УДК 631.48

DOI: 10.31774/2222-1816-2018-3-121-131

И. В. Морозов, Е. Н. Минаева, О. С. Безуглова

Академия биологии и биотехнологии имени Д. И. Ивановского Южного федерального университета, Ростов-на-Дону, Российская Федерация

О ФОРМИРОВАНИИ ГИПСОНОСНОГО ГОРИЗОНТА В ЧЕРНОЗЕМАХ ОБЫКНОВЕННЫХ КАРБОНАТНЫХ

Целью исследований являлось изучение влияния атмосферных осадков на формирование горизонта легкорастворимых солей и гипса в черноземах обыкновенных карбонатных теплой южно-европейской фации, по классификации почв России (2004) – черноземах миграционно-сегрегационных. Полнопрофильные разрезы закладывали на разных элементах рельефа. Применяли математические и статистические методы для расчета глубин промачивания профиля среднесиловых автоморфных почв с учетом единовременного поступления средней годовой нормы атмосферных осадков на дневную поверхность, используя данные (с 1948 по 1980 г.) о средней многолетней глубине промачивания профиля черноземов обыкновенных карбонатных, сформировавшихся на территории Неклиновского, Матвеево-Курганского, Куйбышевского, Родионово-Несветайского, Азовского, Зерноградского, Егорлыкского и Целинского районов Ростовской области. Проведен сравнительный анализ фактической многолетней и расчетной глубин промачивания черноземов обыкновенных карбонатных Нижнего Дона. Расчет показал, что при полевой влажности почвы, соответствующей максимальной молекулярной влагоемкости, и допущении единовременного поступления атмосферных осадков в объеме, соответствующем годовой норме, глубина промачивания составит 192 см. В рассматриваемых нами районах Ростовской области до 71 % осадков, поступающих на дневную поверхность, просачивается на глубину от 80 до 159 см. Это свидетельствует о реликтовом характере горизонта накопления легкорастворимых солей и гипса, находящегося на глубине 210–250 см, и об отсутствии связи с современным профилем черноземных почв. В настоящее время грунтовые воды залегают на глубине около 6 м и более в зависимости от рельефа, поэтому образование гипса не может быть связано с современными грунтовыми водами. Но если учитывать, что древние грунтовые воды залегали выше современных, то, исходя из минерального состава артезианских вод, можно также сделать вывод о возможном реликтовом происхождении горизонта легкорастворимых солей и гипса.

Ключевые слова: черноземы обыкновенные карбонатные, карбонатные новообразования, белоглазка, гипс.

I. V. Morozov, E. N. Minaeva, O. S. Bezuglova

Academy of Biology and Biotechnology of the Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russian Federation

ON FORMATION OF GYPSIFEROUS HORIZON IN ORDINARY CARBONATED CHERNOZEMS

The aim of the research was to study the precipitation impact on the formation of a horizon of ready soluble salts and gypsum in ordinary carbonated chernozems of warm South European facies, according to the Soil Classification of Russia (2004) – migrative segregative

chernozems. Full-depth profile pits were laid on different relief features. Mathematical and statistical methods to calculate the medium automorphic soils profile wetted depths were used, taking into account the one-time inflow of average annual atmospheric precipitation on the day surface, using data (from 1948 to 1980) on the average long-term wetted depth of ordinary carbonated chernozems profile formed on the territories of Neklinovskiy, Matveyev-Kurgan, Kuibyshev, Rodionov-Nesvetayskiy, Azov, Zernograd, Egorlykskiy and Tselinskiy districts of Rostov region. The comparative analysis of the actual long-term and calculated wetted depths of the ordinary carbonated chernozems of the Lower Don has been carried out. The calculation showed that the wetted depth will be 192 cm at field soil moisture corresponding to the maximum molecular moisture capacity and the assumption of a one-time precipitation infiltration in the volume corresponding to the annual rate. In the considered areas of Rostov Region, up to 71 % of precipitation on the day surface is percolated to a depth of 80 to 159 cm. It is an evidence of the relict nature of soil horizon of accumulation of readily soluble salts and gypsum, located at a depth of 210–250 cm, and it is a proof of the absence of link with modern chernozem soil profile. At present, groundwater lies at a depth of about 6 m and more, depending on the relief, so the gypsum formation can't be associated with modern groundwater. But if we take into account that the ancient ground waters were higher than the modern ones, then, proceeding from the mineral composition of artesian waters, one can also draw a conclusion on the possible relict origin of the of ready soluble salts and gypsum horizon.

