Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации, № 1(25), 2017 г., [66–80]

УДК 631.6:631.452

Л. М. Докучаева, Р. Е. Юркова
Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск, Российская Федерация

ОЦЕНКА ПОЧВООБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ ДЛИТЕЛЬНО ОРОШАЕМЫХ ПРЕСНОЙ ВОДОЙ ЧЕРНОЗЕМОВ ОБЫКНОВЕННЫХ

Цель работы – оценить направленность почвообразовательных процессов черноземов обыкновенных, длительно орошаемых пресной водой. Исследования проводились в Багаевском районе Ростовской области. Объект исследований – длительно орошаемые черноземы обыкновенные (более 50 лет). Для решения поставленной задачи проведено исследование свойств почв по следующим показателям: гранулометрический состав, плотность сложения, структурное состояние, состав водной вытяжки, содержание обменных натрия, магния и кальция, общий гумус и его групповой состав, содержание карбонатов и питательных элементов. По данным показателям проведена оценка направленности почвообразовательных процессов и выявлено, что при регулярном и длительном орошении пресной водой оросительными нормами от 2500 до 5000 кубических метров на гектар в черноземах обыкновенных проявляются следующие негативные почвенные процессы: переуплотнение почв (по плотности сложения пахотного слоя, составляющей 1,23 тонны на кубический метр, чернозем обыкновенный относится к сильно уплотненным с содержанием 39 % агрономически ценных агрегатов и всего 32 % водопрочных); по визуальным наблюдениям отмечено переувлажнение, выраженное присутствием избыточного увлажнения в течение 2–3 недель в виде локальных луж на отдельных участках, препятствующих проведению весенних полевых работ; глубинная солонцеватость и солончаковатый процесс, связанные с подъемом минерализованных грунтовых вод выше критического уровня; низкое содержание гумуса (3,41 % в слое 0–40 см) и его фульватно-гуматный состав указывают на наличие в этих почвах дегумификации; выщелачивание при орошении пресной водой подтверждается залеганием карбонатов глубже 60 см и низким содержанием питательных элементов; низкое содержание фосфора и гумуса и среднее содержание калия в длительно орошаемых черноземах обыкновенных свидетельствует о протекании процесса агроистощения.

Ключевые слова: почвообразовательные процессы, орошение, свойства почв, гумус, переуплотнение, переувлажнение, выщелачивание, дегумификация, агроистощение.

L. M. Dokuchayeva, R. Ye. Yurkova
Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk, Russian Federation

EVALUATION OF SOIL-FORMING PROCESS OF ORDINARY CHERNOZEM IRRIGATED LONG-TERM WITH FRESH WATER

The aim of the work is to evaluate the tendency of soil formation processes of ordinary chernozem irrigated long-term with fresh water. The studies were conducted in Bagaevsky district of Rostov region. The object of research is the long-term irrigated ordinary chernozem (more than 50 years). To solve this problem the research of soil characteristics was carried out

on the following parameters: particle-size distribution, bulk density, structural status, water extract composition, content of exchangeable sodium, magnesium and calcium, total humus and its group composition, carbonate and nutrients content. According to these parameters the evaluation of soil-forming processes has been done. It's been found out that regular and prolonged irrigation by fresh water with irrigation rates from 2500 to 5000 cubic meters per hectare in ordinary chernozems causes the following negative soil processes: overcompaction of soils (ordinary chernozems with bulk density of arable layer equal to 1.23 tonnes per cubic meter refers to the highly compacted soils with a content of 39 % healthy aggregates and only 32 % of water-resistant ones); visually observed water saturation, marked by the presence of excessive moisture in the form of local puddles on separate sites for 2–3 weeks, preventing the spring field work; deep alkalinity and saline process associated with the rise of mineralized ground water above the critical level; low humus content (3.41 % in the layer of 0–40 cm) and its fulvate-humate composition are indicative of the dehumification in these soils; enleaching with fresh water irrigation is confirmed by carbonate occurrence lower 60 cm and low content of nutrients; low content of phosphorus and humus and average content of potassium in the long-term irrigated ordinary chernozems indicate the process of agro-depletion.

Keywords: soil-forming processes, irrigation, soil properties, humus, overcompaction of soil, water saturation, leaching, dehumidification, agrodepletion.

Введение. Уже в 80–90-е гг. стали появляться данные о неблагоприятных тенденциях в эволюции почв, происходящих при массированном орошении традиционными способами [1, 2]. В основном негативные процессы имели место там, где системы строились в земляном русле без дренажа с использованием для орошения неблагоприятных вод, требующих при их применении профилактических мероприятий [3–5]. К тому же нарушались технологии орошения, при которых удовлетворялись потребности возделываемых культур во влаге, но не учитывались условия, при которых сохраняется почвенное плодородие. В то же время ряд авторов сообщает, что орошение способствует повышению плодородия почв на технически оснащенных системах и при высоком уровне агротехнологий [6–9].

