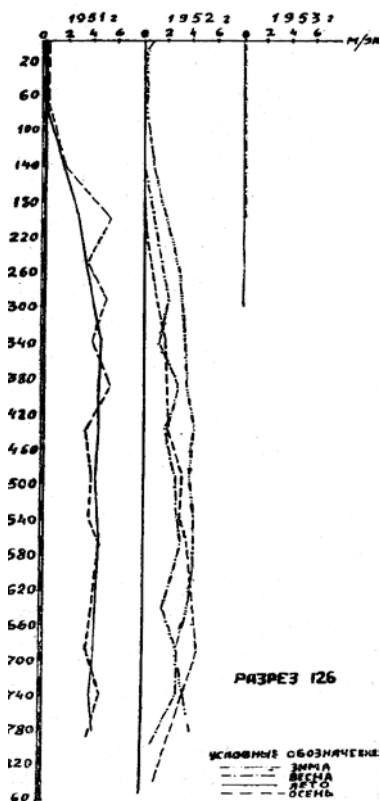


Рис. 21. Динамика хлоридов в темно-каштановой почве. Разрез 126.

Глубже 450 (500) см, в зоне капиллярного насыщения породы грунтовыми водами, содержание солей не превышает 0,5%. Количество хлоридов здесь, как правило, больше, чем сульфатов, или они почти равны. Так, на глубине 690 см содержится С1 4,06 мг-экв. SO_4 - 3,27 мг-экв., из катионов преобладает натрий.

Запас солей в метровом слое почвы равен 7,8 т/га, в 2-метровом - 73 т/га и пятиметровом - 641 т/га. Наблюдения за изменением солевой динамики показывают, что (табл. 60) в верхних опресненных горизонтах происходят лишь слабые изменения, количество хлора уменьшается с 0,2 мг-экв. до 0,08-0,03 мг-экв.

Во все сроки не наблюдалось перемещения хлоридов вверх от солевого горизонта в количествах, вызывающих угнетение растения. Токсическое его содержание постоянно удерживалось глубже 200 см.

Динамика хлора в темно-каштановой почве (в мг-экв. на 100 г)
Разрез 126

Глубина в см	VII 1951 г.	IX 1951 г.	II 1952 г.	IV 1952 г.	IV 1953 г.	IX 1953 г.
0—10	0,11	0,31	—	0,03	0,08	0,03
10—20	0,08	0,20	0,22	0,08	0,08	0,03
22—33	0,11	0,14	0,11	0,08	0,05	0,03
35—45	0,08	0,28	0,15	0,08	0,08	0,03
50—60	0,11	0,11	0,28	0,06	0,08	0,03
70—80	0,11	0,31	0,27	0,06	0,02	0,03
140—150	1,43	1,52	0,83	0,66	0,08	0,05
200—210	2,73	—	1,85	0,84	—	0,28
250—260	3,27	3,41	2,76	1,56		
290—300	3,83	4,99	3,19	2,01		
340—350	4,53	4,14	3,40	1,34		
390—400	4,37	5,64	3,49	2,89		
440—450	4,37	3,49	4,13	1,96		
490—500	4,11	4,04	3,78	2,70		
540—550	4,34	3,88	4,09	2,84		
570—580	4,45	4,58	4,16	3,18		
640—650	4,20	3,86	3,82	1,69		
690—700	4,06	3,56	3,35	2,81		

Аналитик Г. Гонтаренко.

Несколько иная картина распределения солей наблюдается в р. 129 с темно-каштановой слабосолонцеватой почвой, залегающей в комплексе с ранее описанным солонцом (р. 128). Здесь вскипание обнаруживается с 49 см, белоглазка с 53 см, сульфаты с 215 см.

Верхняя 2-метровая толща значительно выщелочена от солей (табл. 61), плотный остаток равен 0,06-0,08%, в составе солей преобладают бикарбонаты кальция, хлор достигает всего 0,1 мг-экв. SO_4 0,1 — 0,3 мг-экв.

Заметное содержание солей - 0,4 % - обнаруживается с глубины 290 см. Отсюда и до 650 см плотный остаток достигает 0,5-1,2%. В составе анионов преобладают сульфаты (3-20 мг-экв.) над хлоридами (0,28-0,31 мг-экв.), из катионов - кальций.

Характерно, что здесь до самых грунтовых вод (11 м) содержание хлора не достигает токсической величины. Во всех без исключения образцах не только почвы, но и породы преобладают сульфаты над хлоридами. Лишь с глубины 700 см, в зоне капиллярного увлажнения, снизу от грунтовых вод хлоридность несколько усиливается, хотя преобладание остается за сульфатами.

Запас солей в слое 1 м равен 10,2 т/га, в двухметровом - 84,5 т/га и в пятиметровом - 516 т/га.

Таблица 61

Данные анализа водных вытяжек из образцов темно-каштановой
слабосолонцеватой почвы. Разрез 129
(2. IX 1951 г.)

Глубина в см	Плотный остаток	Щелочность в HCO_3^-		Cl^-		SO_4^{--}		Ca^{++}		Mg^{++}		Na^+ (по разн.)	
		проц.	мг-экв.	проц.	мг-экв.	проц.	мг-экв.	проц.	мг-экв.	проц.	мг-экв.	проц.	мг-экв.
0—10	0,050	0,027	0,44	0,004	0,11	0,008	0,16	—	—	—	—	—	—
15—25	0,044	0,030	0,49	0,003	0,08	0,004	0,08	—	—	—	—	—	—
30—40	0,067	0,030	0,49	0,003	0,08	0,003	0,06	—	—	—	—	—	—
43—54	—	0,041	0,67	0,004	0,11	0,008	0,17	0,013	0,65	0,003	0,25	0,001	0,05
60—70	0,065	0,040	0,65	0,004	0,11	0,007	0,15	0,012	0,60	0,003	0,25	0,001	0,06
115—125	0,078	0,059	0,97	0,004	0,11	0,005	0,10	—	—	—	—	—	—
170—180	0,080	0,057	0,93	0,005	0,14	0,015	0,31	—	—	—	—	—	—
210—220	0,222	0,028	0,46	0,010	0,28	0,120	2,50	0,035	1,75	0,010	0,83	0,015	0,66
290—300	0,450	0,029	0,47	0,005	0,14	0,281	5,85	—	—	—	—	—	—
340—350	1,005	0,019	0,31	0,011	0,31	0,667	13,90	0,203	10,15	0,044	3,67	0,016	0,70
390—400	1,490	0,027	0,44	0,011	0,31	0,988	20,58	—	—	—	—	—	—
440—450	1,510	0,026	0,43	0,010	0,28	1,007	20,97	—	—	—	—	—	—
490—500	0,300	0,049	0,80	0,008	0,22	0,168	3,50	—	—	—	—	—	—
540—550	0,343	0,052	0,85	0,008	0,22	0,181	3,79	—	—	—	—	—	—
590—600	1,220	0,027	0,44	0,011	0,31	0,799	16,64	—	—	—	—	—	—
640—650	0,526	0,058	0,95	0,009	0,25	0,184	3,85	—	—	—	—	—	—
690—700	0,371	0,050	0,82	0,011	0,31	0,206	4,29	0,011	0,55	0,002	0,17	0,108	4,70
750—760	0,378	0,061	1,00	0,017	0,48	0,192	4,00	—	—	—	—	—	—
790—800	0,369	0,063	1,03	0,020	0,56	0,181	3,77	—	—	—	—	—	—
840—850	0,360	0,065	1,06	0,029	0,82	0,166	3,46	—	—	—	—	—	—
890—900	0,380	0,077	1,27	0,040	1,13	0,173	3,60	—	—	—	—	—	—
940—950	0,390	0,075	1,23	0,048	1,35	0,179	3,73	—	—	—	—	—	—
990—1000	0,353	0,076	1,25	0,040	1,13	0,147	3,06	—	—	—	—	—	—
1040—1050	0,345	0,078	1,28	0,040	1,13	0,142	2,96	—	—	—	—	—	—

Аналитик А. Рысина.

Как можно судить по данным динамики иона-хлора (табл. 62), резких колебаний в его содержании не происходит. Расчет коэффициента сезонной аккумуляции по хлору (1953 г.) дает величину его меньше единицы, что свидетельствует о необратимом процессе рассоления почвы.

Таблица 62

Динамика иона-хлора в темно-каштановой слабосолонцеватой почве
(в мг-экв. на 100 г почвы). Разрез 129

Глубина в см	25.VII 1951 г.	2.XI 1951 г.	11.IV 1952 г.	31.III 1953 г.	30.VIII 1953 г.
0— 10	0,040	0,11	0,05	0,05	0,03
15— 25	0,050	0,08	0,08	0,02	0,03
30— 40	0,050	0,08	0,12	0,05	0,03
43— 54	0,040	0,11	0,11	0,05	0,03
60— 70	0,040	0,11	0,11	0,02	0,06
115— 125	—	0,11	0,12	0,05	—
170— 180	0,040	0,14	0,08	0,08	0,03
210— 215	0,060	0,28	0,17	0,05	0,03
290— 300	0,18	0,14	0,31	—	—
340— 350	0,24	0,31	0,40	—	—
390— 400	0,50	0,31	0,51	—	—
440— 450	0,30	0,28	0,37	—	—
490— 500	0,20	0,22	0,25	—	—
540— 550	0,16	0,22	0,20	—	—
590— 600	0,22	0,31	0,31	—	—
640— 650	0,50	0,25	0,34	—	—
690— 700	0,60	0,31	0,34	—	—
750— 760	0,90	0,48	0,80	—	—
790— 800	1,00	0,56	0,97	—	—
840— 850	1,00	0,82	0,89	—	—
890— 900	1,30	1,13	1,11	—	—
940— 950	1,70	1,35	1,34	—	—
990—1000	1,50	1,13	1,14	—	—
1040—1050	1,40	1,13	1,32	—	—

Аналитик А. Рысьина.

б) Район глубокого современного и древнего рассоления почв

Тип засоленности - сульфатный.

Солевой режим - сезонно-необратимого рассоления.

Ю ж н ы й ч е р н о з е м.

На наиболее дренированных и удаленных от побережья Сиваша территориях, где грунтовые воды залегают на глубине 40 м, распространены южные черноземы. В их профиле обнаруживаются еще более резкие признаки глубокого опреснения.

Разрез 6 - южный слабогумусированный чернозем - расположен в Красногвардейском районе, на поле Государственной комплексной сельскохозяйственной опытной станции (с. Клепонино), в 500 м от центральной усадьбы на северо-запад. Ровная часть широкого водораздела.

Вскипание с 42 см, белоглазка с 52-100 см, максимум 59-72 см, сульфаты с 160 см.

Н 0-22 см Темно-серый, с бурым оттенком, пылевато-порошистый (верхний 8 см), ниже комковато-глыбистый, плотный, сухой.

Нр 22-32 см Темно-серый, комковато-зернистый, плотный, сухой.

Нр 32-41 см Буровато-серый, комковато-зернистый, легкоглинистый, сухой.

Нр 41-52 см Более светлый, неоднородно окрашен, призмовидно-комковатый, легкоглинистый, сухой, плотный.

Рк 52-100 см Желто-бурый, очень плотный, сухой, пестрит от большого количества белоглазки.

Рк 100-160 см Желто-бурый, менее плотный, тонкопористый, белоглазка почти отсутствует.

Ркs 160-200см Желто-бурая лессовидная глина с гнездами крупно-кристаллического гипса.

В южном черноземе возрастает содержание гумуса до 3% (табл. 63), увеличивается сумма обменных катионов до 32-34 мг-экв.

