ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ, РАСТЕНИЕВОДСТВО

Научная статья

УДК 556.164:631.459.2

doi: 10.31774/2712-9357-2021-11-4-174-186

Поверхностный сток талых вод на пахотных землях Нижнего Дона

Дмитрий Петрович Сидаренко

Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск,
Российская Федерация, sidarenko1@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3273-6499>

Аннотация. **Цель:** изучение показателей стока талых вод с пашни различной степени уплотненности и оценка его количественных и качественных характеристик на основе многолетних данных. **Материалы и методы.** Исследования интенсивности талого стока проводились в Приазовской зоне Ростовской области в период 1964–2018 гг. рядом исследователей, и в т. ч. автором статьи. **Результаты.** Показатели стока за 55-летний период характеризуются существенными колебаниями. Анализ многолетних данных выявил, что показатель величины стока талых вод с рыхлой пашни за период 1964–2018 гг. составил в среднем 9,0 мм/год, на уплотненной пашне 17,5 мм/год. На рыхлой пашне максимальное значение величины стока за 55-летний период составляет 25,3 мм, на уплотненной пашне 47,3 мм. В результате анализа данных было выявлено, что величина среднего запаса воды в снеге на поверхности зяби составляет 43,7 мм, а на посевах озимой пшеницы 48,7 мм. В целом по двум агрофонам показатель стока за период 1964–2018 гг. наиболее часто характеризуется как слабый и очень слабый только на рыхлой пашне. Расчеты статистических показателей данных о стоке выявили, что они не однородны, так, коэффициент вариации стока с рыхлой пашни составил 115,4 %, а с уплотненной пашни 70,4 %, при коэффициенте вариации выше 33 % совокупность считается неоднородной. Ростовская область, имея большой агропотенциал, испытывает значительные проблемы от воздействия негативных природных процессов, среди которых одно из первых мест занимает проявление эрозионных процессов. **Выводы.** В ходе обобщения многолетних данных о талом стоке с пашни различной степени уплотненности были получены показатели, позволившие построить кривые обеспеченности стока. Использование полученных результатов делает возможным прогнозирование возникновения стока различной интенсивности и тем самым предотвращение его негативного воздействия на сельскохозяйственные земли с наименьшими материальными затратами.

Ключевые слова: эрозия, поверхностный сток талых вод, рыхлая пашня (зябрь), уплотненная пашня, коэффициент стока, обеспеченность

GENERAL AGRICULTURE, CROP SCIENCE

Original article

Surface melt water runoff on the arable lands of the Lower Don

Dmitry P. Sidarenko

Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk,
Russian Federation, sidarenko1@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3273-6499>

Abstract. Purpose: to study the indicators of melt water runoff from arable land of various compaction and to assess its quantitative and qualitative characteristics based on long-term data. **Materials and methods.** Studies of the intensity of melt water runoff were carried out in the Azov zone of Rostov region in the period 1964–2018 by a number of researchers,

including the author of the article. **Results.** The runoff indicators for a 55-year period are characterized by significant fluctuations. Analysis of long-term data revealed that the indicator of melt water runoff rate from loose arable land for the period 1964–2018 averaged 9.0 mm/year and on compacted arable land averaged 17.5 mm/year. On loose arable land, the maximum runoff rate for a 55-year period is 25.3 mm, on compacted arable land it is 47.3 mm. As a result of the analysis of the data, it was revealed that the average water reserve in snow on the surface of the fall-plowed land is 43.7 mm, and 48.7 mm on the winter wheat sowing. In general, for two agrophonies, the runoff indicator for the period 1964–2018 was most often characterized as weak and very weak only on loose arable land. Calculations of statistical indicators of runoff data revealed that they are not uniform, for example, the coefficient of runoff variation from loose arable land was 115.4 %, and from compacted arable land 70.4 %, with a coefficient of variation above 33 %, the aggregate is considered heterogeneous. Rostov region, having a large agricultural potential, is experiencing significant problems from the impact of negative natural processes, among which one of the first places belongs to erosion processes. **Conclusions.** In the course of generalization of long-term data on melt water runoff from arable land of varying degrees of compaction, indicators that made it possible to plot the flow availability curves were obtained. The use of the results obtained makes it possible to predict the occurrence of runoff of various intensities and thereby prevent its negative impact on agricultural land with the minimal material costs.

