

УДК 631.67:631.42

**В. Н. Щедрин, Л. М. Докучаева, Р. Е. Юркова**

Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск,  
Российская Федерация

## **ГУМУСНОЕ СОСТОЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ ПОЧВ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ОРОШЕНИИ**

Цель исследований – изучить направленность процессов гумификации – дегумификации при длительном орошении на различных типах почв. Объекты исследований – почвы ключевых участков в различных агроклиматических зонах от серых лесных (Рязанская область) до темно-каштановых (Саратовская область). Проводились исследования по влиянию длительного орошения на содержание гумуса и его качественный состав. В результате выявлено, что в серых лесных почвах при длительном орошении пресной водой общее содержание гумуса практически не изменяется, а полное отсутствие анаэробных условий в растительном опаде этих почв даже при орошении приводит к образованию качественного гумуса с преобладанием гуминовых кислот. Общее содержание гумуса в типичных черноземах лесостепной зоны возросло на 0,08 %, а в обыкновенных – на 0,13 % по сравнению с участками без орошения. В обеих почвах при орошении наметилась тенденция к уменьшению содержания гуминовых кислот, но по типу гумуса они остаются гуматными. По сравнению с неорошаемыми участками в черноземе обыкновенном степной зоны при поливах пресной водой содержание гумуса меньше на 0,53 %, а при поливах слабоминерализованной водой на 0,93 %. В черноземах южных в комплексе с солонцами при поливах водой неблагоприятного состава также наблюдается процесс дегумификации, чему способствуют и природные негативные свойства этих почв, солонцеватость и низкое содержание кальция в почвенном поглощающем комплексе. В темно-каштановых почвах внесение навоза на протяжении трех ротаций шестипольного зерно-кормового севооборота среднегодовой дозой 10 т/га и минеральных удобрений не менее 150 кг действующего вещества на гектар, а также уменьшение водной нагрузки на почвы обеспечивает устойчивое повышение содержания гумуса по сравнению с неорошаемыми аналогами на 18 %, и гумус остается гуматным.

Ключевые слова: типы почв, гумификация, дегумификация, гумус, гуминовые кислоты, фульвокислоты, орошение.

**V. N. Shchedrin, L. M. Dokuchaeva, R. Ye. Yurkova**

Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk,  
Russian Federation

## **HUMUS STATE OF VARIOUS TYPES OF SOILS BY PROLONGED IRRIGATION**

The aim of research is to study the direction of humification processes – dehumification during prolonged irrigation on various types of soils. Objects of research are soils of key areas in various agro-climatic zones from gray forest (Ryazan region) to dark chestnut (Saratov region). Investigations on the effect of prolonged irrigation on humus content and its qualitative composition were carried out. As a result it was found that in gray forest soils with prolonged irrigation with fresh water the total humus content practically does not change and the total absence of anaerobic conditions in the vegetative fall of these soils even under irrigation leads to formation of a high-quality humus with a predominance of humic acids. The total

humus content in typical chernozem of the forest-steppe zone increased by 0.08 %, and in ordinary chernozem – by 0.13 % in comparison with the plots without irrigation. In both soils by irrigation there has been a tendency to decrease the content of humic acids, but they remain humate by the type of humus. In comparison with non-irrigated plots in ordinary chernozem of the steppe zone with fresh water irrigation, the humus content is less by 0.53 %, and in irrigation with low-mineralized water by 0.93 %. The process of dehumification is also observed in the southern chernozems with solonets complex by irrigation with unfavorable water composition, which is also facilitated by the natural negative properties of these soils, first of all, alkalinity and low calcium content in the soil absorbing complex. In the dark chestnut soils, manure application over three rotations of a six-field grain-forage crop rotation with an average annual dose of 10 tons per hectare and mineral fertilizers of at least 150 kilograms per hectare, as well as a decrease in the water load on soils ensures sustainable increase of humus content in comparison with non-irrigated analogues by 18 %, and humus remains a humate one.

Key words: soil types, humification, dehumification, humus, humic acids, fulvic acids, irrigation.

**Введение.** Основным показателем плодородия почв является гумус, его запасы и качественный состав. Сработка запасов гумуса сопровождается ухудшением практически всех свойств почв – разрушением структуры, уплотнением и уменьшением водопроницаемости, снижением величины почвенного поглощающего комплекса, уменьшением содержания доступных элементов питания и биологической активности и, как следствие, потерей почвой ее роли как геохимического барьера [1–4]. Исходя из этого при изучении направленности почвообразовательных процессов особое внимание следует уделить гумификации.

Вопросам изучения гумификации – дегумификации на землях сельскохозяйственного назначения посвящено много работ, в том числе при орошении. Чаще всего снижение содержания гумуса наблюдается в первые годы орошения, затем происходит его стабилизация, а с увеличением срока орошения даже некоторый рост [5]. Однако по данным Г. И. Андреева, в орошаемых почвах второй и третьей террас Дона и Западного Маныча содержание гумуса в пахотном слое характеризуется величинами того же порядка (3–5 %), что и в неорошаемых [6]. Исследования Российского научно-исследовательского института проблем мелиорации (РосНИИПМ) показывают, что в этих почвах при длительном орошении пресной водой наблюдалось значительное уменьшение общего содержания гумуса в слое 0–40 см

по сравнению с богарой и его количеством до орошения в этих же почвах [7].

По данным зарубежных авторов, орошение в засушливых и полузасушливых регионах, где почвы характеризуются низким содержанием органического вещества, способствует увеличению количества гумуса и общего азота [8, 9].

Таким образом, исследования по выявлению влияния орошения на содержание и состав гумуса довольно противоречивы, так как на процессы гумификации – дегумификации влияют многие факторы, а именно: почвенно-климатические условия, вид орошения, тип водного режима, свойства почв, минерализация и состав поливной воды, возделываемые культуры, система землепользования и т. д. Отсюда следует, что проведенные исследования в данном направлении актуальны.

Цель исследований – изучить направленность процессов гумификации – дегумификации при длительном орошении на различных типах почв.