При недостаточном уровне функционирования оросительных систем наблюдались процессы подъема уровня грунтовых вод, изменения водного, солевого, воздушного, питательного режимов и формирования на значительных площадях гидроморфных условий почвообразования, при которых неизбежны процессы переувлажнения, вторичного засоления, осолонцевания, переуплотнения, дегумификации, обеднения элементами питания, снижения почвенного плодородия. В результате на орошаемых землях (например, Калмыкии, Ростовской, Астраханской, Волгоградской областей) сло-

жилась неблагоприятная эколого-мелиоративная обстановка. Эти выводы подтверждены исследованиями ученых: Г. В. Добровольского, Ф. Р. Зейдельмана, А. П. Панова, В. Е. Приходько, Г. И. Андреева, Н. С. Скуратова, А. В. Шуравилина, Л. М. Докучаевой, Р. Е. Юрковой и др. [3, 4, 10–15].

Однако для более полного и углубленного изучения проблемы изменения экологического состояния и почвенного плодородия при длительном орошении необходимо не только проанализировать изменение тех или иных свойств почв при орошении, но и оценить направленность почвенных процессов, которые зависят от изменения увлажненности почв в результате поливов и многих других факторов, таких как годовые осадки, испаряемость, минерализация и состав поливной воды, почвообразующие породы, гранулометрический состав почв и т. д. Таким образом, цель проводимых исследований – оценить направленность почвообразовательных процессов черноземов обыкновенных, длительно орошаемых пресной водой.

Материалы и методы. Объект исследований – черноземы обыкновенные, длительно орошаемые пресной водой (более 50 лет). Ключевой участок, на котором проводились исследования, расположен в Багаевском районе Ростовской области, бывшем ОПХ «РООМС». В этом районе количество годовых осадков находится в пределах 400–450 мм, за вегетационный период – 230–260 мм. Уровень грунтовых вод (УГВ) – переменный, весной – менее 3 м с минерализацией 4,7–6,1 г/дм^3, к осени они располагаются глубже 3 м. Орошаются дождевальными агрегатами водой удовлетворительного качества с минерализацией 0,5–0,7 г/дм^3 гидрокарбонатно-кальциевого состава. Однако в вегетационный период содержание натрия в воде превышает 20 %.

Черноземы осваивались главным образом под зерно-кормовые севообороты, в которых основными являются многолетние травы. Агротехника общепринятая для зоны. Оросительные нормы колеблются от 2500 до 5000 м^3/га, поливные – от 400 до 600 м^3/га. Поливы проводились по требованию культуры, но не учитывались требования почв. Норма ув-

лажнения, представляющая собой среднемноголетние годовые осадки и оросительные нормы, составляла от 775 мм на пропашных культурах до 925 мм при насыщении севооборотов многолетними травами, в среднем – 850 мм.

Отбор образцов почв проводился весной и осенью до уровня грунтовых вод по слоям 0–20, 20–40, 40–60, 60–80, 80–100, 100–130, 130–160, 160–200, 200–250, 250–300 см. В зависимости от конфигурации участка отбор почвенных образцов проводился по принципу «конверта»: по одной пробе из четырех углов и один из центра или по диагонали участка.

Для решения поставленной задачи по оценке почвообразовательных процессов проведено исследование свойств почв по следующим показателям:

- гранулометрический состав методом пипетки по Н. А. Качинскому [16];

- агрегатный состав по Н. И. Саввинову [16];

- содержание карбонатов по Голубеву [17];

- pH водной вытяжки по ГОСТ 26423-85[1];

- состав водной вытяжки по ГОСТ 26424-85[2], ГОСТ 26425-85[3], ГОСТ 26426-85[4], ГОСТ 26427-85[5], ГОСТ 26428-85[6];

---

[1] ГОСТ 26423-85. Почвы. Методы определения удельной электрической проводимости, pH и плотного остатка водной вытяжки. – Введ. 1986-01-01. – М.: Стандартинформ, 2011. – 4 с.

[2] ГОСТ 26424-85. Почвы. Метод определения ионов карбоната и бикарбоната в водной вытяжке. – Введ. 1986-01-01 // Техэксперт: Интранет 6.2014 [Электронный ресурс]. – Консорциум «Кодекс», 2015.

[3] ГОСТ 26425-85. Почвы. Методы определения иона хлорида в водной вытяжке. – Введ. 1986-01-01 // Техэксперт: Интранет 6.2014 [Электронный ресурс]. – Консорциум «Кодекс», 2015.

[4] ГОСТ 26426-85 Почвы. Методы определения иона сульфата в водной вытяжке. – Введ. 1986-01-01 // Техэксперт: Интранет 6.2014 [Электронный ресурс]. – Консорциум «Кодекс», 2015.

[5] ГОСТ 26427-85. Почвы. Метод определения натрия и калия в водной вытяжке. – Введ. 1986-01-01 // Техэксперт: Интранет 6.2014 [Электронный ресурс]. – Консорциум «Кодекс», 2015.