Keywords: erosion, surface melt water runoff, loose arable land (fall-plowed land), compacted arable land, runoff coefficient, availability

Введение. Деградация почвы и экосистем является одной из наиболее угрожающих проблем, стоящих перед странами всего мира, и перед нашей страной в том числе. Главные причины деградации – хозяйственная деятельность человека и биофизические факторы, такие как обезлесение, сокращение содержания гумуса и эрозия почвы. Вмешательство человека, точнее, его производственная деятельность с безудержными темпами развития, ростом населения в мире на фоне недостатка свободных земель привело к ускоренной деградации почвы на Земле, и в т. ч. в Российской Федерации [1–4]. На площади свыше 85 млн га на территории нашей страны наблюдается негативное влияние водной эрозии, при этом значительно увеличилась площадь земель, на которых отмечается интенсивный рост оврагов. Ветровая эрозия наблюдается на площади более 7 млн га. Общая площадь смытых в той или иной степени земель в степной зоне, куда относится большая часть территории Ростовской области, составляет свыше 40 %. Негативному влиянию эрозионных процессов могут непосредственно подвергаться не только склоновые земли со значительными уклонами

местности, но и участки с малыми уклонами. Причин возникновения водной эрозии может быть несколько. Это и неправильная организация территории, и применение отвальных способов обработки почвы, и возделывание сельскохозяйственных культур с высоким индексом эрозионной опасности [2, 5–9]. Оценка вероятности формирования стока на реках нашла применение в гидрологии. В эрозиоведении вследствие того, что в наличии нет данных наблюдений за поверхностным стоком за период более 25 лет, методы расчета стока разной вероятности превышения не находили применения. Одним из первых их использовал Г. П. Сурмач, который сделал обобщение данных ряда авторов о стоке талых вод с зяби и уплотненной пашни по природным зонам.

Целью исследований является изучение показателей стока талых вод с пашни различной степени уплотненности и оценка его количественных и качественных характеристик на основе многолетних данных.

Материалы и методы. Наблюдения за формированием талого стока на Нижнем Дону проводились рядом авторов [7, 10–12] в период с 1964 по 2018 г. в Приазовской зоне. Объектом проводимых исследований являлся чернозем обыкновенный теплый кратковременно промерзающий (североприазовский), на котором располагались агрофоны с различной степенью уплотненности.

Так, к рыхлой пашне была отнесена зябь с плотностью сложения пахотного слоя $1,08 \text{ г/см}^3$, уплотненная пашня представлена посевами озимой пшеницы, многолетними травами, не вспаханymi с осени полями, а в последние годы с минимальными обработками при плотности сложения $1,15\text{--}1,19 \text{ г/см}^3$ [13].

Полевые исследования, наблюдения и учеты проводились по общепринятым в эрозиоведении методикам Б. А. Доспехова, А. Ф. Вадюниной и др. [14–17].

Результаты и обсуждение. Интенсивность стока изучалась в период

1964–2018 гг. рядом исследователей, и в т. ч. автором статьи. Показатели стока за 55-летний период характеризуются существенными колебаниями.

Следует отметить, что изменение за последние 20–25 лет основных климатических показателей (температуры и осадков) в зоне проведения исследования отразилось на величине слоя стока талых вод – одной из важных составляющих в развитии эрозионных процессов [18].

Наши исследования подтверждают, что на развитие эрозии от стока талых вод существенное влияние оказывает распределение снежного покрова, его мощность, промерзание, оттаивание почвы, температура воздуха. Интенсивность и продолжительность снеготаяния незначительно влияет на величину стока; большое значение приобретают глубина промерзания и водонасыщенность почвы перед снеготаянием, при этом почва может поглощать максимальное количество талых вод при насыщении верхнего слоя почвы, остальная вода не впитывается, а стекает вниз по склону.