Key words: ordinary carbonated chernozems, carbonated new formations, white-soft spot, gypsum.

Введение. Анализ литературного материала свидетельствует о том, что все еще нет единого мнения о природе генезиса как карбонатного горизонта, так и горизонта легкорастворимых солей и гипса [1–5].

Черноземы обыкновенные карбонатные среднemosные характеризуются меньшей по сравнению с мощными видами мощностью гумусовых горизонтов ($A + B = 73...76$ см), более высоким залеганием карбонатов (карбонатная плесень начинается с 45 см, белоглазка – с 81–85 см), вскипанием от 10 % HCl с поверхности. В нижней части почвенного профиля с глубины в среднем 220–250 см встречается горизонт накопления легкорастворимых солей и гипса [1, 2, 4, 6].

В большинстве случаев исследователи связывают образование и солевого, и гипсоносного горизонта с современной стадией формирования черноземных почв, рассматривая его как элемент почвенного профиля современных черноземов, в т. ч. и исследуемых нами почв [2, 4].

Цель данной работы – изучить влияние атмосферных осадков на формирование горизонта легкорастворимых солей и гипса в черноземах обыкновенных карбонатных теплой южно-европейской фации.

Материалы и методы. Исследования вели на черноземах обыкновенных карбонатных (североприазовских и предкавказских по местной терминологии). Черноземы обыкновенные карбонатные по классификации почв России (2004) – черноземы миграционно-сегрегационные, формируются преимущественно на лессовидных легких глинах и тяжелых суглинках, реже на красно-бурых глинах и суглинках [1, 2, 4, 6].

Черноземы обыкновенные карбонатные образовались на стыке двух климатических подрайонов. Согласно агроклиматическому районированию Ростовской области [7], первый подрайон (ПБА) занимает юго-западную часть области. Климат засушливый, ГТК 0,7–0,8. Среднегодовое количество осадков 423 мм. Сумма температур за период с температурой выше 10 °С составляет 3200–3400 °С, продолжительность безморозного периода 180–190 дней.

Второй подрайон (ПвБ) занимает центральную и западную часть области. Климат засушливый. Среднегодовое количество осадков 483 мм. За период активной вегетации сельскохозяйственных культур накапливается 3000–3200 °С. Безморозный период продолжается 165–175 дней [7].

Рельеф характеризуется неоднородностью. В юго-западной части Ростовской области расположена Североприазовская эрозионная аккумулятивная равнина, с общим уклоном к Таганрогскому заливу Азовского моря. Поверхность равнины слабоволнистая, с абсолютными отметками 0–120 м. На левобережье Дона находится Доно-Егорлыкская низменность. Ее поверхность – плоская равнина, с небольшим уклоном в сторону Азовского моря. Реки, протекающие по низменности, извилистые, с небольшой глубиной, обширные водоразделы – плоские, с развитыми просадочно-суффозионными формами рельефа. Из-за неровностей рельефа и мощного слоя лессовидных суглинков на всей территории распространения черноземов обыкновенных карбонатных формируется долинно-балочный рельеф. В то же время обширные плоские водораздельные пространства подвержены проявлению дефляционных процессов [8].

Полнопрофильные разрезы закладывали на разных элементах рельефа. В статистическую выборку включали также литературные данные [1, 6]. Для определения средней многолетней глубины промачивания профиля черноземов обыкновенных карбонатных Нижнего Дона и расчета частоты встречаемости наиболее распространенной глубины промачивания за 33 года использовали открытые источники информации [9].

Результаты и обсуждение. Особенности водного режима, проявляющиеся в характере поступления и перераспределения атмосферной влаги, позволяют сделать предположение о реликтовом характере горизонта накопления легкорастворимых солей и гипса и об отсутствии его связи с современным профилем черноземных почв. Данное предположение основано на представлениях о непромывном типе водного режима черноземов Нижнего Дона, подтверждаемых средними многолетними данными о сумме годовых осадков и средней многолетней глубине промачивания почвенного профиля [9, 10].

Проведен расчет глубин промачивания профиля среднемошных автоморфных почв (на примере чернозема обыкновенного) с учетом единовременного поступления средней годовой нормы атмосферных осадков на дневную поверхность. Подробно методика проведения расчетов и часть результатов были опубликованы нами ранее [10]. Результаты расчетов приведены в таблице 1.