[6] ГОСТ 26428-85. Почвы. Методы определения кальция и магния в водной вытяжке. – Введ. 1986-01-01 // Техэксперт: Интранет 6.2014 [Электронный ресурс]. – Консорциум «Кодекс», 2015.

- обменные формы кальция, магния по ГОСТ 26487-85[7], натрия по ГОСТ 26950-86[8];

- содержание питательных элементов (обменного калия и подвижного фосфора по ГОСТ 26205-91[9], нитратного по ГОСТ 26951-86[10] и легкогидролизуемого азота) [17];

- содержание гумуса [17];

- групповой состав гумуса ускоренным методом М. М. Кононовой и Н. П. Бельчиковой [17].

Оценка почвообразовательных процессов проведена в соответствии с «Руководством по контролю и регулированию почвенного плодородия орошаемых земель» [18].

Результаты и обсуждение. Изменение водно-физических свойств чернозема обыкновенного под влиянием длительного орошения представлено в таблице 1. Из таблицы 1 видно, что черноземы обыкновенные в результате длительного орошения даже пресной водой претерпели значительные изменения по водно-физическим показателям в сравнении с существующими для них оптимальными параметрами (ОП). Почвы в основном корнеобитаемом слое по плотности сложения оцениваются как сильно уплотненные. В слое 0–40 см она на 7 % выше ОП и находится на уровне предельно-допустимых параметров (ПДП).

[7] ГОСТ 26487-85. Почвы. Определение обменного кальция и обменного (подвижного) магния методами ЦИНАО. – Введ. 1986-07-01 // Техэксперт: Интранет 6.2014 [Электронный ресурс]. – Консорциум «Кодекс», 2015.

[8] ГОСТ 26950-86. Метод определения обменного натрия. – Введ. 1987-07-01 // Техэксперт: Интранет 6.2014 [Электронный ресурс]. – Консорциум «Кодекс», 2015.

[9] ГОСТ 26205-91. Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Мачигина в модификации ЦИНАО. – Введ. 1993-07-01 // Техэксперт: Интранет 6.2014 [Электронный ресурс]. – Консорциум «Кодекс», 2015.

[10] ГОСТ 26951-86. Почвы. Определение нитратов ионометрическим методом. – Введ. 1987-07-01 // Техэксперт: Интранет 6.2014 [Электронный ресурс]. – Консорциум «Кодекс», 2015.

Таблица 1 – Водно-физические свойства чернозема обыкновенного при регулярном длительном орошении пресной водой, ОПХ «РООМС» (*n* = 5)

Слой, см	Плотность сложения почвы		Агрегат 0,25–10,00 мм при сухом просеивании		Водопрочный агрегат – > 0,25 мм	
	т/м^3	оценка	%	оценка	%	оценка
0–20	1,25	Сильно уплотнена	38	Неудовлетвори-тельная	28	Недостаточно удов-летворительная
20–40	1,20	Сильно уплотнена	39	Неудовлетвори-тельная	30	Недостаточно удов-летворительная
40–60	1,24	Сильно уплотнена	42	Удовлетворитель-ная	37	Удовлетворительная
0–40	1,23	Сильно уплотнена	38	Неудовлетвори-тельная	29	Недостаточно удов-летворительная
0–60	1,23	Сильно уплотнена	39	Неудовлетвори-тельная	32	Удовлетворительная
ОП	< 1,15				> 40	
ПДП	1,15–1,25				30–40	

Структурное состояние, характеризуемое содержанием агрегатов 0,25–10,00 мм при сухом просеивании (агрономически ценные агрегаты), неудовлетворительное как в слое 0–40 см, так и 0–60 см.

Водопрочность агрегатов, составляющая 28 % в слое 0–20 см и 29 % в слое 0–40 см, недостаточно удовлетворительная и также по своим показателям приближена к ПДП. Оценивая направленность почвообразовательных процессов по водно-физическим показателям, необходимо отметить, что в длительно орошаемых черноземах обыкновенных при поливах пресной водой происходит процесс переуплотнения почв, который по визуальным наблюдениям выражается присутствием избыточного увлажнения в течение 2–3 недель в виде локальных луж на отдельных участках, препятствующих проведению весенних полевых работ. Такая категория земель относится к группе кратковременно избыточно увлажненных [19].

Данные по содержанию легкорастворимых солей и щелочности в слое 0–40 см представлены в таблице 2.

Из таблицы 2 видно, что слой 0–40 см черноземов обыкновенных, длительно орошаемых пресной водой, остается незасолен, и в нем отсутствует щелочность. В то же время, чем выше УГВ, тем ближе к поверхности

расположен солевой горизонт. Например, в наших исследованиях при глубине залегания грунтовых вод до 1,45 м солевые горизонты располагаются на уровне 0,6 м, в пределах 1,50–1,60 м – на уровне 0,8 м. Когда грунтовые воды находятся на глубине 2,10–2,30 м, солевые горизонты вообще не обнаружены.