Таблица 63
Данные химического анализа южного чернозема. Разрез 6

Глубина в см	Гумус (по Тюрину) проц.	CaCO ₃	Обменные катионы (в мг-экв)		Сумма обменных катионов (в мг-экв.)
			Ca	Mg	
0—10	3,19	—	28,3	4,33	32,63
20—30	2,67	0,04	30,15	4,70	34,85
30—40	2,10	0,36	—	—	—
40—50	1,79	2,21	—	—	—
60—70	1,15	15,59	—	—	—

Аналитик Е. А. Архонтова.

Как показывают данные анализа водной вытяжки (табл. 64, 65), в почвенной толще до 160 см содержится всего

0,07-0,01% солей гидрокарбонатно-кальциевого типа. Первый солевой максимум залегает на глубине 160 см и представлен солями сульфатно-кальциевого типа.

Таблица 64

Данные анализа водных вытяжек из образцов южного чернозема. Разрез б.
(сентябрь 1952 г.)

Глубина в см	Плотный остаток в %	Водо- раство- рим. гумус в %	Щелочность				Cl'	SO ₄ "		Ca"		Mg"		Na" по разн.		
			в CO ₃ "		в HCO ₃ '			пrou.	Mг-экв.	пrou.	Mг-экв.	пrou.	Mг-экв.	пrou.	Mг-экв.	пrou.
			пrou.	Mг-экв.	пrou.	Mг-экв.										
0—10	0,076	0,017	—	0,018	0,29	0,003	0,10	0,27	0,56	0,010	0,51	0,001	0,14	0,007	0,30	
30—40	0,098	0,021	—	0,003	0,54	0,002	0,06	следы	следы	0,006	0,30	0,002	0,20	0,002	0,12	
90—100	0,094	0,016	0,002	0,062	1,02	0,002	0,06	следы	следы	0,006	0,30	0,003	0,22	0,013	0,56	
140—150	0,138	0,015	0,002	0,062	1,02	0,003	0,07	0,039	0,81	0,005	0,25	0,006	0,47	0,027	1,19	
190—200	0,277	0,007	—	0,047	0,77	0,002	0,06	0,150	3,12	0,016	0,80	0,009	0,79	0,054	2,36	
240—250	0,235	—	0,002	0,062	1,02	0,003	0,07	0,102	2,12	0,006	0,30	0,005	0,41	0,057	2,50	
270—290	0,239	—	—	0,058	0,95	0,002	0,06	0,118	2,46	0,010	0,50	0,005	0,41	0,053	2,56	
340—350	0,269	—	0,002	0,062	1,02	0,003	0,07	0,122	2,54	0,007	0,35	0,004	0,37	0,067	2,92	
390—400	0,398	—	0,02	0,055	0,90	0,004	0,12	0,218	4,54	0,013	0,65	0,010	0,82	0,094	4,09	
440—450	1,827	—	—	0,038	0,62	0,008	0,16	1,131	23,59	0,244	12,20	0,061	5,08	0,163	7,09	
490—500	0,882	—	—	0,038	0,62	0,008	0,23	0,538	11,20	0,051	2,55	0,024	2,00	0,182	7,50	

Аналитик Е. А. Архонтова.

Таблица 65
 Данные анализа водных вытяжек из образцов южного чернозема. Разрез б.

Глубина в см	Плотный остаток в %	Щелочность в HCO_3		Cl		SO_4		Ca		Mg		Na по разн.	
		проц.	мг-экв.	проц.	мг-экв.	проц.	мг-экв.	проц.	мг-экв.	проц.	мг-экв.	проц.	мг-экв.
Апрель 1953 г.													
0—10	0,057	0,015	0,24	0,002	0,06	0,026	0,54						
20—30	0,060	0,020	0,33	0,002	0,06	0,028	0,59						
30—40	0,051	0,022	0,36	0,002	0,06	0,027	0,56						
40—50	0,075	0,045	0,74	0,001	0,03	0,021	0,43						
60—70	0,052	0,040	0,80	0,002	0,06	0,021	0,43						
90—100	0,090	0,064	1,04	0,004	0,11	0,017	0,35						
140—150	0,220	0,051	0,84	0,003	0,08	0,140	2,91						
160—170	1,613	0,030	0,49	0,005	0,14	0,615	12,81						
190—200	0,720	0,040	0,65	0,006	0,17	0,459	9,56						
Сентябрь 1953 г.													
0—10	0,030	0,015	0,25	0,002	0,06	следы							
20—30	0,020	0,012	0,33	0,002	0,06	"							
30—40	0,05	0,041	0,67	0,001	0,03	"							
40—50	0,05	0,041	0,67	0,001	0,03	0,013	0,27						
60—70	—	0,041	0,67	0,003	0,08	0,003	0,06						
90—100	—	0,041	0,67	0,003	0,08	0,010	0,20						
140—150	0,07	0,041	0,67	0,003	0,08	0,016	0,31						
160—170	1,25	0,024	0,39	0,003	0,08	0,890	18,54	0,303	15,15	0,016	1,30	0,058	2,56
190—200	1,49	0,028	0,46	0,003	0,08	0,871	18,14						

Аналитик Е. А. Архонтова.

С глубины 170 и до 440 см порода не засолена и в ней содержится всего 0,2% солей. Характерно, что количество хлоридов достигает всего 0,07 мг-экв., т. е. практически хлориды почти отсутствуют. Ниже 440 см содержание их возрастает до 0,01-0,2 мг-экв., но не достигает токсической величины. Общий запас солей равен в 1 м -11 т/га, в слое 2 м -36, 5 м - 291 т/га.

Таким образом, вся пятиметровая толща содержит ничтожное количество подвижных солей, а скопление гипса встречается всего два раза - на глубине 160 и 440 см.

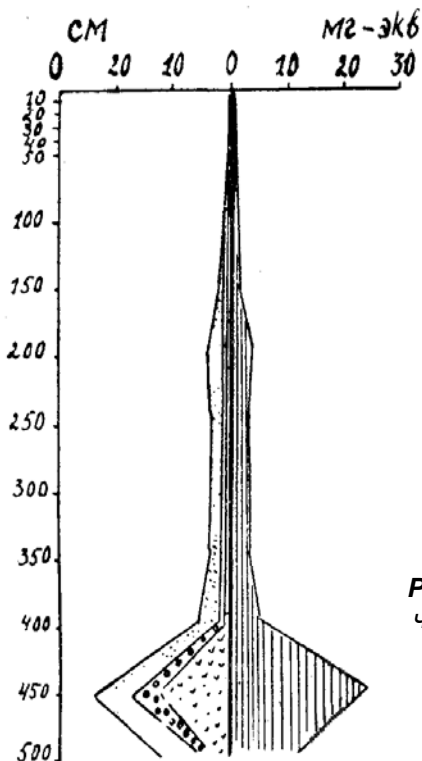


Рис. 22. Солевой профиль южного чернозема центральной Степи – с. Клепинино Красногвардейского района

Естественно, что и динамика солей выражена очень слабо: количество хлоридов, бикарбонатов изменяется по срокам весьма незначительно, о чем можно судить по рис. 23.

ДИНАМИКА ХЛОРА

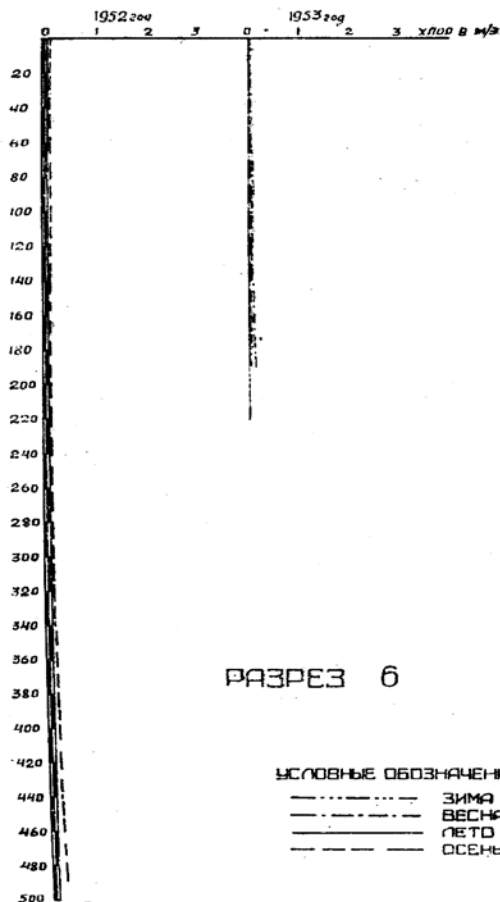


Рис. 23. Динамика хлоридов в южном черноземе. Разрез 6. с. Клепинино Красногвардейского района

4. Область почв современного опреснения, не испытавших засоления в древний период (автоморфные и гидроморфные почвы)

Тип засоленности - гидрокарбонатный.

В эту область объединены почвы, которые в силу особенностей некоторых факторов почвообразования (незасоленные почвообразующие породы, пресные грунтовые воды) не подвергаются засолению и не содержат горизонта аккумуляции солей, как другие почвы степного Крыма. Поэтому автор нашел

необходимым применить к этим почвам термин опреснение, в отличие от термина рассоление, который подразумевает предварительное засоление.

Расположены эти почвы в разных геоморфологических условиях: одни - в возвышенном районе Тарханкутского плато, другие в долине р. Салгира и других рек. Поэтому выделяются два района.

а) Район Тарханкутского плато

Чернозем остаточнокarbonатный на известняках

На Тарханкутском плато, которое входит в степную часть Крыма, занимая особый возвышенный район, широко распространены те же почвы, что и в высокой центральной степи - южные черноземы на лессовидных отложениях. В этих черноземах обычно имеется солевой гипсовый горизонт на глубине 150-200 см, тип засоленности сульфатный.

Вместе с тем здесь довольно широко встречаются выходы на поверхность известняков, слагающих Тарханкутское плато. На известняках и их продуктах выветривания образуются черноземы остаточнокarbonатные.

Как правило в этих черноземах солевой горизонт отсутствует.

Основные черты этих почв можно видеть из описания разреза, заложенного на территории совхоза «Черноморский» Сакского района (данные Т. В. Поповой).

Вскипание от соляной кислоты обнаруживается с поверхности почвы.

Н 0-22 см Темно-серый с каштановым оттенком, не очень плотный, свежий, порошисто-зернистый, сильно корешковатый, встречается известковая щебенка.

Нр 28-35 см Темно-бурый, свежий, слабоуплотнен, комковатый, с примесью мелкого хряща, переход постепенный.

рн 35-45 см Бурый, более плотный, слабогумусирован, хрящеватый.

Рк 45 см Желто-бурый с красноватым оттенком, хрящеватый, глубже 60 см слабо выветрившийся известняк.

Мощность почв, формирующихся на плотных породах и их элювии, сильно колеблется в зависимости от рельефа местности, степени смытости и т. д. На равнинных участках почвенный профиль достигает полного развития и имеет мощность 50-100 см и больше, на склонах и вершинах водоразделов с выходом известковых плит на поверхность, мощность почв сильно уменьшается.

Постоянным признаком черноземов остаточного карбонатных на известняках является щебенчатость, вскипание с поверхности, отсутствие признаков солонцеватости, невысокое содержание гумуса.

Механический состав этих почв глинистый (табл. 66).