Средний многолетний максимум осадков на юге Ростовской области составляет 650 мм, или 6500 м³/га [7]. Зная величины, характеризующие физические свойства черноземов обыкновенных карбонатных среднемошных Нижнего Дона [11], можно выяснить гипотетическую глубину промачивания при условии единовременного поступления на поверхность сухой почвы влаги в количестве 6500 м³/га. Для этого необходимо знать полную влагоемкость почвы. Так, в Аксайском районе при максимальной глубине промачивания 180 см поровое пространство почвенного профиля равно 5856,0 м³/га. Для того чтобы вместить 6500 м³/га воды, понадобится еще

644,0 м³/га порового пространства, что соответствует 19,8 см почвенного профиля (таблица 1). В итоге расчетная глубина промачивания составит для черноземов Аксайского района 200 см.

Таблица 1 – Сравнительный анализ фактической многолетней и расчетной глубин промачивания черноземов обыкновенных карбонатных Нижнего Дона

P_o , %	$P_{\text{аэр}}$, м³/га	$W_{\text{рсв}}$, %	$W_{\text{врсв}}$, %	P_o с уче- том $W_{\text{рсв}}$, %	$P_{\text{аэр}}$, м³/га	$P_{\text{аэр}}$ на 10 см, м³/га	$V_{\text{атм.в.}}$ — $V_{wP_{\text{аэр}}}$	Дополнительная мощность промачи- вания, см	Глубина промачива- ния, см	
									фактическая многолетняя	расчетная
Аксайский район										
50,1	9018,0	12,9	17,6	32,5	5856,0	325,3	644,0	19,8	180	200
Октябрьский район										
51,0	7655,2	10,6	13,8	37,2	5582,3	372,2	917,7	24,7	150	175
Мясниковский район										
50,4	8502,8	10,5	13,9	36,0	6135,8	360,9	364,2	10,0	170	180
Неклиновский район										
50,5	8329,0	10,5	13,8	36,6	6046,0	366,4	454,0	12,4	165	177
Матвеево-Курганский район										
51,8	7815,6	10,6	13,6	38,2	5761,2	381,5	738,8	19,6	151	170
Куйбышевский район										
51,6	7739,8	10,6	13,7	37,9	5690,8	379,4	809,2	21,3	150	171
Родионово-Несветайский район										
52,8	7650,7	10,6	13,4	39,4	5710,3	393,8	789,7	20,0	145	165
Азовский район										
49,4	9243,8	11,7	15,8	33,6	6289,7	336,4	210,4	6,3	187	193
Зерноградский район										
49,7	9046,1	11,7	15,7	34,0	6189,0	340,1	310,9	9,2	182	191
Егорлыкский район										
49,8	8769,8	11,7	15,6	34,2	6016,9	341,9	483,1	14,1	176	190
Целинский район										
50,3	8852,0	11,7	15,5	34,8	6124,7	348,0	375,3	10,8	176	187
Примечание – P_o – пористость, %; $P_{\text{аэр}}$ – поровое пространство, м³/га; $W_{\text{рсв}}$ – влажность, соответствующая количеству рыхлосвязанной влаги, выраженной в % от массы абсолютно сухой почвы; $W_{\text{врсв}}$ – влажность, соответствующая количеству рыхлосвязанной влаги, выраженной в % от объема абсолютно сухой почвы; P_o – пористость с учетом $W_{\text{рсв}}$, %; $P_{\text{аэр}}$ – объем пор аэрации, м³/га; $V_{\text{атм.в.}}$ – $V_{wP_{\text{аэр}}}$ – дефицитный объем воды.										

Аналогичным образом нами рассчитаны глубины промачивания почвенного профиля автоморфных почв при допущении единовременного по-

ступления на дневную поверхность средней многолетней нормы осадков (таблица 2).