Таблица 2 – Засоление и щелочность длительно орошаемых черноземов обыкновенных

Сумма солей в слое 0–40 см, %	Щелочность в слое 0–40 см, ммоль (экв.)/100 г почвы	Уровень грунтовых вод, м	Минерализация грунтовых вод, г/дм^3 состав	Глубина залегания солевого горизонта, м	Сумма солей в солевом горизонте, %
0,115	0,08	2,30	5,03 SO_4–Na	Отсутствует	–
0,110	0,21	1,25	6,08 SO_4–Na	0,6	0,268
0,087	0,23	1,30	4,90 SO_4–Na	0,6	0,273
0,087	0,22	1,40	4,73 SO_4–Na	0,8	0,318
0,123	0,43	1,50	4,23 SO_4–Na	0,8	0,294
0,059	0,19	2,10	4,97 SO_4–Na	Отсутствует	–
0,113	0,35	1,35	5,94 SO_4–Na	0,6	0,287
0,154	0,47	1,45	4,88 SO_4–Na	0,6	0,356
0,138	0,37	1,60	5,26 SO_4–Na	0,8	0,301
0,097	0,22	2,20	5,17 SO_4–Na	Отсутствует	–

Зависимость среднего содержания солей в метровом слое от УГВ представлена на рисунке 1. Коэффициент аппроксимации составляет 0,76, что указывает на тесную связь степени засоления метрового слоя почвы и УГВ.

Исходя из полученных результатов, следует, что в изучаемых черноземах обыкновенных при длительном орошении, осуществляемом водой хорошего качества, но способствующем поднятию грунтовых вод из-за постройки оросительной сети в земляном русле и отсутствия соответствую-

щих дренажных систем, отводящих излишки воды за пределы орошаемого участка, наблюдается процесс вторичного засоления, характеризуемый как солончаковатый [18].

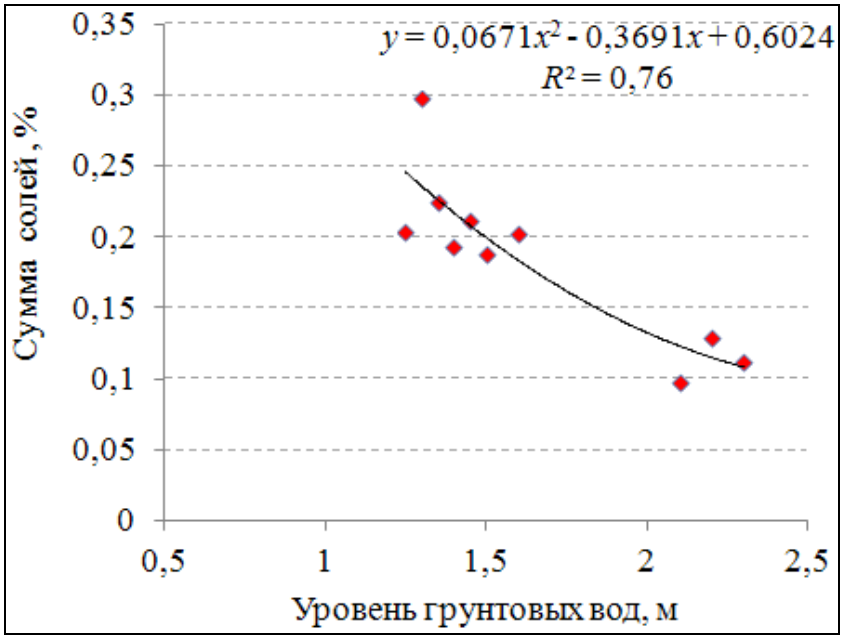

Рисунок 1 – Зависимость содержания солей в слое 0–100 см чернозема обыкновенного от уровня залегания грунтовых вод

Основным диагностическим показателем солонцового процесса является обменный натрий. Его изменения в изучаемом черноземе аналогичны изменению легкорастворимых солей (таблица 3 и рисунок 2). В слое 0–40 см содержание обменного натрия не превышает 2 %, то есть данная почва относится к несолонцеватым разновидностям.

Таблица 3 – Солонцеватость длительно орошаемых черноземов обыкновенных

Содержание обменного Na в слое 0–40 см, % от ∑ ППК	Уровень грунтовых вод, м	Минерализация грунтовых вод, г/дм^3 состав	Глубина залегания солонцового горизонта, м	Обменный натрий в солонцовом горизонте, % от ∑ ППК
1	2	3	4	5
1	2,30	5,03 SO_4–Na	–	1
2	1,25	6,08 SO_4–Na	0,8	5
1	1,30	4,90 SO_4–Na	–	1
2	1,40	4,73 SO_4–Na	0,8	7

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5
1	1,50	4,23 SO_4–Na	0,6	5
1	2,10	4,97 SO_4–Na	–	1
2	1,35	5,94 SO_4–Na	0,8	6
2	1,45	4,88 SO_4–Na	0,6	7
2	1,60	5,26 SO_4–Na	0,8	8
1	2,20	5,17 SO_4–Na	–	1