В таблице 1 данные за 55-летний период наблюдений распределены на 5-летние промежутки для большей наглядности и обобщения периодических наблюдений, которые могут регулярно повторяться через определенный промежуток времени. Для каждого такого промежутка вычислены средние годовые значения показателей стока с пашни, имеющей различную степень уплотненности. Анализ многолетних данных (таблица 1) выявил, что показатель величины стока талых вод за период 1964–2018 гг. составил с рыхлой пашни в среднем 9,0 мм/год, с уплотненной пашни – 17,5 мм/год. На рыхлой пашне максимальное значение величины стока за 55-летний период составляет 25,3 мм, на уплотненной пашне 47,3 мм. В результате анализа данных было выявлено, что величина среднего запаса воды в снеге на поверхности зяби составляет 43,7 мм, а на посевах озимой пшеницы 48,7 мм.

Наиболее наглядно колебания показателей стока с рыхлой и уплотненной пашни за анализируемый период отображает рисунок 1.

Таблица 1 – Среднегодовые значения запасов воды в снеге и стока талых вод с пашни различной степени уплотненности по пятилетним периодам, 1964–2018 гг.

Период	Рыхлая пашня			Уплотненная пашня		
	Запас воды в снеге, мм	Сток, мм	Коэффициент стока	Запас воды в снеге, мм	Сток, мм	Коэффициент стока
1964–1968	52,3	25,3	0,49	56,0	33,0	0,59
1969–1973	29,6	12,4	0,18	33,1	15,5	0,35
1974–1978	34,1	9,3	0,22	36,8	16,6	0,38
1979–1983	42,5	4,0	0,03	46,4	19,0	0,40
1984–1988	112,4	17,9	0,18	117,3	47,3	0,48
1989–1993	23,9	0	0	28,2	3,4	0,19
1994–1998	50,8	6,4	0,09	65,6	20,1	0,32
1999–2003	41,4	12,6	0,15	47,1	15,0	0,17
2004–2008	35,5	5,5	0,11	38,1	9,0	0,20
2009–2013	24,1	0	0	27,7	2,3	0,08
2014–2018	33,7	5,5	0,13	39,0	8,8	0,18
Среднее	43,7	9,0	0,14	48,7	17,5	0,30

Примечание – За 1999–2003, 2010–2012 гг. данные автора статьи.

Рисунок 1 – Колебания стока талых вод с пашни различной степени уплотненности за период 1964–2018 гг.

Для оценки качественных характеристик стока и соответствующих количественных характеристик (слоя и коэффициента стока) взята шкала, предложенная Г. П. Сурмачем [19], по показателю величины стока. Нами на основе опытных данных и с использованием его методики с учетом величины стока выявлена фактическая повторяемость и величины среднего стока за период 1964–2018 гг. Данные представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Повторяемость стока талых вод по пятилетним периодам за 1964–2018 гг.

Наличие и степень стока	Величина стока, мм (шкала Г. П. Сурмача)	Коэффициент стока (шкала Г. П. Сурмача)	Повторяемость величины среднего стока, лет	
			Рыхлая пашня (зябь)	Уплотненная пашня
Нет	0	0,00	2	–
Очень слабый	до 7	до 0,05	4	2
Слабый	8–20	0,06–0,15	3	6
Умеренный	21–40	0,16–0,35	2	2
Сильный	41–75	0,36–0,65	–	1

Чрезвычайно сильный сток > 115 мм за период наших исследований отсутствовал. Поэтому классификация Г. П. Сурмача [19] не очень информативно и объективно отражает количественные характеристики поверхностного стока в условиях наших исследований.

Из данных таблицы 2 видно: средние величины стока на рыхлой пашне встречаются наиболее часто, что нельзя сказать об уплотненной пашне. В целом по двум агрофонам показатель стока за период 1964–2018 гг. наиболее часто характеризуется как слабый и очень слабый, только на рыхлой пашне очень сильный и чрезмерный сток за анализируемый период не наблюдался. Повторяемость стока на рыхлой пашне выше, чем на уплотненной.