Таблица 2 – Расчет глубин промачивания почвенного профиля

Гори- зонт	Глубина залега- ния го- ризонта, см	Мощ- ность, см	Плот- ность почвы ρ_v , г/см ³	МГВ, %	НВ, %	Запас МГВ, м ³ /га	Запас НВ, м ³ /га	Запас ММВ, м ³ /га	Запас НВ – запас ММВ, м ³ /га
A _{пах}	0–25	25	1,00	8,10	45,5	202,5	1137,5	303,8	833,8
A _{п/пах}	25–45	20	1,20	8,60	41,8	206,4	1003,2	309,6	693,6
B ₁	45–65	20	1,40	8,90	38,4	249,2	1075,2	373,8	701,4
B ₂	65–81	16	1,30	8,50	36,4	176,8	757,1	265,2	491,9
BC	81–95	14	1,40	8,10	32,2	158,8	631,1	238,1	393,0
C ₁	95–150	55	1,45	7,00	34,5	500,5	2466,8	750,8	1716,0
C ₂	150–192	42	1,45	7,00	34,5	429,3	2116,1	644,0	1472,0
Примечание – МГВ – максимальная гигроскопичная влажность; НВ – наименьшая влагоемкость; ММВ – максимальная молекулярная влагоемкость почв.									

Расчеты показывают, что максимальное количество воды, которое профиль рассматриваемой почвы (мощностью 192 см) может удержать за счет адсорбции, составляет 2885 м³/га. При этом максимальное количество капиллярной влаги, которое данный профиль может вместить, составляет 9187 м³/га.

Таким образом, при полевой влажности почвы, соответствующей $W_{\text{ММВ}}$, и допущении единовременного поступления атмосферных осадков в объеме, соответствующем годовой норме, глубина промачивания составит 192 см. Поскольку горизонт накопления легкорастворимых солей и гипса залегает на глубине 220–250 см, можно утверждать, что данный солевой горизонт не питается атмосферными осадками и его происхождение имеет реликтовый характер.

Так как грунтовые воды залегают на глубине около 6 м и более в зависимости от рельефа, образование гипса не может быть связано с современными грунтовыми водами. Но если учитывать, что древние грунтовые воды залежали выше современных [12], то, исходя из минерального состава артезианских вод (таблица 3), можно сделать вывод о возможном реликтовом происхождении горизонта легкорастворимых солей и гипса [3].

Таблица 3 – Химический состав вод артезианского бассейна Ростовской области (скважина № 10020, расположенная на территории ООО «Ленинское знамя», с. Круглое Азовского района Ростовской области)

Дата отбора пробы воды/глубина отбора, м	Сухой остаток, г/дм ³	Жесткость общая/устраняемая, ммоль/дм ³	Основной химический компонент, мг/дм ³						Формула ионного состава воды и загрязняющие компоненты более ПДК, мг/дм ³
			Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻ / CO ₃ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺ + K ⁺	
25.04.87 52	2,5	19,4 6,2	508	847	399	201	113	477	–
16.02.99 –	2,6	16,2 3,1	918	604	189	120	124	584	NH ₄ – 0,8; NO ₃ – 0,404
13.04.10 62	2,6	22,7 3,42	671	1140	200	191	160	532	–

Следующим этапом являлось решение вопроса о максимально возможном единовременном количестве осадков за весь период режимных наблюдений. В климатических справочниках имеются многолетние данные о месячных и суточных максимумах осадков двух метеорологических станций Ростовской области за период наблюдения с 1901 по 2011 г. (таблица 4).

Таблица 4 – Максимумы и минимумы осадков в г. Ростове-на-Дону (по данным Гидрометцентра Ростовской области [13])

В мм

Месяц	Норма	Месячный минимум	Месячный максимум	Суточный максимум
Январь	57	4 (1911)	189 (1920)	38 (1980)
Февраль	51	1 (1931)	168 (2004)	33 (1994)
Март	52	0,7 (1903)	111 (2009)	36 (1981)
Апрель	44	4 (1913)	125 (1977)	39 (1987)
Май	52	1 (1936)	187 (1916)	78 (1925)
Июнь	65	4 (1901)	178 (1919)	100 (1929)
Июль	50	0,8 (1904)	186 (1927)	78 (1927)
Август	44	0,5 (1886)	125 (2004)	50 (2006)
Сентябрь	43	0 (1909)	169 (1996)	54 (2011)
Октябрь	39	0 (1896)	157 (2013)	53 (2013)
Ноябрь	50	2 (1926)	161 (1911)	39 (2006)
Декабрь	67	1 (1920)	156 (1921)	37 (1982)
Год	614	288 (1949)	932 (2004)	100 (1929)

Анализ представленных данных позволяет поставить под сомнение взаимосвязь горизонта накопления легкорастворимых солей и гипса

со средней многолетней глубиной промачивания почвенного профиля и, соответственно, с современным процессом черноземообразования и строением черноземов обыкновенных среднесиловых Нижнего Дона. Вероятно, это следствие предшествующей черноземообразованию стадии педогенеза.