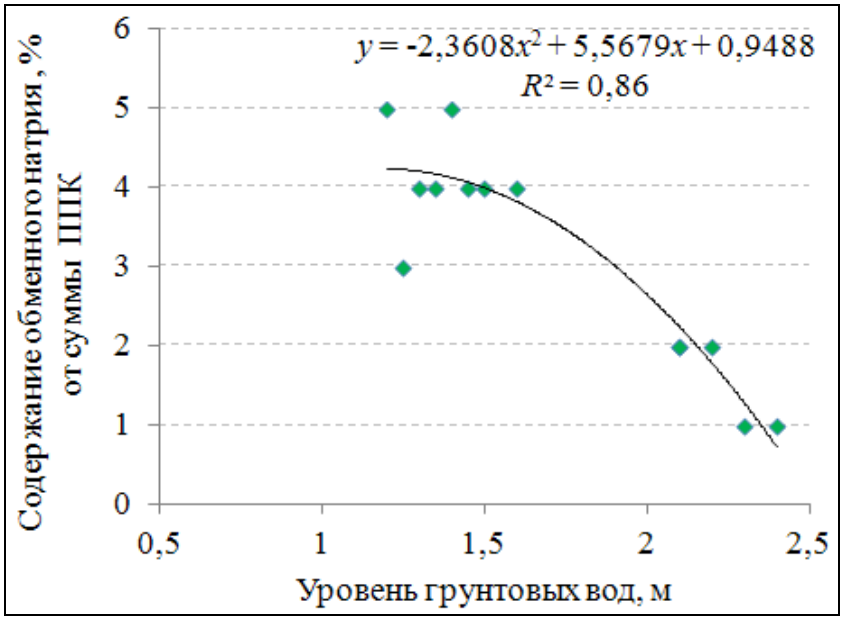

Рисунок 2 – Зависимость содержания обменного натрия в слое 0–100 см чернозема обыкновенного от уровня залегания грунтовых вод

Несмотря на то, что обменный натрий не достиг величин, характеризующих почву как слабосолонцеватую, его воздействие сказывается, прежде всего, на структурном состоянии, как видно из таблицы 1. Еще Б. А. Зимовец утверждал, что содержание в черноземах Na в ППК более 1 % приводит в первую очередь к их физической деградации [20].

В изучаемых черноземах в связи с подъемом УГВ при слабом их оттоке из-за неправильного проектирования дренажных систем присутствует глубинная солонцеватость. В скважинах, где УГВ соответствовал 1,25–1,40 м,

а их минерализация составляла от 4 до 6 г/дм^3 при сульфатно-натриевом составе, происходило накопление обменного натрия от 3 до 8 % с глубины 0,6–0,8 м, что свидетельствует о развитии почвообразовательного процесса, связанного с глубинной солонцеватостью.

Гумусное состояние черноземов представлено в таблице 4. Общее содержание гумуса в этих почвах очень низкое и находится даже ниже ПДП, хотя по данным некоторых авторов его количество до орошения превышало 4 %, а на богаре его содержание в пахотном слое характеризуется величинами того же порядка, что и до орошения [3, 4].

Таблица 4 – Общее содержание и групповой состав гумуса чернозема обыкновенного, длительно орошаемого пресной водой (*n* = 5)

Слой, см	Гумус, %	Коэффициент вариации *V*	$C_{общ.}$, %	ГК	ФК	$C_{ост.}$	$C_{гк}$ / $C_{фк}$	Тип гумуса
				% к $C_{общ.}$				
0–20	3,55	2,2	2,06	31,1	16,6	52,3	1,87	Ф-Г
20–40	3,27	2,8	1,90	30,4	17,4	52,3	1,75	Ф-Г
40–60	2,46	2,4	1,43	28,7	19,8	51,5	1,45	Ф-Г
0–40	3,41	1,8	1,98	30,8	17,0	–	1,81	Ф-Г
ОП	> 4,40	–	–	–	–	–	> 2,00	Г
ПДП	3,80–4,50	–	–	–	–	–	2,00–1,70	Ф-Г

По общему содержанию гумуса черноземы обыкновенные, длительно орошаемые на исследуемом участке, имеют незначительную пестроту, так как коэффициент вариации не превышает 10 %, а коэффициент выравненности (В) составляет 98 %.

В составе гумуса количество гуминовых кислот пока превышает содержание фульвокислот, а тип гумуса стал фульватно-гуматным (Ф-Г), хотя для этих черноземов характерен гуматный тип гумуса.

Учитывая эти особенности гумусного состояния черноземов обыкновенных, длительно орошаемых пресной водой, следует отметить, что в данных почвах происходит негативный почвенный процесс – дегумификация.

Наряду с дегумификацией создаются условия для агроистощения почв. Основными показателями этого процесса являются низкое содержание гумуса, как видно из таблицы 4, низкое содержание питательных элементов, в ча-

стности подвижного фосфора (таблица 5), а по нормативным параметрам изучаемый чернозем относится к среднегумифицированным [18].