**Материалы и методы.** Полевые исследования в 2016 г. проводились в различных агроклиматических зонах. Для установления закономерностей влияния длительного орошения на процессы гумификации и дегумификации определены ключевые участки. Орошение проводилось наиболее распространенным в последние годы способом – дождеванием. Под длительным орошением в данной работе подразумевается применение регулярного орошения более 10 лет.

Место, почвы и условия, при которых формировались почвенные процессы, представлены в таблице 1.

Отбор образцов проводился по слоям 0–20, 20–40, 40–60, 60–80, 80–100 см в осенний период, когда влияние орошения, применявшегося в течение прошедшего сезона, наиболее выражено. 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.

**Таблица 1 – Почвы и условия проведения исследований**

Условия, норма увлажнения и почвообразовательный процесс	Серая лесная почва	Чернозем ЦЧО		Чернозем юга России (Ростовская область)				Темно-каштановая почва
		типичный	обыкновенный	Обыкновенный		Комплексный покров		
				Орошение пресной водой	Орошение слабоминерализованной водой	Чернозем южный	Солонец	
Место проведения исследований	ООО «Авангард», Рязанская область	ООО «Дон», Воронежская область	ООО «Им. Калинина», Воронежская область	ОПХ «РООМС», Ростовская область	ООО «Приазовье», Ростовская область	ООО «Им. М. В. Фрунзе», Ростовская область		ОПХ «ВолжНИИ-ГиМ», Саратовская область
Источники орошения, минерализация (М, г/дм <sup>3</sup> ) и состав поливной воды	пруд, М = 0,63, HCO <sub>3</sub> – Ca	пруд, М = 0,54, HCO <sub>3</sub> – Ca	пруд, М = 0,82, HCO <sub>3</sub> – Na – Ca	Цимлянское водохранилище, М = 0,5...0,7, HCO <sub>3</sub> – Ca	Миусский лиман, М = 1,2...1,3, SO <sub>4</sub> – Na	Веселовское водохранилище, М = 1,8...2,0, SO <sub>4</sub> – Na		канал Энгельсской ОС, М = 0,35, HCO <sub>3</sub> – Ca
Почвообразующие породы	лессовидные суглинки	лессовидные суглинки	лессовидные суглинки и глины с высоким содержанием карбонатов				лессовидные суглинки	
УГВ, м	глубже 3	глубже 15	глубже 15	переменный: осень – глубже 3, весной – менее 3	глубже 3	глубже 3	глубже 3	глубже 3
Севообороты	3-К	3-К	3-К	3-К	3-К	3-К	3-К	3-К
Нормы увлажнения, в т. ч.:	760	770	770	850	820	780	780	630
- осадки, мм	610	590	570	500	500	390	390	350
- оросительная норма, мм	150	180	200	350	320	390	390	280
Примечание – РООМС – Ростовская областная опытно-мелиоративная станция, ВолжНИИГиМ – Волжский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации.								

Для решения поставленной задачи в эколого-аналитической лаборатории РосНИИПМ выполнены следующие виды анализов:

- анализ на содержание гумуса<sup>1</sup>;
- определение группового состава гумуса ускоренным методом М. М. Кононовой и Н. П. Бельчиковой [10].

Оценка гумусного состояния различных типов почв проведена по Д. С. Орлову [11].

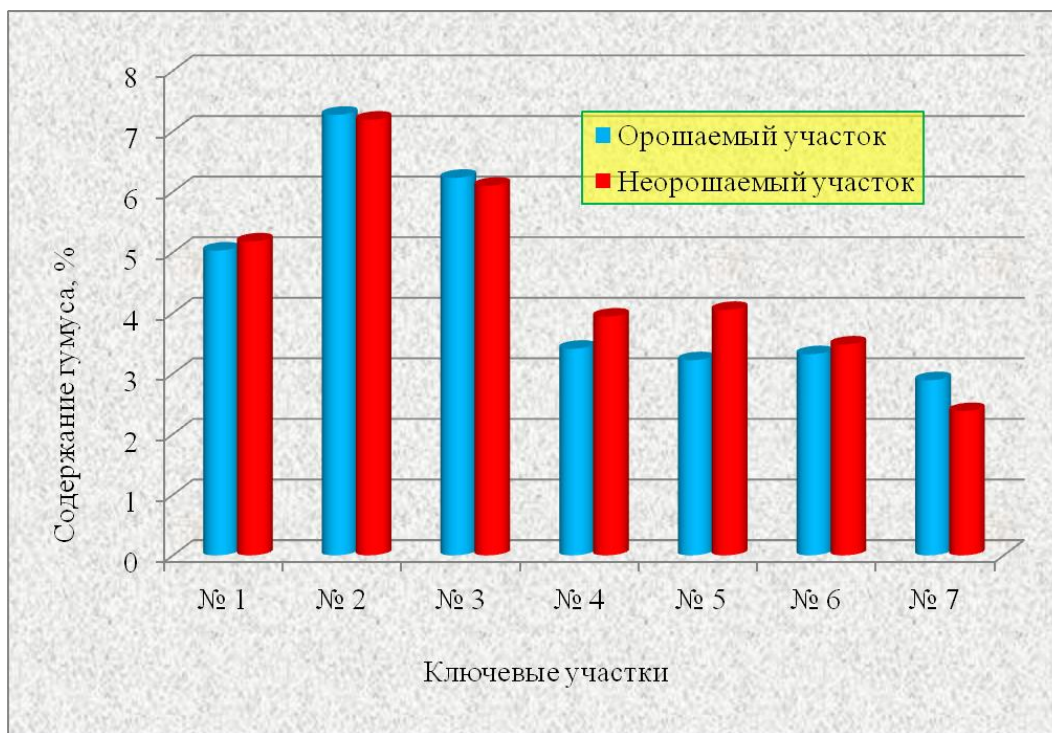
**Результаты и обсуждение.** На формирование гумусного состояния влияют многие факторы, но главными источниками накопления гумуса являются травяной покров, растительный опад лесов и пожнивно-корневые остатки возделываемых культур. Из данных рисунка 1 видно, что наибольшее количество гумуса содержится в серых лесных почвах и черноземах Центрально-Черноземной области (ЦЧО). В серых лесных почвах в неорошаемых условиях его содержание составляет 5,18 %, в черноземах типичных – 7,27 %, а в обыкновенных – 6,23 %. При длительном орошении оросительными нормами, не превышающими 2000 м<sup>3</sup>/га, его количество практически оставалось на прежнем уровне, т. е. процесс гумификации в данных почвах не ослабляется.