Таблица 66

Механический состав чернозема карбонатного слабощебенчатого среднемошного на известняке (в % сухой почвы)

Глубина образца в см	Потеря от обработ. HCl	Скелет	Фракции в мм					
			1—0,25	0,25—0,05	0,05—0,01	0,01—0,005	0,005—0,001	<0,001
0—10	22,18	2,8	0,31	2,72	17,10	4,40	21,8	48,90
14—20	23,86	2,79	0,25	1,53	20,77	4,88	21,4	47,94
23—31	26,48	1,76	0,10	1,45	21,30	4,51	20,94	49,68
34—40	29,4	1,78	0,80	1,49	22,10	5,18	17,41	51,30
50—60	29,0	1,66	0,10	2,76	20,69	6,65	18,44	50,19

Данные Т. В. Поповой.

Обменные основания представлены в основном кальцием, содержание которого достигает 30-40 мг-экв.

Глубина образца в см	CaCO ₃ проц.	Гумус проц.	Обменные катионы	
			Ca мг-экв.	Mg мг-экв.
0—10	16,72	3,11	40,0	1,5
14—20	18,04	2,42	—	—
23—31	20,90	1,64	37,3	2,0
34—40	21,34	1,20	35,0	3,1
50—60	20,63	0,63	31,2	3,6

Таблица 67

Обменные катионы, гумус и карбонаты в черноземе карбонатном слабощебенчатом среднемошном на известняках
Площадка 5

Данные Т. В. Поповой.

Поскольку известняки не содержат в себе заметного количества водорастворимых солей, то и в черноземах на известняках обычно отсутствует горизонт скопления солей. Этому же способствует высокая фильтрация обычно щебневатых почв и самой почвообразующей породы - известняков. Поэтому в профиле почвы содержатся весьма незначительные количества солей 0,03-0,04%.

Таблица 68

Данные анализов водной вытяжки из образцов чернозема карбонатного слабощебенчатого на известняках (в % на 100 г сухой почвы)

Разрезы и глубина в см	Плотный остаток	HCO ₃ '	Cl'	SO ₄ ''	Ca''	Mg''
Площадка 5						
0—10	0,043	0,037	0,002	0,003	—	—
14—20	0,040	0,041	0,001	0,003	—	—
23—31	0,041	0,040	0,001	0,005	—	—
34—40	0,037	0,037	0,001	0,004	—	—
50—60	0,034	0,034	0,001	0,005	—	—
Разрез 7						
0—21	0,089	0,042	0,021	0,015	0,024	0,004
24—34	0,025	0,045	0,021	0,015	0,018	0,001
38—48	0,003	0,046	0,021	0,013	0,018	0,001
58—68	0,1	0,042	0,021	0,024	0,021	0,001

Состав солей относится к гидрокарбонатному кальциевому типу.

Следует отметить, что иногда встречаются разновидности остаточно-карбонатных черноземов, в профиле которых обнаруживается сульфатный горизонт. В этом случае причиной его появления служат особые фации известняков, в слоях которых изредка встречаются прослои гипса, отложившегося, по видимому, одновременно на дне морского бассейна. В последнем случае остаточно-карбонатные черноземы относятся к сульфатно-кальциевому типу засоления.

б) Район опреснения почв на рыхлых отложениях (аллювиальных и др.). Долина р. Салгира и других рек и балок

Луговая черноземовидная почва на аллювиальных отложениях

Вторая группа почв, характеризующаяся гидрокарбонатным типом засоленности, развивается в долинах рек Салгира, Карасевки и др., а также по днищам некоторых балок.

Сформировались эти почвы на аллювиальных и аллювиально-делювиальных отложениях, не содержащих водорастворимых солей и отличающихся большой водопроницаемостью. Вследствие близкого залегания от поверхности пресных грунтовых вод (в долинах рек), а также периодического избыточного скопления поверхностных вод (в долинах балок) эти почвы, в отличие от только что рассмотренных, несут в себе следы переувлажнения и являются гидроморфными.

Здесь относятся аллювиальные карбонатные малоразвитые почвы речных долин и балок и те разновидности луговых черноземовидных почв и лугово-черноземных почв, которые не содержат горизонта аккумуляции солей.

В качестве примера луговой черноземовидной почвы на аллювиальных отложениях можно привести разрез 3078 почвоведом Н. Беляевой, заложенного в долине р. Бюк-Карасу.

Вскипание от 10% соляной кислоты обнаруживается с поверхности, белоглазка с 115 до 180 см.

Н 0-24 см. Темно-серый, сверху до 7 см более рыхлый порошисто-комковатый, ниже более уплотнен.

Нр 24-50 см Темно-серый, комковатый, уплотненный, с большим количеством корней, переход постепенный.

Рк 50-60 см Серый с коричневым оттенком комковато-ореховато-глыбистый, уплотненный, карбонатная плесень с 52 см. Изредка встречается галька с 63 см, переход постепенный.

Рк 67-115 см Темно-серый ореховато-глыбистый, уплотненный, заметное увеличение количества гальки. Переход постепенный.

Рк 115-180 серовато-бурый, глыбистый, уплотненный, редкие затеки гумуса по ходам корней и землероев, включения мелкой гальки.

По механическому составу эти почвы относятся к суглинкам (табл. 69). Бывают разновидности и более легкого механического состава.

Таблица 69

Данные механического состава луговой черноземовидной почвы
(в % сухой почвы)

Глубина образца в см	Потеря от отработки	Фракции в мм						
		>1 мм	1—0,25	0,25—0,05	0,05—0,01	0,01—0,005	0,005—0,001	<0,001
0—20	16,14	—	0,36		39,81	10,42	11,44	37,97
20—34	17,87	0,75	0,48	22,39	16,73	10,31	8,94	40,40
45—55	18,13	1,14	0,39	19,10	19,01	10,26	12,85	37,25
70—80	19,33	9,45	0,26	16,13	15,76	3,09	16,10	39,21
120—130	17,10	—	0,21	20,53	18,72	12,17	11,38	36,99
190—200	17,12	—	0,13	16,99	27,42	12,22	13,28	29,96

Количество водорастворимых солей в почве незначительно (табл. 70).

Таблица 70

Анализ водной вытяжки в %

Глубина в см	Плотный остаток	НСО ₃ '	Cl'	SO ₄ ''	Ca''	Mg''	Na' по разн.
0—20	0,055	0,042	0,002	0,008	0,012	0,002	0,003
20—34	0,067	0,058	0,002	0,008	0,020	0,001	0,001
45—55	0,063	0,041	0,002	0,011	0,014	0,002	0,002
70—80	0,066	0,046	0,002	0,012	0,018	0,001	0,001
120—130	0,057	0,036	0,002	0,011	0,010	0,001	0,005
190—200	0,049	0,035	0,002	0,007	0,010	0,002	0,003

Плотный остаток колеблется в пределах 0,05-0,06%, состав солей гидрокарбонатно-кальциевый.

Следует отметить, что в нижнем течении реки Салгира минерализация грунтовых вод усиливается. Поэтому там имеется большое разнообразие почв по степени засоления - от незасоленных с гидрокарбонатным типом засоления до солончako-

вых с сульфатным и смешанным типом засоленности (гидрокарбонатно-хлоридный, гидрокарбонатно-хлоридно-сульфатный).

Все основные показатели засоленности почв степного Крыма показаны в таблице 71.

Таблица 71

Типы засоленности и водно-солевой режим наиболее распространенных почв степного Крыма

Области почв по стадиям засоления	Районы по интенсивности засоления	Элементы рельефа	Почвообразующие породы	Грунтовые воды		
				глубина в м	характер движения	минерализация в г/л
Современное засоление	а) Интенсивное засоление	Береговые пляжи, «засухи»	Лиманно-морские илы, глины	< 1,5	Застойный	60-150
	б) Ослабленное засоление	Плоские низменные побережья Сиваша	Желто-бурые лессовидные глины	1,5-3	Почти застойный	30-60
Современное рассоление с остаточным и современным	а) Начальное рассоление	Плоские низменные побережья Сиваша	Желто-бурые лессовидные глины	2-3	Весьма слабый отток к Сивашу и Черному морю	20-40
	б) Хорошо выраженное рассоление	Широкие равнины и узкие поверхности полуостровов слабоприподнятого Присивашья	Те же	3-5-8	Замедленный общий отток к Сивашу и Черному морю	15-40
Современное рассоление	а) Глубокое рассоление с остаточными засолениями солонцеватостью	Слаборасчлененные равнины высоко-го Присивашья	Те же	8-25	Общий отток к Сивашу и Черному морю	10-15
	б) Глубокое современное и древнее рассоление	Пологоволнистые равнины центральной степи	Те же и плиценовые глины	25-100	Хороший общий отток к северу и северо-востоку	3-5

Современное опреснение почв, не испытывавших засоления в древний период	а) На плотных породах	Пологоволнистые и увалистые поверхности Тарханкутского плато Пойма р. Салгир	Элювий известняков	> 100	Хороший отток	3-5
	б) На аллювиальных отложениях			0-3	Хороший отток	Пресные

Продолжение табл. 71

Почвы	Водный режим	Солевой режим	Характеристика первого горизонта аккумуляции солей			Запас солей в слое 1 м в т/га	
			глубина в см	тип засоленности	ион хлора в % (средн.)		
Приморские солончаки	Капиллярно-грунто-вый	Сезонно-необратимого засоления	0-5	Хлоридный	0,4	250-350 и более	
	Такой же, но более ослабленный		5-30 30-70	Хлоридный и сульфатно-хлоридный	0,4		
Солонцы луговые солончаковые	Пленочно-капиллярно-грунтовый	Переменяющегося засоления-рассоления	30-70	Хлоридно-сульфатный и сульфатный	0,1	100-200	
			70-100		0,05	20-100	
Луговые каштановые солонцы лугово-степные солончатые	Такой же	Такой же	30-70	Хлоридно-сульфатный	0,1	100-200	
			70-100		Хлоридно-сульфатный и сульфатный	0,05	20-100
			100-150		Сульфатный	0,04	12-20
Лугово-каштановые солонцы степные солончатые	Элювиальный	Сезонно-необратимого рассоления	30-70 70-100	Хлоридно-сульфатный и сульфатный	0,1 0,05	100-200	
			100-150 150-200		0,03 0,04		12-20 10-15
Темно-каштановые слабосолонцеватые почвы	Такой же	Такой же	150-200 > 200	Сульфатный	0,006	8-11	

Черно-земы остаточного-карбонатные. малоразвитые почвы на известняках Аллювиальные мало-развитые почвы	Такой же	Такой же	Солевой горизонт отсутствует	Гидрокарбонатный	0,001 0,005	2-8
	Капиллярно-грунтовый	—	То же	То же	То же	То же

VI. О геохимической и режимной закономерностях засоления в почвах степного Крыма

Как видно из приведенного материала, засоление почв степного Крыма разнообразно, оно варьирует от хлоридного до сульфатного и гидрокарбонатного.

В основу выделения типов засоленности принято соотношение ионов водной вытяжки. По анионам взято следующее соотношение С1 : SO₄ (Е.Н. Иванова, А.Н. Розанов, 1939): >2-хлоридное, 1-2 сульфатно-хлоридное, 0,2-1 хлоридно-сульфатное, <0,2 - сульфатное.

Разделение по катионам производилось по отношению Na к сумме Ca и Mg.