Причиной возникновения талого стока можно назвать интенсивное снеготаяние на фоне слабой инфильтрационной способности почвы. Величина поверхностного стока характеризуется коэффициентом стока. Сопоставление величины стока с коэффициентом стока за период 1964–2018 гг. выявило, что характеристика стока по этим двум показателям не всегда соответствует шкале, предложенной Г. П. Сурмачем [19], согласно которой при умеренном стоке его величина составляет от 21 до 40 мм, а коэффициент стока от 0,16 до 0,35. Нами в ходе анализа данных за 55-летний период (таблица 1) было выявлено, что эти два показателя варьируют. Так, в период 1964–1968 гг. по величине стока 25,3 мм он характеризуется как умеренный, а по коэффициенту стока 0,49 как сильный или, например, в период

2014–2018 гг. (5,5 мм) как очень слабый и слабый (0,13) соответственно. Хотя бывают периоды, когда два этих показателя полностью соответствуют предложенной шкале, в частности, по зяби в период 1979–1993 гг., в то время как на уплотненной пашне соотношение величины стока и коэффициента стока ни в одном из выбранных 5-летних периодов не соответствует предложенной шкале.

Расчеты статистических показателей данных о стоке выявили, что они не однородны, так, коэффициент вариации стока с рыхлой пашни составил 115,4 %, а с уплотненной пашни 70,4 %, при коэффициенте вариации выше 33 % совокупность считается неоднородной.

Сильно разнятся данные о стоке с рыхлой пашни, это можно объяснить тем, что снегозапасы оказывают слабое воздействие на показатели стока с зяби. Сток начинает формироваться до стаивания большей части снега, а когда начинается поступление воды от основной массы снега, почва в верхних и средних слоях уже активно поглощает образовавшуюся воду.

Коэффициент стока с зяби уменьшается с увеличением запаса воды в снеге, на уплотненной пашне такая связь не прослеживается. В значительной степени он зависит от осеннего увлажнения почвы, т. е. количества осадков предзимья. Нами непосредственно была рассчитана обеспеченность стока талых вод по двум агрофонам за период 1964–2018 гг. по тем годам, когда сток формировался.

При наличии продолжительных и репрезентативных рядов расчеты величины стока заданной обеспеченности рекомендуется производить по кривым обеспеченности. По оси абсцисс такой кривой нужно откладывать обеспеченность стока в процентах, по оси ординат какую-либо из гидрологических характеристик (это может быть модуль стока, слой стока). Кривая обеспеченности представляет собой интегральную кривую, отображающую вероятность превышения (в процентах или долях от единицы) данной гидрологической характеристики среди общей совокупности ряда.

Кривые обеспеченности могут быть построены как в виде эмпирических (наблюдаемых), так и в виде аналитических (теоретических) кривых. На рисунках 2 и 3 представлены кривые обеспеченности стока с рыхлой и уплотненной пашни.

Рисунок 2 – Кривая обеспеченности стока с рыхлой пашни

Рисунок 3 – Кривая обеспеченности стока с уплотненной пашни

При использовании описательной статистики можно обобщить полученные в результате эксперимента данные. Следует отметить, что одной из основных характеристик служит выраженность индивидуальных различий по признаку изменчивости, указывающая на диапазон изменчивости значений.

На высокую синхронность изменений указывает показатель сходства кривых:

$$C_x = \frac{n^+ \cdot 100}{n - 1},$$

где n^+ – число интервалов, сходимых в тенденции изменчивости;

n – число сопоставляемых величин.

Идеальная синхронность сравниваемых кривых имеет место при $C_x = 100 \%$, асинхронность будет при $C_x \leq 50 \%$.

Фактическая величина показателя сходства для анализируемых нами данных равна 98,5 %, что говорит о достаточно высокой синхронности изменения значений поверхностного стока с пашни различной степени уплотненности.

Для большей наглядности и точности оценки анализируемых данных из рядов были исключены нулевые значения величины талого стока (т. е. когда величина стока составляла 0 мм и он не формировался). Это позволило выявить, что из 55 лет на рыхлой пашне (зябь) он не формировался 34 года, или 61,8 % от общего количества лет. На уплотненной пашне (посевы озимой пшеницы) этот показатель намного выше, здесь он не имел место 18 лет, или 32,7 % от их общего количества.

Величина талого стока значительно меняется от года к году, основные компоненты, которые напрямую влияют на его значение, включают экспозицию, длину, крутизну, тип склона, а также погодные условия.