Это прежде всего связано с тем, что, например, серые лесные почвы формируются в широколиственных лесах с богатым травяным покровом, с которым на поверхность почвы поступает 70–80 % растительного опада, содержащего 50–90 кг/га азота и 70–100 кг/га оснований, преимущественно кальция [12, 13]. В серых лесных почвах преобладают гуминовые кислоты [14]. При орошении наблюдается в этих почвах полное отсутствие анаэробного разложения растительного опада, что приводит к образованию качественного гумуса (таблица 2). Как видно из данных таблицы 2, длительное орошение не изменило содержание и состав гумуса. Разница в содержа-

---

<sup>1</sup> ГОСТ 26213-91. Методы определения органического вещества. – Введ. 1993-07-01 // ИС «Техэксперт: 6 поколение» Интранет [Электронный ресурс]. – Кодекс-Юг, 2017.

нии гумуса в слое 0–40 см на неорошаемом и орошаемом участках составила 0,15 % при  $НСР_{05} = 0,34$ . Также преобладают гуминовые кислоты и тип гумуса фульватно-гуматный. Эти результаты подтверждают, что в данных почвах при длительном орошении процесс гумификации не нарушен.



Типы почв на ключевых участках: № 1 – серая лесная почва; № 2 – чернозем типичный ЦЧО; № 3 – чернозем обыкновенный ЦЧО; № 4 – чернозем обыкновенный (Ростовская область, пресная вода); № 5 – чернозем обыкновенный (Ростовская область, минерализованная вода); № 6 – чернозем южный (комплексный покров); № 7 – темно-каштановая почва

**Рисунок 1 – Общее содержание гумуса на неорошаемых и орошаемых участках с различными типами почв (0–40 см)**

**Таблица 2 – Общее содержание, групповой состав гумуса в длительно орошаемых серых лесных почвах, ООО «Авангард», Рязанская область (n = 5)**

Слой, см	Гумус, %	$C_{общ}$ , %	ГК, % от $C_{общ}$	ФК, % от $C_{общ}$	$C_{остатка}$ почвы, %	$C_{ГК} / C_{ФК}$	Тип гумуса
1	2	3	4	5	6	7	8
0–20	5,43	3,16	26	20	54	1,30	Ф-Г
20–40	4,63	2,69	27	22	51	1,23	Ф-Г
40–60	2,58	1,50	18	24	58	0,75	Г-Ф
60–80	1,88	1,09	15	25	60	0,60	Г-Ф
80–100	1,00	0,58	13	24	63	0,54	Г-Ф
0–40	5,03	2,93	27	21	52	1,27	Ф-Г
0–40 (без орошения)	5,18	3,01	28	21	51	1,38	Ф-Г

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8
НСР <sub>05</sub>	0,34	–					
ОП	> 6	Нет значений				> 2	Г
ПДП	4–6	Нет значений				2–1	Ф-Г
Примечание – С <sub>общ</sub> – углерод общий; С <sub>остатка почвы</sub> – углерод остатка почвы; ГК – гуминовые кислоты; ФК – фульвокислоты; Ф-Г – фульватно-гуматный; Г-Ф – гуматно-фульватный; Г – гуматный тип гумуса; ОП – оптимальные параметры; ПДП – предельно допустимые параметры.							

Черноземы – это почвы травянистых формаций, приуроченных к степной и лесостепной зонам. Характерный гумусовый профиль сформировался благодаря воздействию травянистой растительности с ее мощной, быстро отмирающей и легко гумифицирующейся корневой системой, поэтому наиболее важными процессами образования чернозема являются дерновый процесс и миграция гидрокарбоната кальция в профиле.

Эти процессы формируют гумусовый и карбонатный профили чернозема. Они привели к образованию чернозема в девственной степи и продолжают оставаться главными процессами, хотя количественно измененными, в распаханых и орошаемых черноземах [5, 15, 16].

Количество растительной массы естественных травяных сообществ на черноземах высокое: в лесостепи Русской равнины 30–40 ц/га надземной фитомассы и 200 ц/га корней, в степи соответственно 8–24 ц/га и 150–300 ц/га. Ежегодный прирост надземной фитомассы на черноземах в 1,5–2,0 раза выше количества биомассы в период максимального развития. Прирост корней составляет 50–60 % их общей массы. В среднем опад травяных сообществ черноземной зоны в год составляет 200 ц/га.

Оптимальные условия для черноземообразования складываются в южной части лесостепной зоны, в полосе типичных и обыкновенных черноземов, где имеется максимальное количество растительной массы и определенный гидротермический режим.

Анализ гумусного состояния орошаемых и неорошаемых почв ключевых участков ЦЧО лесостепной зоны проведен для верхнего слоя 0–40 см

(таблица 3), так как известно, что в агроценозах наиболее заметной трансформации подвергается именно верхняя полуметровая толща почвенного профиля [17].

**Таблица 3 – Гумусное состояние типичных и обыкновенных черноземов длительно орошаемых ЦЧО ( $n = 5$ )**

Слой, см	Общий гумус, %	$C_{\text{общ}}$ , %	ГК, % от $C_{\text{общ}}$	ФК, % от $C_{\text{общ}}$	С остатка почвы, %	$C_{\text{ГК}} / C_{\text{ФК}}$	Тип гумуса
<b>Черноземы типичные</b>							
0–20	7,83	4,54	43	19	38	2,3	Г
20–40	6,71	3,89	39	20	41	2,0	Г
0–40	7,27	4,22	41	20	39	2,1	Г
0–40 (без орошения)	7,19	4,17	45	18	37	2,5	Г
$НСР_{05}$	0,05	–					
<b>Черноземы обыкновенные</b>							
0–20	6,59	3,82	43	15	42	2,9	Г
20–40	5,87	3,40	41	15	44	2,7	Г
0–40	6,23	3,61	42	15	43	2,8	Г
0–40 (без орошения)	6,10	3,54	47	15	38	3,1	Г
$НСР_{05}$	0,07	–					

На участках без орошения общее содержание гумуса в верхнем 40-сантиметровом слое типичных черноземов составляет 7,19 %, а в обыкновенных – 6,10 %, т. е. по степени гумусированности они разные: типичные – среднегумусированные, а обыкновенные – слабогумусированные [18]. Длительное орошение этих черноземов способствовало накоплению гумуса, но изменение его состава было разным.