Na : Ca + Mg

Ca : Mg

>4	—	натриевые
1—4	< 1	натриево-магниевые
1—4	> 1	натриево-кальциевые
<1	< 1	магниевые
<1	> 1	кальциевые

В этой классификации, разработанной сотрудниками Вахшской почвенно-мелиоративной станции под руководством И. Н. Антипова-Каратаева, величина отношения Na : Ca + Mg = 4 принята на основе экспериментальных данных, устанавливающих, что при таком соотношении катионов промывка солончаков будет сопровождаться образованием солонцов. При отношении равном 1-4 возможность образования солонцов ограничена, а в случае < 1- исключена.

Отнесение к тому или иному типу засоленности велось по первому от поверхности горизонту аккумуляции солей, с содержанием их более 0,3%.

Для решения вопроса о географических, геохимических закономерностях засоления была составлена карта типов засоленности. Она дала возможность установить некоторые общие геохимические закономерности. Одна из них, основная, выражается в наличии своеобразных геохимических зон засоления: гидрокарбонатной, сульфатной, хлоридно-сульфатной, сульфатно-хлоридной и хлоридной (рис. 24). Другая состоит в постепенном нарастании степени засоленности почв и повышении уровня залегания первого солевого горизонта при движении от возвышенных районов степи к низменным.

Нарастание степени засоления и усиление хлоридности почв не случайно. Центральная возвышенная степь и низменная степь имеют совершенно ясный наклон поверхности с юга на север: гипсометрические отметки изменяются от 100 м на юге до 1 м на севере.

В ту же сторону направлен поток грунтовых вод, минерализация которого и хлоридность увеличиваются вместе с приближением к Сивашу.

Поэтому усиление засоленности почв является прежде всего результатом общего горизонтального перемещения солевых масс от возвышенных южных районов к низменным побережьям Сиваша и Каркинитского залива. Преобладающая часть массива степи представляет собой зону транзита солей. Роль транспорта солей выполняют грунтовые воды. Узкая полоса степи с отметками от 10-12 м до 2-3-х метров является зоной замедленного ослабленного транзита. Здесь грунтовые воды поднимаются к поверхности начинают оказывать влияние на почвообразовательные процессы, расходуются на испарение, вследствие чего усиливается их минерализация. И, наконец, на самом побережье заканчивается горизонтальное перемещение грунтового потока - он подпирается водами Сиваша и расходуетя в основном на испарение. Это зона аккумуляции солей.

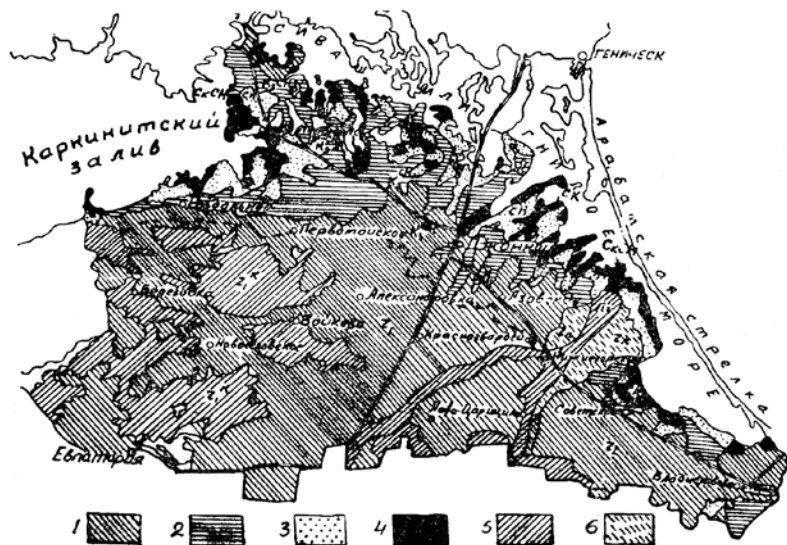


Рис. 24. Схема геохимической зональности засоления почв степного Крыма. Составила А.В. Новикова, 1961 год

Условные обозначения

	Типы засоленности первого солевого горизонта в преобладающей почвенной разности или в засоленных почвах, когда они занимают >20% площади	Характер горизонтального движения солевых масс	Сезонный солевой режим	Тип водного режима	Почвы
1	Сульфатный	Транзит солей	Необратимого засоления	Элювиальный	Ч ₁ — черноземы южные К ₃ СН ₂ — Темнокаштановые слабосолонцеватые
2	Сульфатный основного фона и хлоридно-сульфатный в солонцах	Ослабленный транзит	Переменяющегося засоления-рассоления	Плевно-капиллярный	К ₃ СН ₂ — Темнокаштановые солонцеватые
3	Хлоридно-сульфатный	Весьма ослабленный транзит вследствие заметного влияния подпора Сивашом	Переменяющегося засоления-рассоления	Плевно-капиллярный	СН — Солонцы
4	Сульфатно-хлоридный и хлоридный	Аккумуляция	Необратимого засоления	Капиллярно-грунтовый	Ск — Солончаки
5	Гидрокарбонатный	Транзит солей	—	—	Ч ₁ ^к — Черноземы остаточно-карбонатные Лч — Луговые черноземовидные
	Смешанный	Ослабленный транзит	—	—	Ч _а — Лугово-черноземовидные

Однако зональность засоления обязана не только горизонтальному перемещению солей. На фоне такого движения солевых масс протекают и вертикальные миграции солей.

В современную эпоху четвертичного периода эти вертикальные перемещения хорошо определяются по динамике влаги и солей. Здесь выявляются достаточно ясные закономерности. В почвах с капиллярно-грунтовым увлажнением и сезонно-необратимым соленакоплением засоленность имеет хлормagneвий и хлорнатриевый характер. В почвах пленочно-капиллярно-грунтового увлажнения и сезонно-обратимого солевого режима устанавливается хлоридно-сульфатное натриевое и кальциевое засоление. И, наконец, почвы элювиального типа увлажнения, сезонная солевая динамика которых направлена в сторону засоления, приобретают сульфатно-кальциевое засоление (табл. 71).

Наряду с общими закономерностями соленакопления, выраженными в своеобразной геохимической зональности, обнаруживаются также закономерности местного характера. К ним относится обособленная от континентального засоления зона морского засоления в береговой полосе морского побережья. Это засоление обнаруживается в почвах капиллярно-грунтового увлажнения, преимущественно в солончаках и отчасти в солончаковых почвах, питающихся грунтовыми водами морского типа, на молодых лагунно-морских отложениях.

Сезонная и многолетняя динамика солей, связанная с горизонтальным и вертикальным их перемещением, является результатом сложных генетических преобразований солей в системе грунтовые воды - породы - почвы, в том числе обменных реакций с коллоидным комплексом. Поэтому современные ареалы соленакопления следует рассматривать как результат генетических преобразований солевых масс в целом.

Сопоставление засоленности с типами почв показывает, что здесь проявляется определенная закономерность. Она выражается в том, что каждому почвенному типу соответствует не только определенная глубина залегания солевого горизонта, но и что важно, особый солевой состав. В нижеприведенной группировке по типам засоленности эта закономерность достаточно хорошо иллюстрируется.

Хлоридное засоление характерно в основном для солончаков приморских и иногда солончаковых солонцов. Наиболее распространенные соли в почвах следующие: NaCl , MgCl_2 ,

CaCl₂ и Na₂SO₄. Основное место принадлежит хлоридам натрия и магния. Содержание хлор иона в солевом горизонте >0,4%, на глубине 1 м >0,7%. Запас солей в слое 1 м 250-350 т/га и более.

Сульфатно-хлоридное засоление свойственно солонцам луговым солончаковым средне- и сильнозасоленным (плотный остаток 0,5-1%), реже солонцам луговым солончаковым средне- и сильно-засоленным и изредка - солончакам.

Состав солей в основном такой же, как в группе хлоридного засоления, но здесь начинает возрастать роль сульфатов, хотя основное место принадлежит хлоридам.

Содержание хлора в солевом горизонте 0,4% (от 0,1 до 0,6%), а на глубине 1 м от 0,3 до 1,4%. Запас солей в метровом слое 200-250 и больше т/га.

Группировка почв по типам засоленности и

Комплексы почв	Хлоридный	Сульфатно-хлоридный	Хлоридно-сульфатный
Луговые	Солончаки Солонцы луговые солончаковые	Солончаки ¹ Солонцы луговые солончаковые Солонцы луговые солончаковые ¹	– – Солонцы луговые солончаковые
Лугово-степные			Солонцы лугово-степные солончаковые и глубоко-солончаковые Луговые каштановые солонцеватые почвы ¹ Лугово-каштановые солонцеватые почвы ¹ Темно-каштановые солонцеватые почвы ¹
Степные			
Луговые, лугово-степные			

Степные			
Луговые, луго-во- степные на пресных водах			
Преобладающие соли в солевом горизонте ²	NaCl MgCl ₂ CaCl ₂ Na ₂ SO ₄	NaCl MgCl ₂ Na ₂ SO ₄ CaCl ₂	NaCl Na ₂ SO ₄

¹ – Почвы указанного типа засоленности встречаются редко.

² – Соли расположены в убывающем порядке.

преобладающим солям в солевом горизонте почв

Сульфатный	Гидрокарбонатный	Смешанный (гидрокарбонатно-хлоридно-сульфатный)
–	–	–
–	–	–
–	–	–
Солонцы луговостепные солончаковатые (соли с глубины 50 см)	–	–
Луговые каштановые солонцеватые	–	–
Лугово-каштановые солонцеватые почвы	–	–
Темно-каштановые солонцеватые почвы	–	–
Солонцы степные солончаковатые (соли с глубины 50 см) и	–	–
Темно-каштановые солонцеватые и слабо-солонцеватые	–	–
Черноземы южные слабогумусированные	–	–
Луговые черноземовидные		
Лугово-черноземные		

CaSO_4 Na_2SO_4 (не всегда)	Черноземы остаточ- но карбонатные на плотных породах Аллювиальные кар- бонатные малораз- витые почвы Лугово- черноземные ¹ Лугово-черноземо- видные ¹ Горизонт аккумуля- ции солей отсут- ствует Водорастворимые соли представлены в основном $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$	Лугово-черноземные Лугово-черноземо- видные Солевой горизонт слабо выражен
---	---	--

Хлоридно-сульфатное засоление свойственно солонцам луговым солончаковатым и глубокосолончаковатым, с плотным остатком в солевом горизонте более 1-3%; солонцам лугово-степным солончаковатым и глубокосолончаковатым и реже сильносолонцеватым почвам луговых и лугово-степных комплексов (луговым каштановым и лугово-каштановым).

В составе солей первое место принадлежит Na_2SO_4 , отчасти CaSO_4 и NaCl . Содержание хлора в солевом горизонте 0,1% (от 0,07 до 0,3%), на глубине 1 м 0,2% (от 0,07 до 0,3%). Запас солей в метровом слое 100-200 *м/га*.

Сульфатное засоление характерно для степных комплексов, в частности для солонцов степных солончаковатых, в которых соли залегают не выше 50-60 см, а также глубокосолончаковатых; темно-каштановых солонцеватых почв лугово-степных и степных комплексов и черноземов.

Вместе с тем сульфатное засоление встречается иногда в лугово-степных солонцах солончаковатых (когда соли залегают не выше 50 см) и глубокосолончаковатых, а также очень редко в луговых солонцах.

Эта группа засоления самая большая по количеству разновидностей. Между собой они различаются по глубине залегания солей.

Соли представлены в основном CaSO_4 и в меньшей степени Na_2SO_4 . Содержание хлора колеблется в широких пределах от 0,06 до 0,01 - 0,02%. Запас солей в метровом слое почвы колеблется от 8 до 20 *м/га*.