Полученные результаты подтверждают исследования ряда авторов, рассматривающих накопление гипса в современных автоморфных почвах как результат палеогидроморфизма [14–20].

Выводы

1 При полевой влажности почвы, соответствующей максимальной молекулярной влагоемкости, и допущении единовременного поступления атмосферных осадков в объеме, соответствующем годовой норме, глубина промачивания составит 192 см. Поскольку горизонт накопления легкорастворимых солей и гипса залегает на глубине 220–250 см, можно утверждать, что данный солевой горизонт не питается атмосферными осадками и его происхождение имеет реликтовый характер.

2 В настоящее время грунтовые воды залегают на глубине около 6 м и более в зависимости от рельефа, поэтому образование гипса не может быть связано с современными грунтовыми водами. Но если учитывать, что древние грунтовые воды залегали выше современных, то, исходя из минерального состава артезианских вод, можно сделать вывод о возможном реликтовом происхождении горизонта легкорастворимых солей и гипса.

Список использованных источников

- 1 Безуглова, О. С. Почвы Ростовской области: учеб. пособие / О. С. Безуглова, М. М. Хырхырова. – Ростов н/Д.: ЮФУ, 2008. – 352 с.
- 2 Вальков, В. Ф. Почвы Юга России / В. Ф. Вальков, К. Ш. Казеев, С. И. Колесников. – Ростов н/Д.: Эверест, 2008. – 276 с.
- 3 Полынов, Б. Б. Избранные труды / Б. Б. Полынов. – М.: Изд-во АН СССР, 1956. – 751 с.
- 4 Почвоведение / И. С. Кауричев [и др.]; под ред. И. С. Кауричева. – 3-е изд. – М.: Колос, 1982. – 496 с. – (Учебники и учеб. пособия для высш. с.-х. учеб. заведений).
- 5 Кузнецова, А. М. Морфология карбонатных новообразований в почвах различных типов / А. М. Кузнецова, О. С. Хохлова // Литология и полезные ископаемые. – 2010. – № 1. – С. 99–110.
- 6 Захаров, С. А. Почвы Ростовской области и их агрономическая характеристика / С. А. Захаров. – Ростов н/Д., 1945. – 123 с.

7 Агроклиматические ресурсы Ростовской области. – Л.: Гидрометеиздат, 1972. – 251 с.

8 Физическая география Нижнего Дона. – Ростов н/Д.: Изд-во Рост. госун-та, 1971. – 150 с.

9 Свисюк, И. В. Погода и урожай зерновых культур / И. В. Свисюк, З. М. Русева – Ростов н/Д.: Рост. кн. изд-во, 1980. – 144 с.

10 Морозов, И. В. О формировании карбонатного горизонта черноземов обыкновенных карбонатных Нижнего Дона / И. В. Морозов, О. С. Безуглова, Е. Н. Минаева // Живые и биокосные системы [Электронный ресурс]. – 2017. – № 22. – Режим доступа: <http://jbks.ru/archive/issue-22/article-10/>.

11 Садименко, П. А. Агрофизическая характеристика почв Ростовской области / П. А. Садименко, К. И. Симантовская, А. А. Забегайлов // Агрофизическая характеристика почв степной и сухостепной зон европейской части СССР. – М.: Колос, 1977. – С. 135–153.

12 Гидрогеология СССР. Т. 28. Нижний Дон и Северо-Восточное Приазовье. – М.: Недра, 1970. – 224 с.

13 Погода и климат [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://pogoda.ru.net/climate/34730.htm>, 2018.

14 Афанасьева, Е. А. Солевой профиль черноземов и пути его формирования / Е. А. Афанасьева // Черноземы СССР. – М.: Колос, 1974. – Т. 1. – С. 145–156.

15 Сеньков, А. А. Галогенез степных почв / А. А. Сеньков. – Новосибирск: СО РАН, 2004. – 150 с.

16 Безуглова, О. С. Погребенные почвы Недвиговского городища (Приазовье) и роль древнего антропогенного фактора в формировании черноземов / О. С. Безуглова, И. В. Морозов, М. А. Кутровский // Почвоведение. – 2008. – № 1. – С. 17–26.

17 Панкова, Е. Н. Засоление почв Джизакской степи, закономерности его распространения и критерии оценки / Е. Н. Панкова // Почвоведение. – 1982. – № 4. – С. 90–100.