В типичных черноземах длительно орошаемых наблюдается увеличение гумуса на 0,08 % по сравнению с участком без орошения.

Однако отношение гуминовых кислот к фульвокислотам ( $C_{\text{ГК}} / C_{\text{ФК}}$ ) сужается, углерод остатка почвы несколько увеличивается, но тип гумуса остается гуматным. Общее содержание гумуса в обыкновенных черноземах ниже почти на 1 %, что связано с генетическими особенностями. Но в то же время этот чернозем отличается более высоким содержанием гуминовых кислот (на 1 %) и меньшим количеством фульвокислот (на 5 %). При длительном орошении общее содержание гумуса увеличилось по сравнению с участками без орошения на 0,13 % в абсолютных величинах.



нах. Групповой состав при орошении трансформировался в сторону уменьшения гуминовых кислот при сохранении того же количества фульвокислот. В результате этого возросло содержание углерода остатка почвы и сузилось отношение гуминовых кислот к фульвокислотам до 2,8, но тип гумуса остался гуматным. Эта тенденция сохраняется и при длительном орошении.

При орошении пресной водой в черноземах обыкновенных (ОПХ «РООМС» Ростовской области) общее содержание гумуса очень низкое (< 2 %), хотя, по данным Г. А. Андреева, его количество до орошения превышало 4 %. На богаре его содержание в пахотном слое характеризуется величинами того же порядка, что и до орошения [6].

В составе гумуса количество гуминовых кислот пока превышает содержание фульвокислот, тип гумуса стал фульватно-гуматным, хотя для этих черноземов характерен гуматный тип гумуса (таблица 4). Учитывая эти особенности гумусного состояния черноземов обыкновенных, длительно орошаемых пресной водой, следует отметить, что в данных почвах происходит негативный почвенный процесс – дегумификация.

**Таблица 4 – Общее содержание и групповой состав гумуса в черноземе обыкновенном, длительно орошаемом пресной водой, ОПХ «РООМС», Ростовская область (n = 5)**

Слой, см	Гумус, %	C <sub>общ</sub> , %	ГК	ФК	С <sub>остатка почвы</sub>	С <sub>ГК</sub> / С <sub>ФК</sub>	Тип гумуса
			% к C <sub>общ</sub>				
0–20	3,55	2,06	31,1	16,6	52,3	1,87	Ф-Г
20–40	3,27	1,90	30,4	17,4	52,3	1,75	Ф-Г
40–60	2,46	1,43	28,7	19,8	51,5	1,45	Ф-Г
0–40	3,41	1,98	30,8	17,0	–	1,81	Ф-Г
0–40 (без орошения)	3,94	2,28	37,6	16,3	46,1	2,3	Г
НСР <sub>05</sub>	0,46				–		
ОП	> 4,4	–	–	–	–	> 2,0	Г
ПДП	3,8–4,5	–	–	–	–	2,0–1,7	Ф-Г

Особенно уменьшается общее содержание гумуса при орошении слабоминерализованными водами и в почвах комплексного покрова, обладающих природной солонцеватостью. В таких условиях почвы подвергаются ощелачиванию, осолонцеванию, декарбонизации, что сказывается прежде всего на гумусном состоянии. Так, в черноземах обыкновенных,

орошаемых слабоминерализованной водой сульфатно-натриевого состава, гумуса содержится всего 3,22 %, что ниже оптимальной величины на 0,98 %, или 24 % в относительных единицах, а в сравнении с неорошаемым участком соответственно на 0,47 %, или 13 % (таблица 5).

**Таблица 5 – Гумусное состояние чернозема обыкновенного после длительного регулярного орошения слабоминерализованной водой, ООО «Приазовье», Ростовская область (n = 5)**

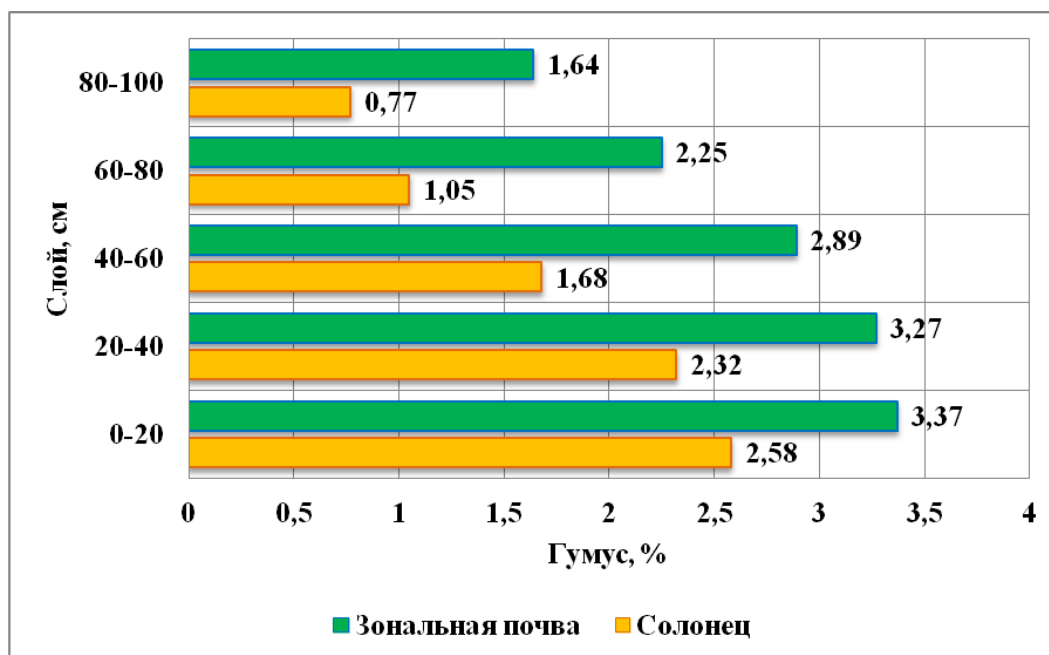
Слой, см	Гумус, %	С <sub>общ</sub> , %	ГК, % от С <sub>общ</sub>	ФК, % от С <sub>общ</sub>	Состатка почвы, %	С <sub>ГК</sub> / С <sub>ФК</sub>	Тип гумуса	
0–20	3,29	1,96	18,3	23,2	58,5	0,78	Г-Ф	
20–40	3,12	1,81	19,9	22,6	57,5	0,88	Г-Ф	
40–60	2,84	1,65	17,9	24,5	55,6	0,73	Г-Ф	
0–40	3,22	1,86	19,1	22,9	–	0,84	Г-Ф	
0–40 (без орошения)	4,05	2,35	35,1	15,9	49,0	2,20	Г	
НСР <sub>05</sub>	0,66	–						
ОП	> 4,2	Нет значений					2,0–1,0	Ф-Г
ПДП	3,6–3,8	Нет значений					1,0–0,5	Г-Ф