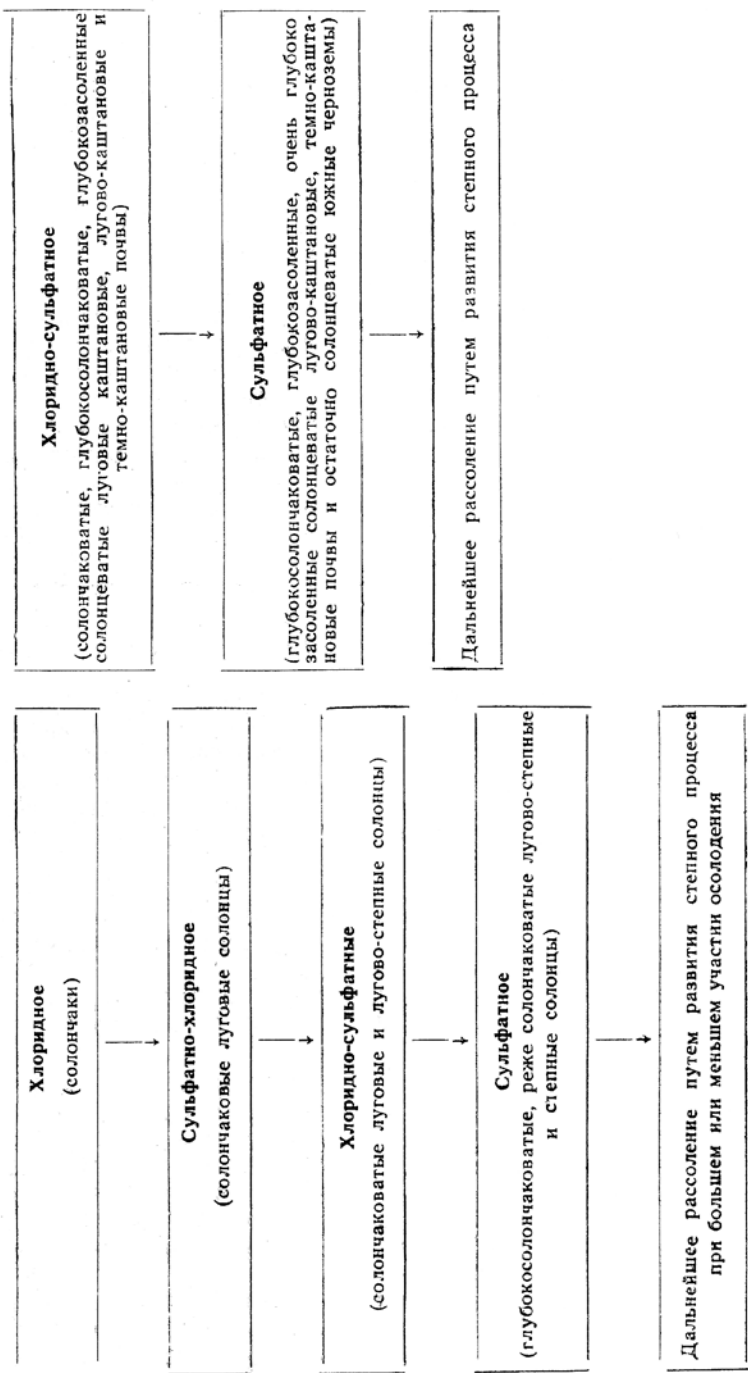
Гидрокарбонатный тип засоленности свойственен почвам, в которых нет горизонта легко- и среднерастворимых солей. Это - черноземы остаточного карбонатные слабогумусированные на плотных породах, а также аллювиальные карбонатные малоразвитые почвы; реже сюда относятся лугово-черноземные почвы и луговые черноземовидные почвы, не со-

державшие горизонта аккумуляции солей в своем профиле. Содержание хлора 0,001-0,005%, запас солей в метровом слое почвы 2-8 т/га.

Такое соответствие между типами почв и засоленностью не является случайным. На протяжении четвертичного периода в Причерноморье неоднократно изменялась физикогеографическая обстановка, связанная с периодами оледенения. Менялся климат, происходили движение земной коры положительного и отрицательного знаков, вызывавшие регрессии и трансгрессии морских вод и изменение уровня грунтовых вод. Поэтому и почвенный покров за этот период претерпел значительные эволюционные изменения. Автору представляется, что в процессе эволюционного развития почв засоленного ряда степного Крыма происходило также и изменение типов засоленности, как это показано на схеме.

Таким образом, геохимическая зональность засоления отражает не только современные процессы перемещения солевых масс в горизонтальном и вертикальном направлениях, но и отражает эволюционное развитие почв степного Крыма.

**Схема изменения типов засоленности в процессе эволюционного развития
почв засоленного ряда степного Крыма**



Выводы

1. Почвы степного Крыма в зависимости от глубины залегания грунтовых вод имеют неодинаковый водный режим: капиллярно-грунтового увлажнения (грунтовые воды не глубже 1,5 м), пленочно-капиллярного грунтового увлажнения (грунтовые воды от 2-х до 7–8 м) и элювиального увлажнения (грунтовые воды глубже 7–8 м).

2. В зависимости от режима влажности почвы степного Крыма испытывают сезонно-необратимый режим засоления, сезонно-обратимый режим засоления – рассоления и сезонно-необратимый режим рассоления.

3. В степном Крыму наблюдается геохимическая зональность засоления почв (по первому горизонту солевой аккумуляции). От Сиваша к югу закономерно сменяются зоны засоления: хлоридного, сульфатно-хлоридного, хлоридно-сульфатного и сульфатного. Выделяется также зона гидрокарбонатно-кальциевого засоления.

4. Сульфатный, как и гидрокарбонатный тип засоленности, является показателем преобладания процесса рассоления, который подтверждается сезонными наблюдениями. Эта зона занимает наибольшее пространство в степном Крыму. Основное направление процессов соленакопления идет в сторону рассоления почв.

5. Установлено довольно четкое соответствие между типами почв и типами засоленности. Черноземы, темно-каштановые почвы, образовавшиеся на лессовидных глинах, обладают сульфатно-кальциевым засолением; солонцы солончакватые – преимущественно хлоридно-сульфатно-натриевым и кальциевым засолением; солонцы солончакватые – сульфатно-хлоридным натриевым засолением; солончаки – хлоридно-натриевым и магниевым засолением.

6. В процессе эволюционного развития почв засоленного ряда в степном Крыму от солончаков к солонцам и солонцеватым почвам происходило соответствующее изменение типов засоленности. Поэтому современные ареалы соленакопления следует рассматривать как результат генетических преобразований

солевых масс, протекающих не только в настоящий период, но и в процессе эволюционного развития почвенного покрова.

На основании исследований разработана в различных приемах борьбы с солонцеватостью, основанная на генетических и мелиоративных особенностях солонцовых почв, данных по эффективности приемов улучшения и экономической целесообразности.

Прозведено мелиоративное районирование территории степного Крыма в целях выделения районов по степени пригодности под орошение с учетом возможного вторичного засоления и необходимых мероприятий по его предупреждению.

Наиболее благоприятной для орошения в степном Крыму является центральная возвышенная степь, а также высокое Присивашье. Но на последнем, до абсолютных отметок около 25 м, не исключена возможность поднятия грунтовых вод, как это произошло в зоне Ингулецкого и Краснознаменного каналов. Более низкие территории Присивашья опасны по возможности вторичного засоления. Поэтому необходимо при строительстве Северо-Крымского канала предусмотреть водонепроницаемый экран как на магистральном канале, так и на межхозяйственной распределительной сети. В противном случае следует запроектировать коллекторно-дренажную сеть.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ИМПУЛЬВЕРИЗАЦИИ СОЛЕЙ НА ОСОЛОНЦЕВАНИЕ ПОЧВ ПРИЧЕРНОМОРЬЯ³

Введение. Как известно, плодородие почв сильно снижается от избыточного количества солей, а также от плохих водно-физических свойств почвы. Поэтому при разработке приемов мелиорации засоленных и солонцовых почв большое внимание уделяется выявлению источников солей. К их числу относят: континентальное соленакопление, морские соли, соли грунтовых вод, древних морских отложений, азральные соли, переносимые ветром, и ряд других источников. Роль каждого из них определяется целым комплексом условий почвообразования, в том числе, геологической историей местности, ее геологическим строением, гидрогеологическими условиями, геоморфологией и другими.

В литературе о засоленных почвах России (Славный, 2006) утверждается, что главным источником засоления автоморфных почв этой страны являются соли, переносимые азральным путём. В Украине этот вопрос носит дискуссионный характер. В данном сообщении автор статьи попытался обосновать свои взгляды по данному вопросу.

Современные представления о роли источников солей в осолонцевании почв Причерноморья. Исследованиями украинских почвоведов выявлено, что основными районами распространения засоленных и солонцовых почв являются Днепровско-Донецкая и Причерноморская впадины с широким развитием гидроморфных, полугидроморфных и автоморфных засоленных и солонцеватых почв.

Геологическая история этих впадин, особенно Причерноморской, отличается большой сложностью. Эта территория испытала ряд эпейрогенических опусканий и поднятий, сопровождаемых трансгрессией и регрессией морских вод (Архангельский и Страхов, 1932). Даже в настоящий период на отдельных участках этого региона продолжается опускание земной коры, а на других участках - её поднятие (Заморий, 1950). Соответственно, в прошлом при этом менялось и положение грунтовых вод. Они то поднимались близко к поверхности, засоляя почво-грунты, то опускались, и начиналось их рассоление. На эти процессы оказывало влияние и неоднократное оледенение Русской равнины, вызвавшее при таянии ледника сильнейшее обводнение прилегающих к югу от него территорий, в том числе и Причерноморья. Влияние потоков ледниковых вод

³ Статья опубликована в ж. «Почвоведение», № 12, 2009. С. 1421-1431.

проявилось как в гранулометрической дифференциации отложений на Русской равнине, так и в геохимической зональности солей, с аккумуляцией хлоридов и сульфатов в Приморских районах (Ковда, Самойлова, 1966). Следы большого обводнения Причерноморья проявились в наличии железисто-марганцевых точечных скоплений и примазок в толще лёссовидных отложений (Гринь, 1969). Следы опускания территории и повышения уровня грунтовых вод, вызвавших подъем солей по капиллярам вверх и аккумуляцию водорастворимых солей, запечатлелись в лёссовидных отложениях в виде нескольких горизонтов солевой аккумуляции.

Позже уровень грунтовых вод снижался, в соответствии с подъемом земной коры, и в настоящее время эти солевые горизонты представляют собой реликты былого засоления. В качестве примера этому могут служить данные разных исследователей по солевой характеристике почво-грунтов Украины, в том числе Крымской степи, где ныне кроме гидроморфных развиваются и автоморфные почвы с глубоким залеганием уровня грунтовых вод (черноземы южные, темно-каштановые, каштановые почвы, солонцы степные и др.). Скопления водорастворимых солей, в том числе и гипса, в количестве 1-2 % хлоридно-сульфатного натриево-магниевого и кальциевого химизма отмечались: в черноземе южном (пос. Клепинино) на глубинах 1,5-2 м; 3,5-5,9 м; 6,6-8 м; 9,5-10 м Гусев, Колесниченко, 1955) в темно-каштановой почве - 2-2,9 м; 4 м; 5-5,7 м; в солонце степном каштановом глубокосолончаковатом - 1-1,2 м; 2,9-3 м; 4,4-5 м; 5,4-6,5 м. В период обследования почв грунтовая вода залегала в солонце на глубине 10,6 м и содержала 12,6 г/л солей сульфатно-хлоридного натриевого и магниевого состава (Новикова, 1962). Аналогичная картина наличия нескольких горизонтов солевой аккумуляции отмечалась и на северном борту Причерноморской впадины в южной степи (Можейко, 1958; Самбур, 1953; Гринь, 1969).