Таблица 5 – Содержание карбонатов и питательных элементов в длительно орошаемых черноземах обыкновенных (*n* = 5)

Слой, см	$CaCO_3$, %	Коэффициент вариации *V*	Азот нитратный	Подвижный фосфор	Обменный калий
			мг/кг		
0–20	0,24	8	38	15	219
20–40	0,25	12	35	12	214
40–60	0,32	5	27	10	210
60–80	3,32	1	14	8	205
80–100	5,87	1	10	5	190
0–40	0,24	5	37	13	216

Вскипание от 10 % HCl в этих почвах обнаруживается только с 55–60 см. Это свидетельствует о наличии в длительно орошаемых пресной водой черноземах обыкновенных процесса выщелачивания.

Из таблицы 5 видно, что содержание карбонатов в слое 0–60 см не превышает 0,3 %, поэтому почвы не вскипают [18]. С глубины количество карбонатов составляет уже около 3 %, поэтому с этой глубины наблюдается сильное вскипание. Расчеты коэффициентов вариации *V*, представленные в таблице 5, по этому параметру указывают на незначительную изменчивость вариационного ряда (не превышает 10 %). Отсюда следует, что изучаемые почвы по данному показателю однородны по всему метровому слою.

Низкое содержание гумуса, подвижного фосфора и ближе к среднему – обменного калия также доказывает присутствие процесса выщелачивания и агроистощения.

Выводы. При длительном регулярном орошении пресной водой оросительными нормами от 2500 до 5000 $м^3$/га в черноземах обыкновенных проявляются следующие негативные почвенные процессы:

- переуплотнение почв, причиной которого является потеря структуры и водопрочности агрегатов. По плотности сложения пахотного слоя

(1,23 т/м^3) чернозем обыкновенный относится к сильно уплотненным, содержит 39 % агрономически ценных агрегатов и всего 32 % водопрочных;

- по визуальным наблюдениям отмечено переувлажнение, выраженное присутствием избыточного увлажнения в течение 2–3 недель в виде локальных луж на отдельных участках, препятствующих проведению весенних полевых работ. Такая категория земель относится к группе кратковременно избыточно увлажненных;

- глубинная солонцеватость и солончаковатый процесс, связанные с подъемом минерализованных грунтовых вод выше критического уровня. Коэффициент аппроксимации, свидетельствующий о тесной зависимости содержания обменного натрия и легкорастворимых солей от уровня залегания минерализованных грунтовых вод, составляет соответственно 0,86–0,76;

- низкое содержание гумуса (3,41 % в слое 0–40 см) и его фульватно-гуматный состав указывают на наличие в этих почвах процесса дегумификации;

- процесс выщелачивания при орошении пресной водой подтверждается залеганием карбонатов глубже 60 см и низким содержанием некоторых питательных элементов;

- низкое содержание гумуса, подвижного фосфора и среднее обменного калия также доказывает присутствие в длительно орошаемых черноземах обыкновенных процесса агроистощения.

Список использованных источников

1 Егоров, В. В. Кризисные явления при орошении / В. В. Егоров // Земледелие. – 1988. – № 1. – С. 30–32.

2 Ковда, В. А. Проблемы использования и мелиорации степных земель / В. А. Ковда // Степные просторы. – 1980. – № 8. – С. 18–24.

3 Использование и охрана орошаемых черноземов / Н. С. Скуратов [и др.]. – М., 2001. – 246 с.

4 Андреев, Г. И. Экологическое состояние орошаемых почв на Нижнем Дону: монография / Г. И. Андреев, Г. А. Козлечков, А. Г. Андреев. – Днепропетровск, 2007. – 262 с.

5 Вуколов, Н. Г. Трансформация почв при длительном орошении в условиях юга Западной Сибири / Н. Г. Вуколов, А. В. Шуравилин // Плодородие. – 2008. – № 6. – С. 34–35.

6 Приходько, В. Е. Развитие почв Поволжья под влиянием орошения: автореф. дис. … д-ра биол. наук: 03.00.27 / Приходько Валентина Евгеньевна. – Пущино, 2003. – 38 с.

7 Щедрин, В. Н. Теория и практика альтернативных видов орошения черноземов юга европейской территории России: монография / В. Н. Щедрин, С. М. Васильев. – Новочеркасск: Лик, 2011. – 435 с.

8 Баранова, Е. В. Гумусовый режим темно-каштановых почв разного хозяйственного использования в условиях Западного Казахстана: автореф. дис. … канд. с.-х. наук: 06.01.01, 03.02.13 / Баранова Екатерина Викторовна. – СПб. – Пушкин, 2012. – 22 с.

9 Оруджева, Н. И. Роль многолетних агроценозов в сохранении плодородия орошаемых почв / Н. И. Оруджева // Почвоведение в России: вызовы современности, основные направления развития: материалы Всероссийской науч.-практ. конф. с междунар. участием к 85-летию Почвенного института им. В. В. Докучаева. – М.: Почв. ин-т им. В. В. Докучаева Россельхозакадемии, 2012. – С. 364–367.