Отношение  $S_{ГК} / S_{ФК}$  указывает на гуматно-фульватный состав гумуса, а сравнение с результатами оценки гумусного состояния неорошаемых черноземов достоверно доказывает наличие процесса дегумификации при орошении.

Черноземы южные обычно располагаются в комплексе с солонцами (ООО «Им. М. В. Фрунзе» Ростовской области). При оценке содержания гумуса в исследуемом почвенном комплексе выявлено, что этот показатель четко указывает на разницу между зональной почвой и присутствующими на нем пятнами солонцов (рисунок 2, таблица 6).

В черноземах содержание гумуса в слоях 0–20, 20–40 см относится к категории низкого (в среднем 3,37–3,27 %) и соответствует ПДП. На глубине 40–60 см содержание гумуса составляет 2,89 %, на глубине 60–80 см – 2,25 %, что остается в пределах той же градации. На пятнах солонцов содержание гумуса ниже по всему профилю. К категории с низким содержанием можно отнести только слои 0–20 и 20–40 см (2,58 и 2,32 % соответственно). Глубже 40 см содержание гумуса по классификации очень низ-

кое. Качественное состояние гумуса в черноземах соответствует гуматно-фульватному типу и также находится в пределах ПДП.



**Рисунок 2 – Содержание гумуса в зональной почве и солонце по слоям до глубины 1 м**

**Таблица 6 – Общее содержание и групповой состав гумуса в почвах комплексного покрова (0–40 см), длительно орошаемых слабоминерализованной водой, ООО «Им. М. В. Фрунзе», Ростовская область (n = 5)**

Слой, см	Гумус, %	C <sub>общ.</sub> , %	ГК, % от C <sub>общ.</sub>	ФК, % от C <sub>общ.</sub>	C <sub>остатка почвы</sub> , % от C <sub>общ.</sub>	C <sub>ГК</sub> / C <sub>ФК</sub>	Тип гумуса	
<b>Чернозем южный</b>								
0–20	3,37	1,95	22,4	24,6	53,0	0,91	Г-Ф	
20–40	3,27	1,90	21,7	25,0	53,3	0,87	Г-Ф	
40–60	2,89	1,68	20,8	27,7	51,5	0,75	Г-Ф	
0–40	3,32	1,93	22,1	24,8	53,1	0,89	Г-Ф	
0–40 (без орошения)	3,48	2,02	27,9	17,4	54,7	1,60	Ф-Г	
НСР <sub>05</sub>	0,25	–						
ОП	> 3,4	Нет значений				> 1,5	Ф-Г	
ПДП	3,4–3,0	Нет значений				1,5–1,0	Г-Ф	
<b>Солонец</b>								
0–20	2,58	1,47	18,8	22,5	58,7	0,83	Г-Ф	
20–40	2,32	1,35	17,6	23,5	58,9	0,75	Г-Ф	
40–60	1,68	0,98	15,9	25,2	60,3	0,63	Г-Ф	
0–40	2,43	1,41	18,2	23,0	58,8	0,79	Г-Ф	
0–40 (без орошения)	2,73	1,58	24,6	18,2	57,2	1,35	Ф-Г	
НСР <sub>05</sub>	0,27	–						
ОП	> 2,5	Нет значений				> 1	Ф-Г	
ПДП	2,5–2,1	Нет значений				1,0–0,8	Г-Ф	

В солонцах гумус гуматно-фульватный и содержание гуминовых кислот на 18–20 % меньше, чем в черноземах, т. е. процесс дегумификации с накоплением фульвокислот в солонцах, длительно орошаемых слабоминерализованной водой, выражен сильнее, чем в черноземах южных. На это указывают и расчеты НСР<sub>05</sub>.

Анализ направленности процесса гумификации в черноземах показал развитие дегумификации почв при длительном орошении. При таких условиях необходимо проведение соответствующих мелиоративных мероприятий по устранению данного негативного процесса. Эти проблемы в определенной степени рассмотрены и изучены в трудах В. Н. Щедрина, С. М. Васильева, Л. М. Докучаевой [7, 19]. Кроме сидерации, насыщения севооборотов многолетними травами, внесения органики, удобрительно-мелиорирующих смесей и компостов, по их мнению, необходимо обратить внимание на альтернативный вид орошения – циклический, который включает в себя орошаемые и неорошаемые режимы. Для активизации таких природных процессов, как гумификация и нитрификация, рекомендуется периодически переводить орошаемые почвы в режим неорошаемого земледелия (который позволит создать соответствующие условия для получения положительного баланса гумуса), а именно поддерживать периодически увлажнение на уровне 60–70 % НВ, т. е. приближаться к естественным условиям почвообразования.