18 Ямнова, И. А. Гипсовые новообразования и формирующие их элементарные почвообразовательные процессы / И. А. Ямнова, Е. И. Панкова // Почвоведение. – 2013. – № 12. – С. 1423–1436.

19 Ямнова, И. А. Гипсоносные почвы Джизакской степи / И. А. Ямнова // Условия формирования и свойства трудномелиорируемых почв Джизакской степи: науч. тр. / Почв. ин-т им. В. В. Докучаева. – М.: Почв. ин-т, 1990. – С. 37–39.

20 Dregne, H. E. Soils of arid regions / H. E. Dregne. – Amsterdam; Oxford; New York: Elsevier Publ., 1976. – 237 p. – (Development in Soil Science. Vol. 6).

References

1 Bezuglova O.S., Khyrkhyrova M.M., 2008. *Pochvy Rostovskoy oblasti: ucheb. posobie* [Soils of Rostov Region: Textbook]. Rostov n/D., Southern Federal University Publ., 352 p. (In Russian).

2 Val'kov V.F., Kazeev K.Sh., Kolesnikov S.I., 2008. *Pochvy Yuga Rossii* [Soils of the South of Russia]. Rostov n/D., Everest, 276 p. (In Russian).

3 Polynov B.B., 1956. *Izbrannye trudy* [Selected Works]. Moscow, the USSR Academy of Sciences Publ., 751 p. (In Russian).

4 Kaurichev I.S. [and others], 1982. *Pochvovedenie* [Soil Science]. 3rd ed., Moscow, Kolos Publ., 496 p. (Textbooks and manuals for higher agricultural educational institutions). (In Russian).

5 Kuznetsova A.M., Khokhlova O.S., 2010. *Morfologiya karbonatnykh novoobrazovaniy v pochvakh razlichnykh tipov* [Morphology of Carbonated Neoplasms in Soils of Various Types]. *Litologiya i poleznye iskopayemye* [Lithology and Minerals], no. 1, pp. 99–110. (In Russian).

6 Zakharov S.A., 1945. *Pochvy Rostovskoy oblasti i ikh agronomicheskaya kharakteristika* [Soils of Rostov Region and Their Agronomic Characteristics]. Rostov n/D., 123 p. (In Russian).

7 *Agroklimaticheskie resursy Rostovskoy oblasti* [Agroclimatic Resources of Rostov Region]. Leningrad, Gidrometeoizdat Publ., 1972, 251 p. (In Russian).

8 *Fizicheskaya geografiya Nizhnego Dona* [Physical Geography of the Lower Don]. Rostov n/D., Rostov State University Publ., 1971, 150 p. (In Russian).

9 Svisyuk I.V., Ruseva Z.M., 1980. *Pogoda i urozhay zernovykh kul'tur* [Weather and Grain Harvest]. Rostov n/D., Rostov State University Publ., 144 p. (In Russian).

10 Morozov I.V., Bezuglova O.S., Minaeva E.N., 2017. *O formirovanii karbonatnogo gorizonta chernozemov obyknovennykh karbonatnykh Nizhnego Dona* [On the formation of carbonated horizon of ordinary carbonated chernozems of the Lower Don]. *Zhivye i biokosnye sistemy* [Live and Biocose Systems], no. 22, available: <http://jbks.ru/archive/issue-22/article-10/>. (In Russian).

11 Sadimenko P.A., Simantovskaya K.I., Zabegailov A.A., 1977. *Agrofizicheskaya kharakteristika pochv Rostovskoy oblasti* [Agrophysical characteristics of soils in Rostov Region]. *Agrofizicheskaya kharakteristika pochv stepnoy i sukhostepnoy zon evropeyskoy chasti SSSR* [Agrophysical Characteristics of Soils in the Steppe and Dry-Steppe Zones of the European Part of the USSR]. Moscow, Kolos Publ., pp. 135-153. (In Russian).

12 *Gidrogeologiya SSSR. T. 28. Nizhniy Don i Severo-Vostochnoe Priazov'e* [Hydrogeology of the USSR. Vol. 28. The Lower Don and the Northeast Azov Sea]. Moscow, Nedra Publ., 1970, 224 p. (In Russian).

13 *Pogoda i klimat* [Weather and climate]. Available: <http://pogoda.ru.net/climate/34730.htm>, 2018. (In Russian).

