

## МЕЛИОРАЦИЯ, РЕКУЛЬТИВАЦИЯ И ОХРАНА ЗЕМЕЛЬ

Научная статья

УДК 631.4:551.5

doi: 10.31774/2222-1816-2021-11-1-147-161

### Влияние типа водосбора на сток талых вод и потери почвы на черноземах

Евгений Валерьянович Полуэктов<sup>1</sup>, Георгий Трифионович Балакай<sup>2</sup>,  
Яна Игоревна Кулаева<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт имени А. К. Кортунова – филиал Донского государственного аграрного университета, Новочеркасск, Российская Федерация

<sup>2</sup>Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск, Российская Федерация

Автор, ответственный за переписку: Георгий Трифионович Балакай, [rosniipm@yandex.ru](mailto:rosniipm@yandex.ru)

**Аннотация.** Цель: установить влияние формы водосбора на интенсивность стока талых вод и массу смытой почвы на черноземах Ростовской области. Задачи: провести анализ многолетних (1970–2020 гг.) исследований объемов поверхностного стока, в т. ч. на различных типах (формах) водосбора, с уплотненной и рыхлой пашни; установить закономерности и получить зависимости массы смытой почвы от коэффициента стока и формы водосбора. Методы исследований общепринятые, использовались стоковые площадки на склонах б. Большой Лог в Аксайском районе Ростовской области. Изучались показатели интенсивности протекания эрозии, позволяющие судить о количественной потере объемов и массы почвы в зависимости от типа водосбора, объемов осадков, стока талых вод и других факторов. **Результаты.** Установлено, что величина смыва почвы при стоке талых вод колеблется в широких пределах, но в большинстве случаев не превышает 3–10 т/га. Интенсивность смыва чаще всего совпадает с наибольшим слоем стока, так как в этих случаях он проходит по оттаявшей с поверхности почве. Смыв почвы уменьшается, в период с 1970 по 1991 г. средняя ежегодная масса смытой почвы с зяби составила в среднем 7,5 т/га, а с посевов озимой пшеницы 10,2 т/га. В следующие 20 лет (1991–2009 гг.) потери почвы с зяби составили 4,6 т/га, с посевов озимых культур 6,8 т/га и в последние 10 лет соответственно 5,0 и 3,1 т/га. Смыв почвы на склоне южной экспозиции составил 0,65 от северной. В ложбинах северо-западной экспозиции сток талых вод был на 10–20 % больше, чем на межложбинных склонах, смыв почвы по тальвегу ложбин достигает 40 % и более от общей массы смытой почвы. **Выводы.** Эти данные в сочетании с условиями возникновения рассматриваемых явлений используются для научно обоснованного выбора системы почвозащитных мероприятий при адаптивно-ландшафтной системе земледелия и их прогнозирования во времени.

**Ключевые слова:** запасы воды в снеге, эрозия, сток талых вод, потери почвы, типы водосбора, ложбины, водороины

## LAND RECLAMATION, RECULTIVATION AND LAND PROTECTION

Original article

### Influence of the type of watershed on melt water runoff and soil losses on chernozem



**Yevgeniy V. Poluektov<sup>1</sup>, Georgiy T. Balakay<sup>2</sup>, Yana I. Kulaeva<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Novocherkassk Engineering and Land Reclamation Institute – branch of the Don State Agrarian University, Novocherkassk, Russian Federation

<sup>2</sup>Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk, Russian Federation

Corresponding author: Georgiy T. Balakay, [rosniipm@yandex.ru](mailto:rosniipm@yandex.ru)

**Abstract. Purpose:** to establish the influence of the watershed form on the intensity of snowmelt water runoff and the bulk of eroded soil on the chernozems of Rostov region. **Tasks:** to analyze long-term (1970–2020) studies of surface runoff bulks, including various types (forms) of watersheds, from compacted and loose arable land; to establish patterns and to obtain the dependence of the bulk of washed soil on the runoff coefficient and the watershed form. **Research methods** are generally accepted; runoff sites were used on the slopes of Bolshoi Log in Aksai district Rostov region. The indicators of the erosion intensity which make it possible to judge the quantitative loss of soil volumes and bulk depending on the type of watershed, the volume of precipitation, the melt water runoff and other factors were studied. **Results.** It was found that the amount of soil washed off during melt water runoff varies within wide range, but in most cases does not exceed 3–10 t/ha. The erosion intensity most often coincides with the largest runoff layer, since in these cases it passes over the soil thawed from the surface. Soil washout is decreasing; in the period from 1970 to 1991, the average annual bulk of soil washed away from the fall plowed land was an average of 7.5 t/ha, and from winter wheat crops, 10.2 t/ha. In the next 20 years (1991–2009), soil losses from fall plows amounted to 4.6 t/ha, from winter crops – 6.8 t/ha, and in the last 10 years, respectively, 5.0 and 3.1 t/ha. Soil loss on the slope of the southern exposure was 0.65 from the northern one. In the rills of the northwestern exposure, the melt water runoff was 10–20 % higher than on the slopes between the rills; soil washout along the thalweg of rills reaches 40 % or more of the total bulk of washed out soil. **Conclusions.** These data, in combination with the conditions for the occurrence of the phenomena under consideration, are used for a scientifically grounded choice of a system of soil protection measures for an adaptive landscape farming system and their forecasting over time.