Ключевой участок по изучению гумусного состояния темно-каштановых почв при длительном орошении расположен в ОПХ «ВолжНИИГиМ». В хозяйстве возделываются зерновые, зернобобовые и кормовые культуры, а именно: озимая и яровая пшеница, ячмень, горох, соя, сахарная свекла, многолетние и однолетние травы, картофель, овощи. Внесение минеральных удобрений (N, P, K) до 2005 г. составляло до 500 кг д. в./га, с 2006 г. снижено до 140–150 кг д. в./ га, что связано с их дороговизной. По исследованиям предыдущих лет, до 2000 г. при орошении этих почв даже при проведении агро-мелиоративных приемов проявлялась тенденция

к развитию процесса дегумификации, т. е. снижалось общее содержание гумуса и ухудшался качественный его состав [20]. Исследователи это увязывали с недостаточным внесением органических удобрений и рекомендовали для поддержания положительного баланса гумуса ежегодное внесение навоза в количестве не менее 10 т/га [21]. В связи с введением в строй животноводческого комплекса эта задача была решена. Кроме этого на этих участках в последние годы снижена водная нагрузка, так как поля из-за дефицита и стоимости поливной воды орошаются не ежегодно, т. е. практически использован циклический вид орошения.

Результаты оценки гумусного состояния темно-каштановых почв по состоянию на 2016 г. представлены в таблице 7.

**Таблица 7 – Общее содержание и групповой состав гумуса в темно-каштановых длительно орошаемых почвах, ОПХ «ВолжНИИГиМ», Саратовская область (n = 5)**

Слой, см	Гумус, %	С <sub>общ</sub> , %	ГК	ФК	С <sub>остатка почвы</sub>	С <sub>ГК</sub> / С <sub>ФК</sub>	Тип гумуса
			% к С <sub>общ</sub>				
0–20	3,02	1,93	33,01	10,91	56,08	3,03	Г
20–40	2,76	1,66	31,51	10,59	57,90	2,98	Г
0–40	2,89	1,80	32,26	10,75	56,99	3,00	Г
0–40 (без орошения)	2,38	1,38	36,02	17,46	46,52	2,06	Г
НСР <sub>05</sub>	0,48				–		
ОП	> 3,0	–	–	–	–	> 2	Г
ПДП	3,0–2,5	–	–	–	–	2,0–1,0	Ф-Г

Эти данные свидетельствуют о том, что внесение навоза на протяжении трех ротаций шестипольного зерно-кормового севооборота среднегодовой дозой 10 т/га и циклическое орошение, создающее естественные условия почвообразования, обеспечивали устойчивое повышение содержания гумуса по сравнению с неорошаемыми участками на 18 %.

На участках без орошения также вносился навоз такой же дозой, но отношение С<sub>ГК</sub> / С<sub>ФК</sub> значительно уже (2,06), чем при орошении (3,0). Поливы способствовали в большей степени развитию растений и формированию пожнивно-корневых остатков, что усиливало процессы гумификации, тип гумуса остался гуматным.

## **Выводы**

1 Серые лесные почвы формируются в широколиственных лесах с богатым травяным покровом, поэтому содержание гумуса в неорошаемых условиях составляет 5 % и более. При длительном орошении пресной водой оросительными нормами, не превышающими 2000 м<sup>3</sup>/га, общее содержание гумуса практически не изменяется, а полное отсутствие анаэробных условий в растительном опаде этих почв даже при орошении приводит к образованию качественного гумуса с преобладанием гуминовых кислот. Отношение  $C_{ГК} / C_{ФК}$  составляет при орошении 1,27, без орошения – 1,38, т. е. гумус по своему составу остается фульватно-гуматным.

2 Оптимальные условия для черноземообразования складываются в южной части лесостепной зоны, в полосе типичных и обыкновенных черноземов, где имеется максимальное количество растительной массы и определенный гидротермический режим. При длительном орошении общее содержание гумуса в типичных черноземах возросло на 0,08 %, а в обыкновенных – на 0,13 % по сравнению с участками без орошения. В обеих почвах при орошении наметилась тенденция к уменьшению содержания гуминовых кислот. В результате отношение гуминовых кислот к фульвокислотам в типичных черноземах при орошении составляет в слое 0–40 см 2,1, без орошения – 2,5, в обыкновенных черноземах – соответственно 2,8 и 3,1, но по типу гумуса они остаются гуматными.

3 Гумусное состояние черноземов обыкновенных степной зоны подвергнуто при длительном орошении значительной трансформации в сторону уменьшения общего содержания гумуса и его фульватизации, особенно при поливах слабоминерализованной водой сульфатно-натриевого состава. По сравнению с неорошаемыми участками в черноземе обыкновенном при поливах пресной водой содержание гумуса меньше на 0,53 %, а при поливах слабоминерализованной водой на 0,93 %. Состав гумуса в орошаемых почвах соответственно фульватно-гуматный и гуматно-

фульватный, без орошения – гуматный. Т. е. при длительном орошении в этих почвах проявляются процессы дегумификации.

4 В черноземах южных, расположенных в комплексе с солонцами, при поливах водой неблагоприятного состава также наблюдается процесс дегумификации. Развитию этого процесса содействуют и природные негативные свойства этих почв, прежде всего солонцеватость и низкое содержание кальция в почвенном поглощающем комплексе.

5 При высокой культуре земледелия и внесении минеральных и органических удобрений, использовании для поливов вод I класса при длительном нерегулярном орошении сохраняются условия для накопления гумуса и улучшения его качественного состава. Подтверждением этого являются результаты, полученные нами на длительно орошаемых темно-каштановых почвах. Внесение навоза на протяжении трех ротаций шестипольного зерно-кормового севооборота среднегодовой дозой 10 т/га и минеральных удобрений не менее 150 кг д. в./га, а также снижение водной нагрузки на почвы обеспечивает устойчивое повышение количества гумуса по сравнению с неорошаемыми аналогами на 18 %, и гумус остается гуматным.