10 Панов, А. П. Почвенные процессы в орошаемых черноземах и каштановых почвах и пути предотвращения их деградации / Н. П. Панов, В. Г. Мамонтов. – М.: Россельхозакадемия, 2001. – 253 с.

11 Деградация и охрана почв / под общ. ред. Г. В. Добровольского. – М.: Изд-во МГУ, 2002. – 654 с.

12 Зайдельман, Ф. Р. Мелиорация почв / Ф. Р. Зайдельман. – 3-е изд. – М.: Изд-во МГУ, 2003. – 448 с.

13 Шуравилин, А. В. Свойства и плодородие почв при многолетнем орошении / А. В. Шуравилин, Н. Г. Вуколов, Е. А. Пивень // Плодородие. – 2008. – № 1. – С. 19–21.

14 Изменение направленности почвенных процессов при снижении водной нагрузки на орошаемые земли: науч. обзор / Л. М. Докучаева, Р. Е. Юркова; ФГБНУ «РосНИИПМ». – Новочеркасск, 2012. – 54 с. – Деп. в ВИНИТИ 07.07.12, № 292-В2012.

15 Щедрин, В. Н. Влияние регулярного и циклического видов орошения на почвенное плодородие и продуктивность чернозема обыкновенного Азовской оросительной системы / В. Н. Щедрин // Почвоведение. – 2016. – № 2. – С. 249–256.

16 Вадюнина, А. Ф. Методы исследования физических свойств почв / А. Ф. Вадюнина, З. А. Корчагина. – М.: Агропромиздат, 1986. – 416 с.

17 Скуратов, Н. С. Лабораторные исследования почв: учеб. пособие / Н. С. Скуратов, Р. А. Каменев. – пос. Персиановский: Изд-во Донского ГАУ, 2011. – 107 с.

18 Руководство по контролю и регулированию почвенного плодородия орошаемых земель [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http:mcx-dm.ru/sites/all/files/2015-11-25_rosniipm10.pdf, 2015.

19 Общесоюзная инструкция по почвенным обследованиям и составлению крупномасштабных почвенных карт землепользований. – М.: Колос, 1973. – 96 с.

20 Зимовец, Б. А. Оценка деградации орошаемых почв / Б. А. Зимовец // Почвоведение. – 1998. – № 9. – С. 1119–1126.

References

1 Egorov V.V., 1988. *Krizisnye yavleniya pri oroshenii* [The crisis phenomena in irrigation]. *Zemledelie* [Agriculture], no. 1, pp. 30-32. (In Russian).

2 Kovda V.A., 1980. *Problemy ispolzovaniya i melioratsii stepnykh poley* [Steppe soil application and reclamation issues]. *Stepnye prostory* [Steppe Spaces], no. 8, pp. 18-24. (In Russian).

3 Skuratov N.S., 2001. *Ispolzovanie i okhrana oroshaemykh chernozemov* [Use and Protection of Irrigated Chernozems]. Moscow, 246 p. (In Russian).

4 Andreev G.I., Kozlehkov G.A., Andreev A.G., 2007. *Ekologicheskoe sostoyanie oroshaemykh pochv na Nizhnem Donu: monografija* [Ecological condition of irrigated soils on the Lower Don: monograph]. Dnepropetrovsk, 262 p. (In Russian).

5 Vukolov N.G., Shuravilin A.V., 2008. *Transformatsiya pochv pri dlitelnom oroshenii v usloviyakh yuga Zapadnoy Sibiri* [Soil transformation during prolonged irrigation under the conditions of Western Siberia South]. *Plodorodie* [Soil Fertility], no. 6, pp. 34-35. (In Russian).

6 Prikhodko V.Ye., 2003. *Razvitie pochv Povolzhiya pod vliyaniem orosheniya: avtoref. diss. doktor biolog. nauk* [Development of the Volga region soils under the influence of irrigation: abstract diss. doctor biolog. sc.]. Pushchino Publ., 38 p. (In Russian).

7 Shchedrin V.N., Vasiliev S.M., 2011. *Teoriya i praktika alternativnykh vidov orosheniya chernozemov yuga evropeyskoy territorii Rossii: monografija* [Theory and practice of alternative types of irrigation of chernozems of the South of European Russia: monograph]. Novocherkassk: Lick Publ., 435 p. (In Russian).

8 Baranova Ye.V., 2012. *Gumusovyy rezhim temno-kashtanovykh pochv raznogo khozyaistvennogo ispolzovaniya v usloviyakh Zapadnogo Kazakhstana: avtoref. diss. kand. s.-kh. nauk* [Humus status of dark chestnut soils of different practical use in Western Kazakhstan: abstract diss. cand. agri. sci.]. Saint Petersburg, Pushkin, 22 p. (In Russian).