На весьма высокую силу связи между стоком и его обеспеченностью указывает полученный коэффициент детерминации между этими двумя составляющими на зяби $R^2 = 0,72$, на посевах озимой пшеницы (уплотненная пашня) $R^2 = 0,83$.

Выводы. Ростовская область, имея огромный агропотенциал, испытывает значительные проблемы от воздействия негативных природных

процессов, среди которых одно из первых мест занимает проявление эрозионных процессов.

Чтобы затормозить негативное проявление эрозии почв, важно выработать действенные меры рационального использования земельных ресурсов и экологической защиты, для этого необходимо иметь возможность прогнозирования его формирования. Так, нами непосредственно было выявлено, что за 55-летний период средний слой стока талых вод на зяби составил 9,0 мм, на посевах озимой пшеницы – 17,5 мм. Изменения величины стока за год, как и других гидрологических величин, можно обосновать достаточно большим количеством постоянно изменяющихся факторов (климатических, метеорологических, антропогенных и др.), он подвержен существенным изменениям по сельскохозяйственным годам. В ходе обобщения многолетних данных о стоке талых вод с земельных участков различной степени уплотненности были получены показатели, позволившие построить кривые обеспеченности стока, использование которых делает возможным прогнозирование возникновения стока различной интенсивности и разработку мелиоративных почвозащитных мероприятий по предотвращению его негативного воздействия на сельскохозяйственные земли с наименьшими материальными затратами.

Список источников

1. Щедрин В. Н., Балакай Г. Т., Васильев С. М. Концептуальное обоснование разработки стратегии научно-технического обеспечения развития мелиорации земель в России // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации [Электронный ресурс]. 2016. № 4(24). С. 1–21. URL: <http://www.rosniipm-sm.ru/article?n=1110> (дата обращения: 01.08.2021).
2. Петелько А. И., Барабанов А. Т. Показатели стока талых вод за 1959–2008 годы // Природообустройство. 2016. № 1. С. 79–82.
3. Петелько А. И. Влияние глубины промерзания почвы на формирование стока талых вод // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки. 2017. № 18(267). С. 149–156.
4. Комиссарова И. В. Параметры плодородия обыкновенных черноземов при различных уровнях интенсификации обработки // Вестник Курганской ГСХА. 2012. № 3. С. 33–37.
5. Оценка деградации лугово-черноземных почв долины реки Терек в Кабарди-

но-Балкарии / Э. Н. Молчанов, О. А. Макаров, А. С. Строков, Е. В. Цветнов, С. М. Хазринов // Вестник Российской сельскохозяйственной науки. 2016. № 6. С. 20–23.

6. Experimental investigation of freeze-thaw meltwater compound erosion and runoff energy consumption on loessal slopes / T. Wang, P. Li, Y. Lui, J. Hou, Z. Li, Z. Ren, Sh. Cheng, J. Zhao, R. Hinkelmann // Catena. 2020. 185. 104310. P. 257–265. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2019.104310>.

7. Полуэктов Е. В. Сток талых вод с различной по степени уплотненности пашни // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации [Электронный ресурс]. 2015. № 3(19). С. 139–149. URL: <http://www.rosniipm-sm.ru/article?n=814> (дата обращения: 01.08.2021).

8. Шевченко Д. А., Балакай Г. Т. Формирование поверхностного стока талых вод с рыхлой и уплотненной пашни на черноземах обыкновенных в условиях Ставропольского края // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации [Электронный ресурс]. 2017. № 2(26). С. 19–36. URL: <http://www.rosniipm-sm.ru/article?n=313> (дата обращения: 01.08.2021).

9. Условия формирования поверхностного стока. Прогноз причиняемого ущерба. Компенсационные мелиоративные мероприятия: монография / В. Н. Щедрин, Г. Т. Балакай, Е. В. Полуэктов, Н. И. Балакай. Новочеркасск: РосНИИПМ, 2016. 450 с.

10. Сидаренко Д. П. Мелиорация ландшафтов на склоновых землях Приазовской зоны Ростовской области // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2019. № 2(74). С. 17–22.

11. Гаевая Э. А., Тарадин С. А. Влияние обработки почвы на продуктивность почвозащитных севооборотов // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2019. № 6-1. С. 59–61.