6 Для сохранения положительного баланса гумуса на орошаемых землях кроме сидерации, насыщения севооборотов многолетними травами, внесения органики, удобрительно-мелиорирующих смесей и компостов необходимо обратить внимание на альтернативный вид орошения – циклический, который включает в себя орошаемые и неорошаемые режимы. Для активизации таких природных процессов, как гумификация и нитрификация, рекомендуется периодически переводить орошаемые почвы в режим неорошаемого земледелия, позволяющего поддерживать естественные условия почвообразования.

#### **Список использованных источников**

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

2 Приходько, В. Е. Орошаемые степные почвы: функционирование, экология, продуктивность / В. Е. Приходько. – М.: Интеллект, 1996. – 186 с.

3 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.

4 Когут, Б. М. Потери и воспроизводство органического вещества в пахотных почвах / Б. М. Когут // Научные основы предотвращения деградации почв (земель) сельскохозяйственных угодий России и формирование систем воспроизводства их плодородия в адаптивно-ландшафтном земледелии. – М.: Почв. ин-т им. В. В. Докучаева, 2013. – Т. 1. – С. 369–382.

5 Эволюция черноземов при орошении / В. Г. Розанов [и др.]; под ред. В. Г. Розанова // Русский чернозем. 100 лет после Докучаева. – М.: Наука, 1983. – С. 130–139.

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

7 Докучаева, Л. М. Оценка почвообразовательных процессов длительно орошаемых пресной водой черноземов обыкновенных / Л. М. Докучаева, Р. Е. Юркова // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации [Электронный ресурс]. – 2017. – № 1(25). – С. 66–80. – Режим доступа: [http://rosniipm-sm.ru/dl\\_files/udb\\_files/udb13-rec463-field6.pdf](http://rosniipm-sm.ru/dl_files/udb_files/udb13-rec463-field6.pdf).

8 The potential of U.S. cropland to sequester carbon and mitigate the greenhouse effect / R. Lal, J. M. Kimble, R. F. Follett, C. V. Cole. – Chelsea, MI: Ann Arbor Press, 1998. – 128 p.

9 Lueking, M. A. Changes in Soil Carbon and Nitrogen Due to Irrigation Development in Nebraska's Sandhill Soils / M. F. Lueking, J. S. Schepers // Soil Sci. Soc. Am. J. – 1985. – Vol. 49. – P. 620–630.

10 Пономарева, В. В. Гумус и почвообразование / В. В. Пономарева, Т. А. Плотникова. – Л.: Наука, 1980. – 222 с.

11 Орлов, Д. С. Практикум по химии гумуса / Д. С. Орлов, Л. А. Гришина. – М.: МГУ, 1981. – 270 с.

12 Тип серых лесных почв [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ecosystema.ru/08nature/soil/034t.htm>, 2016.

13 Юркова, Р. Е. Почвообразовательные процессы в серых лесных почвах при длительном орошении / Р. Е. Юркова, Л. М. Докучаева, С. А. Манжина // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. – 2017. – № 1(65). – С. 21–27.

14 Почвы субъектов Российской Федерации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://infooil.ru/reestr/content/2ros.php>, 2016.

15 Докучаев, В. В. Русский чернозем / В. В. Докучаев. – М.; Л.: Сельхозгиз, 1936. – 551 с.

16 Калиниченко, В. П. Природные и антропогенные факторы происхождения и эволюции структуры почвенного покрова / В. П. Калиниченко. – М.: Изд-во МСХА, 2003. – 376 с.

17 Когут, Б. М. Принципы и методы оценки содержания трансформируемого органического вещества в пахотных почвах / Б. М. Когут // Почвоведение. – 2003. – № 3. – С. 308–316.

18 Методические указания по проведению мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения. – М.: Росинформагротех, 2003. – 240 с.

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



20 Романова, Л. Г. О деградации гумусового состояния террасовых темно-каштановых почв ОПХ «ВолжНИИГиМ» / Л. Г. Романова, В. В. Майорова // Актуальные проблемы мелиорации земель Поволжья: сб. науч. тр. / ГУ «ВолжНИИГиМ». – Саратов: ВолжНИИГиМ, 2002. – С. 151–158.

21 Пронько, Н. А. Приемы восстановления плодородия почв при орошении / Н. А. Пронько, Л. Г. Романова // Плодородие. – 2005. – № 4(25). – С. 31–32.

## References

1 Egorov V.V., 1988. *Krizisnyye yavleniya pri oroshenii* [Crisis phenomena during irrigation]. *Zemledeliye* [Agriculture], no. 1, pp. 30-32. (In Russian).

2 Prikhodko V.Ye., 1996. *Oroshayemyye stepnyye pochvy: funktsionirovaniye, ekologiya, produktivnost* [Irrigated steppe soils: functioning, ecology, productivity]. Moscow, Intellect Publ., 186 p. (In Russian).

3 Baranova Ye. V., 2012. *Gumusovyy rezhim temno-kashtanovykh pochv raznogo khozyaystvennogo ispolzovaniya v usloviyakh Zapadnogo Kazakhstana. Avtoreferat diss. kand. s.-kh. nauk* [Humus regime of dark chestnut soils of different economic uses under the conditions of Western Kazakhstan. Abstract of cand. agri. sci. diss.]. St. Petersburg, Pushkin, 22 p. (In Russian).

4 Kogut B.M., 2013. *Poteri i vosproizvodstvo organicheskogo veshchestva v pakhotnykh pochvakh* [Losses and reproduction of organic matter in arable soils]. *Nauchnyye osnovy predotvrashcheniya degradatsii pochv (zemel) selskokhozyaystvennykh ugodiy Rossii i formirovaniye sistem vosproizvodstva ikh plodorodiya v adaptivno-landshaftnom zemledelii* [Scientific basis for preventing the degradation of soils (lands) of agricultural lands in Russia and the formation of systems for the reproduction of their fertility in adaptive landscape agriculture]. Moscow, V.V. Dokuchaev Soil Science Institute, vol. 1, pp. 369-382. (In Russian).