14 Afanas'eva E.A., 1974. *Solevoy profil' chernozemov i puti ego formirovaniya* [Salt profile of chernozems and ways of its formation]. *Chernozemy SSSR* [Chernozems of the USSR]. Moscow, Kolos Publ., vol. 1, pp. 145-156. (In Russian).

15 Senkov A.A., 2004. *Galogenez stepnykh pochv* [Halogenesis of steppe soils]. Novosibirsk, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences Publ., 150 p. (In Russian).

16 Bezuglova O.S., Morozov I.V., Kutrovskiy M.A., 2008. *Pogrebennyye pochvy Nedvigovskogo gorodishcha (Priazov'e) i rol' drevnego antropogennogo faktora v formirovanii chernozemov* [Buried soils of the Nedvigiv settlement (Priazovye) and the role of the ancient anthropogenic factor in the formation of chernozems]. *Pochvovedenie* [Soil Study], no. 1, pp. 17-26. (In Russian).

17 Pankova E.N., 1982. *Zasolenie pochv Dzhizakskoy stepi, zakonomernosti ego rasprostraneniya i kriterii otsenki* [Salinization of soils of the Jizzakh steppe, regularities of its distribution and evaluation criteria]. *Pochvovedenie* [Soil Study], no. 4, pp. 90-100. (In Russian).

18 Yamnova I.A., Pankova E.I., 2013. *Gipsovye novoobrazovaniya i formiruyushchie ikh elementarnyye pochvoobrazovatel'nyye protsessy* [Gypsum neoplasms and elementary soil-forming processes forming them]. *Pochvovedenie* [Soil Study], no. 12, pp. 1423-1436. (In Russian).

19 Yamnova I.A., 1990. *Gipsonosnyye pochvy Dzhizakskoy stepi* [Gypsum soils of the Jizzakh steppe]. *Usloviya formirovaniya i svoystva trudnomelioriruyemykh pochv Dzhizakskoy stepi: nauch. tr.* [Condition of the formation and properties of hard-reclamative soils of the Jizzakh steppe: proceedings]. Soil Institute named after V.V. Dokuchaev. Moscow, Soil. Inst. Publ., pp. 37-39. (In Russian).

20 Dregne H.E., 1976. [Soils of arid regions]. Amsterdam, Oxford, New York, Elsevier Publ., 237 p. (Development in Soil Science, Vol. 6). (In English).

Морозов Игорь Вадимович

Ученая степень: кандидат биологических наук

Ученое звание: доцент

Должность: доцент

Место работы: Академия биологии и биотехнологии имени Д. И. Ивановского федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южный федеральный университет»

Адрес организации: пр-т Стачки, 194/1, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация, 344090

E-mail: migovad@sfedu.ru

Morozov Igor Vadimovich

Degree: Candidate of Biological Sciences

Title: Associate Professor

Position: Associate Professor

Affiliation: Academy of Biology and Biotechnology of the Southern Federal University

Affiliation address: ave. Stachki, 194/1, Rostov-on-Don, Russian Federation, 344090

E-mail: migovad@sfedu.ru

Минаева Евгения Николаевна

Ученая степень: магистр почвоведения

Должность: аспирант

Место работы: Академия биологии и биотехнологии имени Д. И. Ивановского федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южный федеральный университет»

Адрес организации: пр-т Стачки, 194/1, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация, 344090

E-mail: daftbio@mail.ru

Minaeva Evgenia Nikolaevna

Degree: Master

Position: Graduate Student

Affiliation: Academy of Biology and Biotechnology of the Southern Federal University

Affiliation address: ave. Stachki, 194/1, Rostov-on-Don, Russian Federation, 344090

E-mail: daftbio@mail.ru

Безуглова Ольга Степановна

Ученая степень: доктор биологических наук

Ученое звание: профессор

Должность: профессор кафедры почвоведения и оценки земельных ресурсов

Место работы: Академия биологии и биотехнологии имени Д. И. Ивановского федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южный федеральный университет»

Адрес организации: пр-т Стачки, 194/1, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация, 344090

E-mail: lola314@mail.ru

Bezuglova Olga Stepanovna

Degree: Doctor of Biological Sciences

Title: Professor

Position: Professor at the Department of Soil Science

Affiliation: Academy of Biology and Biotechnology of the Southern Federal University

Affiliation address: ave. Stachki, 194/1, Rostov-on-Don, Russian Federation, 344090

E-mail: lola314@mail.ru