Уместно подчеркнуть, что по современным представлениям о почвообразовательных процессах (Тонконогов, Лебедева, Герасимова, 2006), «аккумуляция легкорастворимых солей происходит при выпотном водном режиме в аридном климате». Выпотный режим создается только в гидроморфных почвах. Таким образом, подтверждается мнение большинства почвоведов (в том числе и автора статьи), что в Причерноморье накопление водорастворимых солей в толще почв и почвообразующих пород на разных глубинах свидетельствует о том, что прежде грунтовые воды залегали близко к поверхности, и почвы ранее прошли гидроморфную стадию. Затем, в связи с эпейрогеническим поднятием территории уровень их снизился, и в настоящий период протекает автоморфное почвообразование с рассолением и рассолонцеванием солонцовых почв под воздействием карбона-

тов кальция, которыми так богаты лёссовидные отложения. Поэтому солонцеватость автоморфных почв рассматривается большинством исследователей как реликтовая. Однако, некоторые авторы (Полупан, Нестеренко, Кисель, 1979, Кисель, 1981) придерживаются иного мнения, считая, что в автоморфных солонцах и солонцеватых почвах Причерноморья признаки солонцеватости являются не реликтовыми, а современными. Они считают, что солонцеватость этих почв возникает в настоящий период под влиянием импัลверизации солей. Авторы, к сожалению, не привели никаких веских доказательств того, что именно аэральные соли способны вызвать осолонцевание, с образованием даже солонцов, а ограничились лишь данными о динамике активности натрия и кальция в темно-каштановой почве в разные сезоны года.

Автор данного сообщения решил восполнить этот пробел и провёл исследования, позволяющие хотя бы приблизительно выяснить с помощью математических расчётов возможность воздействия аэральные солей на осолонцевание почв Причерноморья.

Разумеется, более точное решение этого вопроса возможно лишь путём проведения специальных лабораторных исследований. Ранее (1980 г.) такие опыты были проведены нашей лабораторией с целью установления количественных закономерностей влияния растворов солей разной концентрации и соотношения ионов натрия и кальция при воздействии их на отдельные генетические горизонты темно-каштановой почвы и солонца (Гаврилович, 1984; Новикова; Гаврилович, 1986) Однако, поскольку изучалось воздействие растворов более высокой (на 1-2 порядка концентраций чем растворы аэральные солей, то воспользоваться результатами этих исследований применительно к рассматриваемому ныне вопросу не представляется возможным. В связи с этим автору данной работы пришлось прибегнуть к расчётному методу определения возможности осолонцевания почв растворами аэральные солей.

Методика исследований. В основу расчётного метода определения осолонцевания положены общеизвестные закономерности ионного обмена в почвах, которые сводятся к тому, что степень осолонцевания почв растворами нейтральных солей зависит от их концентрации и соотношения катионов натрия к кальцию (Антипов-Каратаев, 1953; Гедройц, 1932 и др.). Математически обменные процессы, протекающие в почвах, описываются законом действующих масс. Решение уравнения закона действующих масс по существу представляет собой математическое моделирование обменных процессов, протекающих между раствором солей и поглощающим комплексом почв. Поэтому

для оценки возможного осолонцевания почв растворами аэраль-ных солей мы провели соответствующие математические расчё-ты, используя уравнение закона действующих масс.

Исходными данными для расчётов послужили материалы сотрудников Украинского НИИ геологии о количестве и составе аэральных солей (Е.С. Бурксер с сотрудниками, 1956). Эти авторы в пятидесятые годы прошлого столетия провели наблюдения за количеством выпадающих атмосферных осадков и атмосферной пыли на двух метеорологических станциях Причерноморья - в Ас-кании-Нова и Баштанке. Первая станция находится на расстоянии 24,5 км от Западного Сиваша, а вторая - в 116 км к северу от бере-га Черного моря. Химические анализы отобранных проб атмосфер-ных осадков и пыли выполнялись в лаборатории института геоло-гии (г. Киев).

По данному разделу исследований авторы монографии пришли к таким выводам. Атмосферные осадки за годовой пери-од приносят на 1 *гектар* в Аскания-Нова 285,6 кг солей, в том числе водорастворимых 149,43 кг, а в Баштанке - 159,97 кг, в том числе водорастворимых - 122,13 кг. В атмосферных осадках преобладают хлористый и сернокислый натрий.

Количество выпавшей атмосферной пыли за один год со-ставило в Аскания-Нова 1835 кг, в Баштанке - 451,6 кг на один гек-тар. Атмосферная пыль состоит из нерастворимой части (минерал-ы, окислы кремния, алюминия, железа и др.) и водорастворимых солей. По мнению авторов вышеназванной монографии, если бы выпадение пыли было равномерным за длительный промежуток времени, то для образования лессовой толщи мощностью в 25 м потребовалось бы 520000 лет.

Авторы отмечают, что вследствие высокой пористости лессовидных пород, выпадающая масса солей вместе с водой проникает глубоко вниз в четвертичные отложения и вызывает их хлоридно-сульфатное засоление, как и засоление грунтовых и подземных вод. Именно в таком аспекте рассматривал влияние аэральных солей на почву и Г.Н. Высоцкий (1962). Воздействие этих солей на осолонцевание почв геологами и Высоцким не рассматривалось.

Приступая к выявлению способности к осолонцеванию почв растворами аэральных солей, автор данной статьи использовал величины концентраций ионов натрия и кальция, приведенные в монографии Е.С. Бурксера и соавторов. Расчеты проведены нами не по всем, а лишь по 11 срокам наблюдений. Величину константы равновесия условно приняли равной 0,0649 (по данным Антипова-Каратаева (1953)), а емкость поглощения почв - 30 *мг-экв/100 г* почвы (как во многих современных почвах исследуемых объектов).

Методика расчета также приведена в работе Антипова-Каратаева (1953), стр. 20.

Приведем пример расчета возможного осолонцевания почв под влиянием аэральных солей.

Формула закона действующих масс:
$$\frac{x_{\text{Na}}}{\sqrt{x_{\text{Ca}}}} = K_1 \times \frac{c_{\text{Na}}}{\sqrt{c_{\text{Ca}}}},$$

где x – поглощенные Na и Ca, мг-экв на 100 г почвы;

c – концентрация ионов Na и Ca в растворе, мг-экв/л;

K_1 – константа обмена.

Для расчета по этой формуле взяты концентрации Na и Ca из первой строки таблицы 2: $c_{\text{Na}} = 0,15$ мг-экв/л; $c_{\text{Ca}} = 0,12$ мг-экв/л; $K_1 = 0,0649$;

Подставляем эти величины в правую часть уравнения закона действующих масс, получим:

$$= 0,0649 \frac{0,15}{\sqrt{0,12}} = \frac{0,0649 \times 0,15}{0,3464} = \frac{0,009735}{0,3464} = \frac{1}{35,583} \dots \text{ или округленно будет } \frac{1}{36}.$$

Далее решаем левую часть уравнения с учетом результата решения правой части: $\frac{x_{\text{Na}}}{\sqrt{x_{\text{Ca}}}} = \frac{1}{36}$. Преобразуем это равенство: $x_{\text{Na}} \times 36 = \sqrt{x_{\text{Ca}}} \times 1$.

Чтобы вывести x_{Ca} из подкоренного выражения, возводим левую и правую части уравнения в квадрат. Получим следующее равенство отношений:

$$x_{\text{Na}}^2 \times 36^2 = 1^2 \times x_{\text{Ca}}; \quad x_{\text{Na}}^2 \times 1296 = 1 \times x_{\text{Ca}} \quad \text{или} \quad \frac{x_{\text{Na}}^2}{x_{\text{Ca}}} = \frac{1}{1296},$$

т.е. на долю x_{Na}^2 приходится 1 часть, на долю x_{Ca} приходится 1296 частей от емкости поглощения исследуемой почвы, что составляет их сумму, равную 1297 частей.

Далее величины отношений частей необходимо выразить в мг-экв. Емкость поглощения катионов почвой принимаем равной 30 мг-экв/100 г почвы. Тогда на долю x_{Ca} приходится $(30:1297) \times 1296 = 29,98$ мг-экв, на долю x_{Na}^2 остается $(30-29,98 = 0,02$ мг-экв., а на долю $x_{\text{Na}} = \sqrt{0,02} = 0,14$ мг-экв.

Эта величина составит в процентах от емкости обмена (30 мг-экв) 0,47 % адсорбированного натрия. Таким образом, исследуемый в приведенном примере раствор может вызвать солонцеватость почвы в размере не более 0,5%. Сравнение этой

величины с классификацией почв по степени солонцеватости позволяет отнести такие почвы к несолонцеватым.

Результаты исследований. Рассмотрим результаты определения возможного осолонцевания почв от действия солей, содержащихся в атмосферных осадках и атмосферной пыли.

1. *Возможность осолонцевания почв под влиянием солей, содержащихся в атмосферных осадках.* Как отмечает Е.С. Бурксер с сотрудниками, в период наблюдения годовое количество осадков в Аскания-Нова составило 432,8 мм, а в Баштанке - 557,2 мм. Они выпадали неравномерно в отдельные месяцы, с колебанием по обеим станциям от 2 до 133 мм. Содержание всех солей в атмосферных осадках также значительно менялось: от 0,04 до 0,215 г/л в Аскании-Нова и от 0,017 до 0,096 г/л в Баштанке. В составе солей, выпавших в Аскании-Нова, преобладали хлористый и сернокислый натрий, реже - бикарбонаты натрия и магния. Соли кальция представлены преимущественно бикарбонатом кальция и иногда сернокислым кальцием. По метеостанции Баштанка в вероятном составе солей преобладают хлористый и сернокислый натрий, несколько меньше содержится сернокислого магния. Из солей кальция больше всего приходится на бикарбонат кальция и иногда сернокислый кальций.

В целом можно считать, что соли натрия представлены главным образом хлористым натрием и сернокислым натрием, а соли кальция – преимущественно бикарбонатом кальция.

В таб. 1 приведены исходные данные химического состава атмосферных осадков (Е.С. Бурксер и др), на основе которых нами проведена оценка пригодности таких вод к орошению по известным в ирригации показателям и по закону действующих масс.

Как видно из таблицы 1, атмосферные осадки содержат разное количество солей. По Аскании-Нова оно колеблется в пределах 19,35-215,24 мг/л, с преобладанием величины 100 мг/л. По метеостанции Баштанка количество солей значительно меньше, с колебанием от 17,26 до 96,61 мг/л, с преобладанием величин 20-30 мг/л. В целом минерализация этих вод колеблется в пределах от 0,02 до 0,1-0,2 г/л. Воды с такой минерализацией возможно использовать для орошения, поскольку она не превышает 0,3-0,5(1) г/л.