5 Rozanov V.G. [et al.], 1983. *Evolyutsiya chernozemov pri oroshenii* [Evolution of chernozems during irrigation]. *Russkiy chernozem. 100 let posle Dokuchayeva* [Russian black earth. 100 years after Dokuchaev]. Moscow, Nauka Publ., pp. 130-139. (In Russian).

6 Andreev G.I., Kozlechkov G.A., Andreev A.G., 2007. *Ekologicheskoye sostoyaniye oroshayemykh pochv na Nizhnem Donu: monografiya* [Ecological state of irrigated soils on the Lower Don: monograph]. Dnepropetrovsk, 262 p. (In Russian).

7 Dokuchaeva L.M., Yurkova R.Yu., 2017. *Otsenka pochvoobrazovatelnykh protsessov dlitelno oroshayemykh presnoy vodoy chernozemov obyknovennykh* [Evaluation of the soil-forming processes of ordinary chernozems prolonged irrigated by fresh water]. *Nauchnyy Zhurnal Rossiyskogo NII Problem Melioratsii* [Scientific Journal of Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems], no. 1 (25), pp. 66-80, available: [http://rosniipm-sm.ru/dl\\_files/udb\\_files/udb13-rec463-field6.pdf](http://rosniipm-sm.ru/dl_files/udb_files/udb13-rec463-field6.pdf). (In Russian).

8 Lal R., Kimble J.M., Follett R.F., Cole C.V., 1998. The potential of U.S. cropland to sequester carbon and mitigate the greenhouse effect. Chelsea, MI, Ann Arbor Press, 128 p. (In English).

9 Lueking M.A., Schepers J.S., 1985. Changes in Soil Carbon and Nitrogen Due to Irrigation Development in Nebraska's Sandhill Soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, vol. 49, pp. 620-630. (In English).

10 Ponomareva V.V., Plotnikova T.A., 1980. *Gumus i pochvoobrazovaniye* [Humus and soil formation]. Leningrad, Nauka Publ., 222 p. (In Russian).

11 Orlov D.S., Grishina L.A., 1981. *Praktikum po khimii gumusa* [Manual on Chemistry of Humus]. Moscow, Moscow State University Publ., 270 p. (In Russian).

12 *Tip serykh lesnykh pochv* [Type of gray forest soils], available: <http://ecosystema.ru/08nature/soil/034t.htm>, 2016. (In Russian).

13 Yurkova R.Ye., Dokuchaeva L.M., Manzhina S.A., 2017. *Pochvoobrazovatelnyye protsessy v serykh lesnykh pochvakh pri dlitelnom oroshenii* [Soil-forming processes in gray

forest soils under prolonged irrigation]. *Puti povysheniya effektivnosti oroshayemogo zemledeliya* [Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture], no. 1(65), pp. 21-27. (In Russian).

14 *Pochvy subyektov Rossiyskoy Federatsii* [Soils of the member states of the Russian Federation], available: <http://infooil.ru/reestr/content/2poc.php>, 2016. (In Russian).

15 Dokuchaev V.V., 1936. *Russkiy chernozem* [Russian chernozem]. Moscow, Leninograd, Selkhozgiz Publ., 551 p. (In Russian).

16 Kalinichenko V.P., 2003. *Prirodnyye i antropogennyye faktory proiskhozhdeniya i evolyutsii struktury pochvennogo pokrova* [Natural and anthropogenic factors of the origin and evolution of the soil cover structure]. Moscow, MSHA Publ., 376 p. (In Russian).

17 Kogut B.M., 2003. *Printsipy i metody otsenki sodержaniya transformiruyemogo organicheskogo veshchestva v pakhotnykh pochvakh* [Principles and methods for estimating the content of transformable organic matter in arable soils]. *Pochvovedenie* [Soil Science], no. 3, pp. 308-316. (In Russian).

18 *Metodicheskiye ukazaniya po provedeniyu monitoringa plodorodiya pochv zemel selskokhozyaystvennogo naznacheniya* [Methodological guidelines for monitoring soil fertility of agricultural land]. Moscow, Rosinformagrotech Publ., 2003, 240 p. (In Russian).

19 Shchedrin V.N., Vasiliev S.M., 2011. *Teoriya i praktika alternativnykh vidov orosheniya chernozemov yuga Yevropeyskoy territorii Rossii* [Theory and practice of alternative types of irrigation of chernozems in the south of the European territory of Russia]. Novocherkassk, Lick Publ., 435 p. (In Russian).

20 Romanova L.G., Mayorova V.V., 2002. *O degradatsii gumusovogo sostoyaniya terrasovykh temno-kashtanovykh pochv OPKH «VolzhNIIGiM»* [On the degradation of the humus state of terraced dark chestnut soils of the Experimental Production Farm VolkhNIIGiM]. *Aktualnyye problemy melioratsii zemel Povolzhya: sb. nauchnykh trudov GU «VolzhNIIGiM»*. [Current problems of land reclamation in the Volga region: Proc. of “VolzhNIIGiM”]. Saratov, VolzhNIIGiM Publ., pp. 151-158. (In Russian).

21 Pronko N.A., Romanova L.G., 2005. *Priemy vosstanovleniya plodorodiya pochv pri oroshenii* [Methods of restoration of soil fertility under irrigation]. *Plodorodiye* [Fertility], no. 4(25), pp. 31-32. (In Russian).

---

### **Щедрин Вячеслав Николаевич**

Ученая степень: доктор технических наук

Ученое звание: профессор, академик РАН

Должность: директор

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](mailto:rosniipm@yandex.ru)

### **Shchedrin Vyacheslav Nikolayevich**

Degree: Doctor of Technical Sciences

Title: Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences

Position: Director

Affiliation: Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems

Affiliation address: ave. Baklanovsky 190, Novocherkassk, Rostov region, Russian Federation, 346421

E-mail: [rosniipm@yandex.ru](mailto:rosniipm@yandex.ru)

### **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: ave. Baklanovsky 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: ave. Baklanovsky 190, Novocherkassk, Rostov region, Russian Federation, 346421

E-mail: rosniipm@yandex.ru