9 Orudgeva N.I., 2012. *Rol mnogoletnikh agrotsenozov v sokhranenii plodorodiya oroshaemykh pochv* [The role of lasting agrocoenosis in maintaining the fertility of irrigated soils]. *Pochvovedenie v Rossii: vyzovy sovremennosti, osnovnye napravleniya razvitiya: materialy Vserossiiskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem k 85-letiyu pochvennogo instituta V.V.Dokucheva* [Soil Science in Russia: Current Challenges, the main directions of development: Proc. of the All-Russian Scientific-Practical Conference with International Participation to the 85th anniversary of V.V.Dokuchaev Soil Science Institute]. Moscow, Soil Insititet after Dokuchaev, RAAS, pp. 364-367. (In Russian).

10 Panov A.P., Mamontov V.G., 2001. *Pochvennye protsessy v oroshaemykh chernozemach i kashtanovykh pochvakh i puti predotvrashcheniya ikh degradatsii* [Soil processes in irrigated chernozems and chestnut soils and ways to prevent their degradation]. Moscow, RAAS, 253 p. (In Russian).

11 Dobrovolsky G.B., 2002. *Degradatsiya i okhrana pochv* [Degradation and Soil Protection]. Moscow, MGU Publ., 654 p. (In Russian).

12 Zaydelman F.R., 2003. *Melioratsiya pochv* [Soil Reclamation]. 3rd ed., Moscow, MGU Publ., 448 p. (In Russian).

13 Shuravilin A.V., Vukolov N.G., Piven Ye.A., 2008. *Svoystva i plodorodie pochv pri mnogoletnem oroshenii* [Properties and soil fertility under long-term irrigation]. *Plodorodie* [Soil Fertility], no. 1, pp. 19-21. (In Russian).

14 Dokuchaeva L.M., Yurkova R.Ye., 2012. *Izmenenie napravlennosti pochvennykh protsessov pri snizhenii vodnoy nagruzki na oroshaemye zemli: nauchnyy obzor* [The change of orientation of soil processes by water load reduction on the irrigated lands: review]. FGBNU "RosNIIPM". Novocherkassk, 54 p. Deposited in VINITI on 07.07.12, no. 292-B2012. (In Russian).

15 Shchedrin V.N., 2016. *Vliyanie regulyarnogo i tsiklicheskogo vidov orosheniya na pochvennoe plodorodie i produktivnost* [The impact of regular and periodic irrigation on the fertility and productivity of an ordinary chernozem of the Azov Irrigation System]. *Pochvovedenie* [Soil Science], no. 2, pp. 249-256. (In Russian).

16 Vadyunina A.F., Korchagina Z.A., 1986. *Metody issledovaniya fizicheskikh svoistv pochv* [Soil Physical Properties Research Methods]. Moscow, Agropromizdat Publ., 416 p. (In Russian).

17 Skuratov N.S., Kamenev R.A., 2011. *Laboratornye issledovaniya pochv: uch. posobie* [Laboratory investigations of soil: teaching aids]. Persianovsky sttl., Don State Agrarian University Publ., 107 p. (In Russian).

18 *Rukovodstvo po kontrolyu i regulirivaniyu pochvennogo plodorodiya oroshaemyckh zemel* [Guidelines for Soil Fertility Control and Regulation of Irrigated Lands], available: http:mcx-dm.ru/sites/all/files/2015-11-25_rosniipm10.pdf, 2015 (In Russian).

19 *Obshchesoyuznaya instruktsiya po pochvennym ibsledovaniaym i sostavleniyu krupnomasshtabnykh pochvennykh kart zemlepolzovaniy* [All-union Manual on Soil Surveys and Large-scale Land Use Soil Maps]. Moscow, Kolos Publ., 96 p. (In Russian).

20 Zimovets B.A., 1998. *Otsenka degradatsii oroshaemykh pochv* [Assessment of irrigated soil degradation]. *Pochvovedenie* [Soil Science], no. 9, pp. 1119-1126 (In Russian).

Докучаева Лидия Михайловна
Ученая степень: кандидат сельскохозяйственных наук
Должность: ведущий научный сотрудник
Место работы: федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации»
Адрес организации: Баклановский пр-т, 190, г. Новочеркасск, Ростовская область, Российская Федерация, 346421
E-mail: rosniipm@yandex.ru

Dokuchayeva Lidiya Mikhaylovna
Degree: Candidate of Agricultural Sciences
Position: Leading Researcher
Affiliation: Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems
Affiliation address: Baklanovsky ave., 190, Novocherkassk, Rostov region, Russian Federation, 346421
E-mail: rosniipm@yandex.ru

Юркова Рита Евгеньевна
Ученая степень: кандидат сельскохозяйственных наук
Должность: старший научный сотрудник
Место работы: федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации»
Адрес организации: Баклановский пр-т, 190, г. Новочеркасск, Ростовская область, Российская федерация, 346421
E-mail: rosniipm@yandex.ru

Yurkova Rita Yevgenyevna
Degree: Candidate of Agricultural Sciences
Position: Senior Researcher
Affiliation: Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems
Affiliation address: Baklanovsky ave., 190, Novocherkassk, Rostov region, Russian Federation, 346421
E-mail: rosniipm@yandex.ru