Таблица 1

**Химический состав атмосферных осадков по метеостанциям
Аскания-Нова и Баштанка и показатели пригодности
этих вод для орошения**

Год, месяц	Химический состав атмосферных осадков, мг/л							Сумма ионов, мг/л	$\frac{Na}{\sqrt{\frac{Ca+Mg}{2}}}$	Сумма катионов, мг/л	% Na от суммы катионов
	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺				
Аскания-Нова											
1952											
VI	1,80	6,14	8,54	3,45	0,36	2,40	0,53	23,22	0,5	0,32	50
VII	2,44	3,74	7,32	3,45	0,19	2,04	0,17	19,35	0,5	0,32	50
VIII	3,58	4,42	20,74	2,99	0,93	7,04	0,35	40,05	0,2	0,89	25
IX	12,01	11,52	53,68	18,63	н.о.*	7,40	3,46	106,60	0,6	4,64	18
X	8,52	64,18	73,20	29,90	3,60	22,20	3,31	204,91	0,9	5,72	22
XI	9,94	12,05	31,72	15,64	2,00	4,40	1,31	77,06	0,8	2,04	35
XII	7,10	11,23	35,38	13,34	1,66	5,20	1,59	75,50	0,6	2,47	25
1953											
I	17,89	75,28	58,56	31,28	2,00	56,60	3,63	215,24	0,9	1,93	73
II	5,90	3,01	18,30	8,05	1,27	2,40	0,44	39,43	0,7	0,92	41
III	5,96	10,41	73,20	8,28	1,60	20,00	2,33	121,78	0,3	3,74	10
IV	66,03	25,73	41,48	54,05	1,95	6,40	4,29	199,95	1,5	7,01	34
V	19,03	6,83	30,50	11,96	1,27	6,80	3,41	79,82	0,4	4,30	13
Баштанка											
1952											
VI	1,94	5,38	6,34	3,22	0,09	2,18	0,26	19,41	0,6	0,27	51
VII	2,45	5,24	5,61	3,22	н.о.	2,12	0,17	18,81	0,6	0,77	52
VIII	1,38	5,76	5,12	1,15	0,43	3,16	0,26	17,26	0,2	0,24	25
IX	7,46	7,40	54,90	22,31	н.о.	3,00	1,74	96,61	2,6	1,26	77
X	4,61	5,47	13,42	1,84	0,88	4,20	1,82	32,24	0,2	0,46	22
XI	22,72	9,60	10,37	12,12	2,83	3,00	3,16	63,87	1,2	1,01	59
XII	2,48	10,69	6,71	3,22	0,35	2,60	1,45	27,56	0,4	0,40	37
1953											
II	2,84	11,52	10,98	1,84	н.о.	5,40	2,18	34,76	0,2	0,50	16
III	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	-	-	-
IV	2,48	5,76	7,93	0,92	0,35	2,80	1,67	21,91	0,5	0,32	15
V	3,83	3,82	7,30	2,07	0,88	2,00	1,29	21,19	0,2	0,31	35

* н.о. — не определялось

Возможность осолонцевания почв при поливе такими водами определяется по значению показателя осолонцевания

Как оказалось, показатель осолонцевания имеет низкие значения 0,5-0,8, и лишь в трех пробах возрастает до 1,2-2,6, т.е. орошение такими водами не представляет опасности осолонцевания почв.

Оценка пригодности воды для орошения по сопоставлению концентрации солей (сумма катионов в мг-экв) и соотношения катионов Na+K к сумме катионов показала, что концентрация (сумма катионов) не превышает 10 мг-экв. Соотношение катионов колеб-

лется в пределах от 13 до 50 %. При таких показателях использование вод для орошения может вызвать очень малую опасность засоления и осолонцевания почв.

Перейдем к рассмотрению вопроса о возможной степени осолонцевания почв при применении таких растворов с использованием уравнения закона действующих масс. Расчеты представлены по 11 срокам наблюдений (табл. 2).

Таблица 2

Прогноз возможного осолонцевания почвы под влиянием атмосферных осадков

Год, месяц	Количество атмосферных осадков, мм	Доля осадков от суммы годового количества, %	Содержание в 1 л				Сумма, мг/л	Соотношение мг-экв Na:Ca, % от суммы	Адсорбция Na, % от емкости
			Na		Ca				
			мг	мг-экв	мг	мг-экв			
Аскания-Нова									
1952									
VI	76,9	18	3,45	0,15	2,40	0,12	5,85	55:45	0,5
VII	101,6	29	3,45	0,15	2,04	0,10	5,49	60:40	0,6
VIII	15,0	3,0	2,99	0,13	7,04	0,35	10,03	28:72	0,3
IX	4,0	0,9	18,63	0,81	7,40	0,37	26,03	69:31	1,6
X	13,7	3,0	29,9	1,30	22,2	1,11	52,10	54:46	1,5
1953									
III	2,0	0,5	8,28	0,36	20,0	1,0	28,28	23:77	0,5
IV	13,3	3,0	54,05	2,35	6,40	0,32	60,45	88:12	4,3
Баштанка									
1952									
VI	20,7	4,0	3,22	0,14	2,18	0,11	5,40	56:44	0,5
VIII	43,9	8,0	1,15	0,05	3,16	0,16	4,31	23:77	0,3
IX	14,4	2,5	22,31	0,97	3,0	0,15	25,31	86:14	2,9
XI	121,5	22	12,1	0,53	3,0	0,15	15,10	77:23	1,6

Как видно из приведенных данных сумма ионов натрия и кальция колеблется в пределах 5-60 мг/л по Аскании-Нова и 5-25 мг/л по Баштанке. Менялось и соотношение катионов, в большинстве случаев натрий преобладал над кальцием.

Возможное количество адсорбируемого натрия по Аскании-Нова весьма невелико, составляет лишь долю процента (0,3-0,6 %). Оно несколько возрастает до 1,6 % при повышении концентрации раствора до 26-52 мг/л и небольшом преобладании натрия над кальцием. Максимальное же значение адсорбированного натрия (4,3 %) отмечается при концентрации раствора

60 мг/л и очень значительном преобладании натрия над кальцием – 88 : 12 %.

По метеостанции Баштанка при небольшой концентрации раствора (4-5 мг/л) величина обменного натрия также совсем мала - десятые доли процента (0,3-0,5 %). Оно возрастает до 1,6-2,9 % при повышении концентрации раствора до 15-25 мг/л и при широком соотношении натрия к кальцию (86:14 %).

Таким образом, данные о концентрации солей в атмосферных осадках подтверждают заключение геологов, что количество аэральных солей зависит от расстояния территории до морского побережья. Оно выше вблизи него (Аскания-Нова) и заметно снижается при большем удалении (Баштанка).

Концентрация солей по отдельным месяцам весьма динамична. Неодинаково и соотношение натрия к кальцию как в осадках, выпадающих вблизи побережья, так и на более удаленной территории. Потенциальная способность к осолонцеванию почв растворами солей в атмосферных осадках весьма невысокая, она несколько повышается для территории, близко расположенной к морю, а в целом может вызвать осолонцевание почв лишь в пределах 0,3-2 (4 %) натрия.

2. Возможность осолонцевания почвы под действием солей атмосферной пыли. Е.С. Бурксер и его сотрудники отбирали осевшую пыль на площадках размером 30 x 40 см. Применялся специально разработанный авторами микрометод химического анализа. Данные о химическом составе водных вытяжек из 100 г атмосферной пыли представлены в таблице 3.

Как видно из таблицы 3, количество водорастворимых веществ, извлекаемых из 100 г пыли в разные сроки наблюдения колебалось в пределах от 0,3 до 2,2 г. Основная же часть пыли состоит из силикатов и других нерастворимых в воде соединений.

По данным Е.В. Бурксера и др. на обеих метеостанциях в образцах пыли наиболее часто встречаются хлористый натрий. Сернокислый натрий, карбонаты кальция и магния. Однако среднее их содержание меняется: в Аскания-Нова оно выше по

хлористому натрию и сернокислому натрию, а в Баштанке средние значения выше по карбонату кальция, магния и гипсу.

Таблица 3

Состав водных вытяжек, полученных из образцов пыли

Год, месяц	Вода из 100 г пыли извлекает						
	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Сумма, грамм
Аскания-Нова							
1952							
VI	0,711	0,293	0,843	0,622	0,127	0,073	2,669
VII	0,104	0,309	0,303	0,183	0,065	0,039	1,003
VIII	0,263	0,362	0,964	0,608	0,066	0,120	2,273
IX	0,038	0,078	0,129	0,013	0,070	0,011	0,339
X	0,073	0,176	0,435	0,208	0,043	0,020	0,955
XI	0,135	0,046	0,181	0,003	0,120	0,020	0,505
XII	0,262	0,712	0,163	0,256	0,178	0,032	1,603
1953							
III	0,021	0,404	0,214	0,076	0,059	0,086	0,860
IV	0,033	0,083	0,058	0,005	0,052	0,012	0,243
V	0,021	0,442	0,083	0,042	0,150	0,022	0,760
Баштанка							
1952							
VI	0,392	0,341	0,471	0,123	0,213	0,120	1,666
VII	0,106	0,144	0,672	0,227	0,038	0,064	1,251
VIII	0,108	0,043	0,226	0,023	0,069	0,039	0,508
IX	0,170	0,245	0,157	0,072	0,058	0,080	0,782
X	0,248	0,360	0,267	0,182	0,063	0,095	1,215
XI	0,009	0,646	0,639	0,006	0,226	0,153	1,679
XII	0,222	0,200	0,271	0,098	0,075	0,083	0,949
1953							
II	0,036	0,518	0,322	0,018	0,104	0,133	1,131
III	0,102	0,166	0,123	0,167	0,023	0,000	0,581
IV	0,128	0,230	0,244	0,019	0,096	0,075	0,792
V	0,095	0,212	0,342	0,087	0,117	0,071	0,924

Для выявления возможного осолонцевания почв солями атмосферной пыли нами были использованы данные Буркзера по содержания натрия и кальция в 100 *граммах* пыли. Сделан перерасчет количества выпавшей пыли на площадь 1 м². Определено содержание ионов натрия и кальция с учетом количества выпавшей пыли в соответствующий месяц. Эти данные, а также сумма катионов и соотношение натрия к кальцию представлены в таблице 4. С учетом этих исходных данных определено возможное осолонцевание почв для двух вариантов: при соотношении твердой и жидкой фаз как 1:5 (водная вытяжка)

и при соотношении 1:10 (чтобы выразить концентрацию раствора на литр, как это приведено по атмосферным осадкам в таблице 2).

Таблица 4

Прогноз осолонцевания почвы под влиянием солей Na и Ca в выпавшей атмосферной пыли

Год, месяц	Количество пыли, г/м ²		В 100 г пыли		В выпавшей за месяц пыли				Сумма Na+Ca, мг	Соотношение мг-экв Na : Ca, %	Возможная адсорбция Na, % от емкости при соотношении твердой фазы к жидкой	
			Na, мг	Ca, мг	Na		Ca				1:5	1:10
	мг	мг-экв			мг	мг-экв						
Аскания-Нова												
1952												
VI	1,64	622	127	10,2	0,44	2,08	0,10	12,2	89:11	1,6	1,2	
VII	3,35	183	65	6,13	0,26	2,17	0,10	8,3	72:28	1,0	0,7	
VIII	3,15	608	66	19,15	0,83	2,07	0,10	21,2	89:11	3,0	2,2	
IX	30,91	13	76	4,0	0,17	23,49	1,17	27,4	91:9	0,3	0,1	
X	6,44	208	43	13,39	0,58	2,76	0,13	16,1	81:19	1,6	1,4	
1953												
III	2,84	76	59	2,15	0,09	1,67	0,08	3,8	52:48	0,4	0,2	
IV	98,55	5	52	4,9	0,21	51,24	2,56	56,1	7:93	0,3	0,1	
Баштанка												
1952												
VII	5,54	227	38	12,57	0,54	2,10	0,10	14,6	84:16	2,0	1,4	
VIII	12,0	23	69	2,76	0,12	8,20	0,54	10,9	16:84	0,3	0,2	
IX	15,39	72	58	11,0	0,47	8,9	0,44	19,9	51:49	0,8	0,5	
X	0,19	6	226	0,011	0,005	0,42	0,02	0,43	23:77	0,3	0,1	

Следует отметить, что поскольку пыль приносилась и оседала под воздействием ветра разных румбов и представляла в одних случаях соли, вынесенные ветром с поверхности приморских солончаков, а в других случаях - с поверхности проезжих дорог и пашни, то полученные расчетные данные о возможной степени осолонцевания не всегда соответствовали закономерностям о воздействии концентрации и соотношения катионов на степень солонцеватости, как это отмечалось при прогнозировании осолонцевания под действием солей, содержащихся в атмосферных осадках. В меньшей степени, чем ожидалось, проявлялось влияние соотношения катионов и даже концентрации солей натрия и кальция. В целом же, величина прогнозируемого осолонцевания почв оказа-

лась также весьма небольшой, близкой к полученному при выпадении атмосферных осадков (десятиые доли процента, реже 1-2 %).