12. Полуэктов Е. В., Балакай Г. Т. Эрозия почв и плодородие. Новочеркасск: Лик, 2020. 229 с.

13. Полуэктов Е. В., Легкая Н. В., Сидаренко Д. П. Сток талых вод в правобережье Дона // Мелиорация и водное хозяйство. 2010. № 4. С. 54–55.

14. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1968. 335 с.

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

16. Боголюбова И. В., Бобровицкая Н. Н., Дьяков В. Н. Методические рекомендации по учету поверхностного стока и смыва почв при изучении водной эрозии. Л.: Гидрометеиздат, 1975. 88 с.

17. Методическое пособие и нормативные материалы для разработки адаптивно-ландшафтных систем земледелия / А. Н. Каштанов [и др.]; под общ. ред. А. Н. Каштанова. Курск: ЧуДо, 2001. 259 с.

18. Полуэктов Е. В., Балакай Г. Т. Влияние изменения климата на юге России на сток талых вод // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации [Электронный ресурс]. 2020. № 4(40). С. 88–102. URL: <http://www.rosniipm-sm.ru/article?n=1161> (дата обращения: 23.09.2021). DOI: 10.31774/2222-1816-2020-4-88-102.

19. Сурмач Г. П. Водная эрозия и борьба с ней. Л.: Гидрометеиздат, 1976. 254 с.

References

1. Shchedrin V.N., Balakay G.T., Vasiliev S.M., 2016. [Conceptual justification of strategy development for scientific and technological support of land reclamation development in Russia]. *Nauchnyy Zhurnal Rossiyskogo NII Problem Melioratsii*, no. 4(24), pp. 1-21, available: <http://www.rosniipm-sm.ru/article?n=1110> [accessed 01.08.2021]. (In Russian).

2. Petelko A.I., Barabanov A.T., 2016. *Pokazateli stoka talykh vod za 1959–2008 gody*

[Indicators of melt water runoff for 1959–2008]. *Prirodoobustroystvo* [Environmental Engineering], no. 1, pp. 79–82. (In Russian).

3. Petelko A.I., 2017. *Vliyanie glubiny promerzaniya pochvy na formirovanie stoka talykh vod* [Influence of soil freezing depth on the formation of melt water runoff]. *Nauchnye vedomosti Belgorodskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Estestvennye nauki* [Scientific Bulletin of Belgorod State University. Series: Natural Sciences], no. 18(267), pp. 149–156. (In Russian).

4. Komissarova I.V., 2012. *Parametry plodorodiya obyknovennykh chernozemov pri razlichnykh urovnyakh intensivatsii obrabotki* [Parameters of fertility of ordinary chernozems at different levels of intensification of processing]. *Vestnik Kurganskoy GSKHA* [Bulletin of Kurgan State Agricultural Academy], no. 3, pp. 33–37. (In Russian).

5. Molchanov E.N., Makarov O.A., Stokov A.S., Tsvetnov E.V., Khazrinov S.M., 2016. *Otsenka degradatsii lugovo-chernozemnykh pochv doliny reki Terek v Kabardino-Balkarii* [Estimation of degradation of meadow-chernozem soils degradation in the Terek river valley in Kabardino-Balkaria]. *Vestnik Rossiyskoy sel'skokhozyaystvennoy nauki* [Bulletin of Russian Agricultural Science], no. 6, pp. 20–23. (In Russian).

6. Wang T., Li P., Lui Y., Hou J., Li Z., Ren Z., Cheng Sh., Zhao J., Hinkelmann R., 2020. Experimental investigation of freeze-thaw meltwater compound erosion and runoff energy consumption on loessal slopes. *Catena*, 185, 104310, pp. 257–265, <https://doi.org/10.1016/j.catena.2019.104310>.

7. Poluektov E.V., 2015. [Runoff of melt water from arable land of different compaction]. *Nauchnyy Zhurnal Rossiyskogo NII Problem Melioratsii*, no. 3(19), pp. 139–149, available: <http://www.rosniipm-sm.ru/article?n=814> [accessed 01.08.2021]. (In Russian).