Возникает вопрос - а нельзя ли просуммировать все величины концентрации солей за год и по этим данным определить степень возможного осолонцевания почв за годичный период. Оказывается, что этого делать нельзя, просуммировать можно лишь количество выпавших солей. Но и при этом следует учитывать, что соли не остаются на одном месте, а вместе с почвенными растворами передвигаются в горизонтальном и вертикальном направлениях, могут достигнуть грунтовых вод и выклиниваться в водоемы. Это лишь чисто механический путь поступающих аэральным путем солей.

Главная же роль этих солей в почвообразовании состоит в участии их в обменных процессах с поглощающим комплексом почв. А эти процессы являются обратимыми, зависящими от целого ряда свойств самих катионов, а так же от концентрации растворов, соотношения катионов и объема растворителя и других свойств (Гедройц, 1932; Иванова, 1938; Горбунов, 1961; Дараб и Редли, 1980 и др.).

Как отмечает Дюшофур (1970), законы ионных равновесий могут быть выражены формулой закона действующих масс, учитывающей концентрации ионов и коэффициенты их активности, но вместе с тем энергия адсорбции ионов различна и зависит от валентности и степени гидратации. Так, например, по степени убывания энергии адсорбции ионы располагаются в такой ряд: $Al-Ca-Mg-N-K-Na$. Наиболее сильно поглощается почвой кальций. Поэтому именно кальций преобладает над другими ионами в поглощающем комплексе почв. Натрий же, обладая слабой энергией поглощения, относится к меньшинству поглощенных катионов. Дюшофур подчеркивает, что адсорбция катионов, кроме того, сильно зависит от сезонных изменений концентраций почвенных растворов, которые, в свою очередь, определяются погодными условиями. Разбавление растворов усиливает активность двухвалентных катионов, и они адсорбируются поглощающим комплексом, в то время как одновалентные катионы переходят в раствор. Это наблюдается во влажный период года (весна, теплая зима), когда происходит наибольшее выщелачивание солей и, в том числе, вымывание поглощенного натрия, вытесненного кальцием. И, наоборот, в сухой и жаркий период года, когда гидратация иона натрия снижается, он внедряется в поглощающий комплекс, вытесняя в почвенный раствор кальций, который может перейти из раствора в твердую фазу в виде карбоната кальция или гипса.

Следовательно, степень осолонцевания определяется не только количеством поступающих солей и соотношением катионов натрия к кальцию, но и погодными условиями.

Важно подчеркнуть, что ослаблению солонцеватости почв способствует также наличие в атмосферной пыли карбоната кальция и гипса, которые при увлажнении пыли вытесняют поглощённый натрий, т.е. оказывает мелиорирующее воздействие на почву.

Интересно было сравнить полученные данные по возможному осолонцеванию с величиной поглощенного натрия в почвах Причерноморья. В таблице 5 приведена степень солонцеватости по поглощенному натрию в некоторых солонцеватых почвах северной (континентальной) части Причерноморской впадины и южной части - Крымской. Особенно интересно было сопоставить данные по Аскании-Нова, где геологи изучали азральные соли. Оказалось, что в темно- каштановой солонцеватой целинной почве химическая солонцеватость по натрию очень низкая и довольно близка к прогнозируемому нами уровню (доли процента). Обращает внимание различная степень химической солонцеватости в солонцах северной части Причерноморья по сравнению с южной (Крымской). В северном Причерноморье развиваются малонатриевые солонцы, в которых поглощенный натрий составляет всего 6 % (иногда 8 %), а в южной части (Крым) - средненатриевые автоморфные солонцы, которые содержат 16-20% поглощенного натрия. В последних выше и степень иллювированности (Новикова, 2007).

Различие в степени солонцеватости почв объясняется не совсем одинаковым топографическим уровнем сравниваемых территорий - северная часть имеет более высокие абсолютные отметки, чем южная, берега Черного моря и Сиваша довольно высокие (5-10 м) и обрывистые. Поэтому в северном Причерноморье абсолютно преобладают автономные ландшафты с автоморфным почвенным покровом. Это тёмно-каштановые слабосолонцеватые почвы без пятен степных солонцов, которые ближе к побережью Сиваша сменяются комплексом каштановых солонцеватых почв и степных малонатриевых солонцов. Разумеется, в понижениях рельефа (подах), на низких речных террасах и на пониженных полуостровах развиваются гидроморфные и полугидроморфные солонцовые комплексы, но площадь их невелика.

В отличие от северной части Причерноморья, в Крымском Присивашье автоморфные солонцовые почвы занимают

только половину территории, а вторая половина приходится на долю гидроморфных и полугидроморфных почв.

Надо полагать, что в те геологические эпохи, когда земная кора в Причерноморье испытывала эпейрогеническое погружение, морскую трансгрессию и подъем уровня грунтовых вод, все эти процессы протекали более интенсивно именно в Крымской пониженной части Причерноморья, что и сказалось на большем засолении и солонцеватости этих почв. Соли, поступающие из грунтовых вод при выпотном водном режиме в гидроморфных и полугидроморфных почвах Крымского Присивашья, являются главным источником засоления и осолонцевания почв. Аэральные же соли в солевом балансе составляют лишь небольшую часть. Поэтому, несмотря на поступление на поверхность почв аэральные солей их количество не может вызвать значительного осолонцевания и образования автоморфных солонцов, которые могут появиться лишь при рассолении солончаковых почв, возникших некогда при выпотном режиме от близко залегающих минерализованных грунтовых вод в период эпейрогенического опускания территории Причерноморья.

Таблица 5

Содержание поглощенного натрия в автоморфных почвах сухой степи Причерноморья

Местоположение, (автор)	Почва	Горизонт*	Глубина, см	Обменный натрий, % от емкости
Аскания-Нова (Полупан Н.И., 1981)	Темно-каштановая солонцеватая целинная	He	0-8	0,7
		Hi	20-25	0,6
		Hp	30-35	0,6
Северная часть сухостепной зоны, средние данные по 18 разрезам (Ю.Е. Кизяков, 1975)	Темно-каштановая глубококовскипающая	He	0-10	1,8
		Hip	30-40	2,0
Сухостепная зона, средние данные по 30 разрезам (Ю.Е. Кизяков, 1975)	Солонец каштановый малонатриевый	He	0-10	3,4
		ИH	30-40	6,1
Генический район, Геническая опытная станция (А.В. Новикова, 1984)	Каштановая солонцеватая	He	0-10	2
		Hi	30-48	3
Крымская область, Красноперекопский район, с. Источное (А.В. Новикова, 1962)	Темно-каштановая слабо солонцеватая	He	0-10	1,2
		Hi	23-34	1,8
Крымская область, Азовский район, с. Великоселье (А.В. Новикова, 1962)	Темно-каштановая солонцеватая	H	0-10	4,0
		Hip	35-45	5,0
Крымская область, Джанкойский район, с. Солонцовое (А.В. Новикова, 1962)	Степной глубокосолончаковатый солонец	EH	0-10	8
		ИH	18-35	16

* Здесь используется украинская символика обозначения генетических горизонтов:

H – гумусовый, d- дерновый; e – элювиальный; i – иллювиальный, p – почвообразующая порода.

Возникает вопрос о том, в каком же направлении протекало почвообразование на юге Украины в послеледниковый, голоценовый период.

Сведения об этом были получены в результате археологических раскопок насыпных курганов на юге Украины, проводимых с участием почвоведов. Как установлено В.П. Золотуном (1977) около 5 тысяч лет тому назад, во второй половине голоцена, климат на юге Украины менялся в сторону смягчения степи его континентальности. Это сказалось на изменении растительности и почв. Процесс почвообразования от примитивных пустынных почв менялся в сторону образования сначала светлокаштановых почв, затем темно-каштановых, потом южных черноземов и обыкновенных черноземов. При этом происходило некоторое рассоление, с выносом хлоридов и сульфатов. Изменялся и состав поглощенных оснований - уменьшалось содержание

поглощенного натрия и магния, становилось более широким соотношение кальция к магнию.

Следовательно можно предположить, что и в дальнейшем будут происходить подобные изменения в почвообразовании. С целью предупреждения ухудшения экологической обстановки в Причерноморье необходимо организовать мониторинг за направленностью процессов засоления-рассоления почв, их осолонцеванием, количеством и химическим составом аэраль-ных солей с определением способности их к осолонцеванию.

Заключение

Математическое моделирование обменных процессов с использованием закона действующих масс позволяет приближенно оценить возможность растворов аэраль-ных солей к осолонцеванию почв.

Наши исследования показали, что растворы аэраль-ных солей Причерноморья могут вызвать лишь слабую степень солонцеватости автоморфных почв - от десятых долей процента до 1-2 (4 %). Сопоставление этих данных с фактическим содержанием поглощённого натрия в современных автоморфных тёмно-каштановых почвах (в том числе в Аскании-Нова) показало их близкое сходство.

Создаётся впечатление, что, несмотря на многовековую импульверизацию солей с морского побережья, степень солонцеватости почв резко не изменяется. Нам представляется, что ослабленное действие аэраль-ных солей на солонцеватость почв вызвано следующими причинами - глобальным изменением климата и почв во второй половине голоценового периода, сезонной динамикой почвенных процессов и наличием в составе аэраль-ных солей карбонатов кальция и гипса.

Под влиянием глобального изменения климата на юге Украины во второй половине голоценового периода, произошло изменение почвенного покрова от светло-каштановых к тёмно-каштановым почвам и южным чернозёмам, которое сопровождалось уменьшением количества поглощённого натрия (Золотун).

Динамическая смена погодных условий вызывает то усиление концентрации почвенных растворов в сухое время года, с внедрением иона натрия в поглощающий комплекс, то разбавление концентрации раствора с внедрением в поглощающий комплекс иона кальция и вытеснением иона натрия. Последний, вместе с нисходящим током влаги удаляется вниз по профилю почвы. Степень солонцеватости почв снижается.

Карбонаты кальция и гипс способствуют рассолонцеванию почв. Поскольку при автоморфном почвообразовании преобладают процессы рассоления и рассолонцевания, то воздействие азральных солей ослабляется, и преобладают слабосолонцеватые почвы. Лишь на узкой прибрежной полосе северного Причерноморья, занятой морской плиоценовой террасой, развиваются автоморфные солонцы в комплексе с каштановыми солонцеватыми почвами. Однако, образование солонцов здесь вероятно связано с былым гидроморфизмом этих почв, как это характерно для почв Крымского высокого Присивашья.