8. Shevchenko D.A., Balakay G.T., 2017. [Formation of surface melt water runoff from loose ploughland on ordinary chernozem under the conditions of Stavropol Territory]. *Nauchnyy Zhurnal Rossiyskogo NII Problem Melioratsii*, no. 2(26), pp. 19–36, available: <http://www.rosniipm-sm.ru/article?n=313> [accessed 01.08.2021]. (In Russian).

9. Shchedrin V.N., Balakay G.T., Poluektov E.V., Balakay N.I., 2016. *Usloviya formirovaniya poverkhnostnogo stoka. Prognoz prichinyaemogo ushcherba. Kompensatsionnye meliorativnye meropriyatiya: monografiya* [Conditions for the Formation of Surface Runoff. Forecast of the Inflicted Damage. Compensatory Reclamation Measures: monograph]. Novocherkassk, RosNIIPM, 450 p. (In Russian).

10. Sidarenko D.P., 2019. *Melioratsiya landshaftov na sklonovykh zemlyakh Priazovskoy zony Rostovskoy oblasti* [Land reclamation on the slopes of the Azov zone of the Rostov region]. *Puti povysheniya effektivnosti oroshaemogo zemledeliya* [Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture], no. 2(74), pp. 17–22. (In Russian).

11. Gaevaya E.A., Taradin S.A., 2019. *Vliyanie obrabotki pochvy na produktivnost' pochvozashchitnykh sevooborotov* [Influence of soil tillage on productivity of soil-protective crop rotations]. *Mezhdunarodnyy zhurnal gumanitarnykh i estestvennykh nauk* [International Journal of Humanities and Natural Sciences], no. 6-1, pp. 59–61. (In Russian).

12. Poluektov E.V., Balakay G.T., 2020. *Eroziya pochv i plodorodie* [Soil Erosion and Fertility]. Novocherkassk, Lik Publ., 229 p. (In Russian).

13. Poluektov E.V., Legkaya N.V., Sidarenko D.P., 2010. *Stok talykh vod v pravoberezh'e Dona* [Melt water runoff in the right bank of the Don]. *Melioratsiya i vodnoe khozyaystvo* [Irrigation and Water Management], no. 4, pp. 54–55. (In Russian).

14. Dospekhov B.A., 1968. *Metodika polevogo opyta* [Method of Field Experiment]. Moscow, Kolos Publ., 335 p. (In Russian).

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

16. Bogolyubova I.V., Bobrovitskaya N.N., Dyakov V.N., 1975. *Metodicheskie rekomendatsii po uchetu poverkhnostnogo stoka i smывa pochv pri izuchenii vodnoy erozii* [Guidelines for Surface Runoff and Soil Washout Measuring while Studying Water Erosion]. Leningrad, Gidrometeoizdat Publ., 88 p. (In Russian).

17. Kashtanov A.N. [et al.], 2001. *Metodicheskoe posobie i normativnye materialy dlya razrabotki adaptivno-landshaftnykh sistem zemledeliya* [Methodological Manual and Specifications for Adaptive Landscape Farming Systems Development]. Kursk, ChuDo Publ., 259 p. (In Russian).

18. Poluektov E.V., Balakay G.T., 2020. [The impact of climate change on the melt water runoff in the south of Russia]. *Nauchnyy Zhurnal Rossiyskogo NII Problem Melioratsii*, no. 4(40), pp. 88-102, available: <http://www.rosniipm-sm.ru/article?n=1161> [accessed 23.09.2021], DOI: 10.31774/2222-1816-2020-4-88-102 (In Russian).

19. Surmach G.P., 1976. *Vodnaya eroziya i bor'ba s ney* [Water Erosion and Its Control]. Leningrad, Gidrometeoizdat Publ., 254 p. (In Russian).

Информация об авторе

Д. П. Сидаренко – научный сотрудник, кандидат сельскохозяйственных наук.

Information about the author

D. P. Sidarenko – Researcher, Candidate of Agricultural Sciences.

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

The author declares no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 03.06.2021; одобрена после рецензирования 27.10.2021; принята к публикации 10.11.2021.

The article was submitted 03.06.2021; approved after reviewing 27.10.2021; accepted for publication 10.11.2021.