**Keywords:** water storage in snow, erosion, snowmelt runoff, soil losses, types of watershed areas, rills, gully

**Введение.** Эрозия почвы является одним из самых значимых факторов снижения плодородия почвы, на ее долю приходится более половины (около 56 %) причин деградации почвы, на дефляцию – 28 %, на химическую – 12 % и на физическую – 4 % [1]. Основной причиной механического разрушения почвы и ее смыва с полей является отсутствие или недостаточное количество почвоохранных мероприятий [2]. По имеющимся данным, с эрозией почвы теряется в 2 раза больше питательных веществ, чем вносится с минеральными удобрениями на планируемую урожайность [3]. Причем в отдельные периоды, например, при весенних подкормках озимой пшеницы по таломерзлой почве смыв питательных веществ вместе с поч-

вой достигает 30–50 % от внесенных в почву [4, 5]. Поэтому вопросы сохранения плодородия почвы и разработка почвозащитных мероприятий для борьбы с эрозией почвы всегда актуальны и востребованы сельскохозяйственным производством.

Цель исследований – установить влияние формы водосбора на интенсивность стока талых вод и массу смытой почвы на черноземах Ростовской области. Задачи: провести анализ многолетних (1970–2020 гг.) исследований объемов поверхностного стока, в т. ч. на различных типах (формах) водосбора, с уплотненной и рыхлой пашни; установить закономерности и получить зависимости массы смытой почвы от коэффициента стока и формы водосбора.

**Материалы и методы.** Многолетние исследования эрозии почвы в результате действия талых вод проводились в 1970–2020 гг. в условиях Ростовской области (б. Большой лог, п. Рассвет Аксайского района) на специально оборудованных стационарных участках по общепринятым методикам [6–8]. На обыкновенных черноземах при проведении исследований изучаемых объектов с различными типами водосбора (рассеивающие водосбор (выпуклый) и ложбина) с уклонами от 1 до 5° проводились наблюдения и учеты показателей объема стока вод (талых и осадков в период таяния снега) и массы мелкозема, смытого этими талыми водами. Для анализа факторов, влияющих на величину стока и массу смытой почвы, учитывались такие показатели, как запасы воды в снеге перед началом снеготаяния, осадки в период таяния снега, глубина промерзания почвы.

Полученные при исследованиях данные согласуются с данными других ученых [9–14].

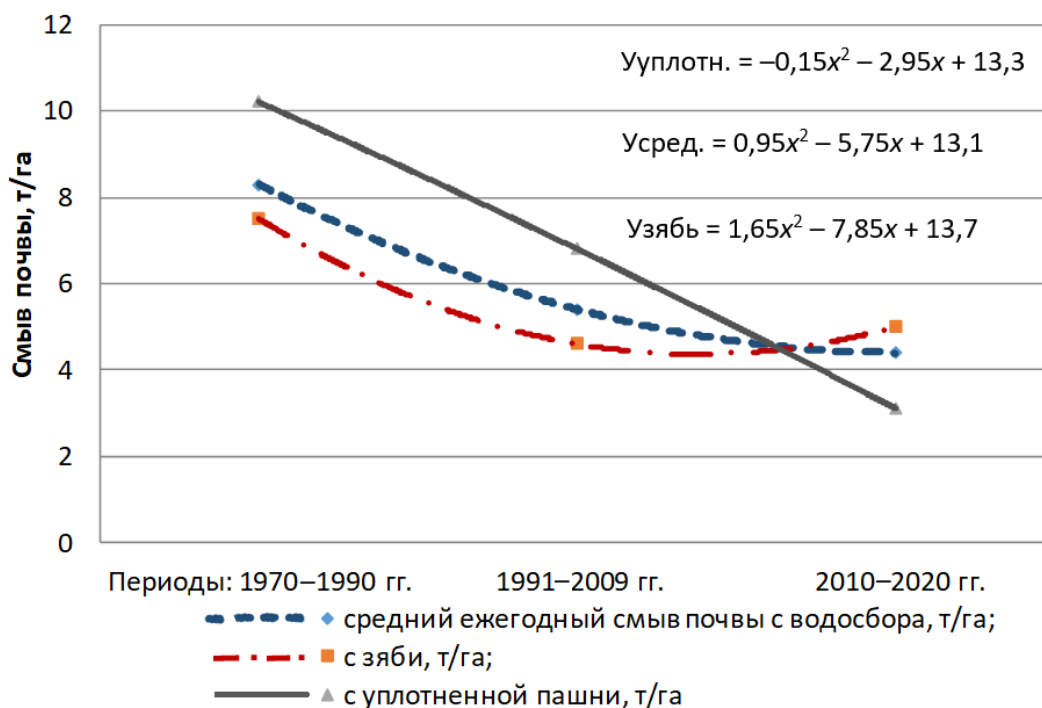
Особый интерес представляют данные, полученные при мониторинге плодородия почвы, такие как показатели интенсивности протекания эрозии, позволяющие судить о количественной потере объемов и массы почвы, в зависимости от формы поверхности. Эти данные в сочетании с усло-

виями возникновения рассматриваемых явлений использовались в дальнейшем для научно обоснованного выбора системы почвозащитных мероприятий при адаптивно-ландшафтной системе земледелия и их прогнозирования во времени.

**Результаты и обсуждение.** Исследования показали, что масса смытой почвы при стоке талых вод колеблется в широких пределах, но в большинстве случаев не превышает 3–10 т/га. Интенсивность смыва чаще всего совпадает с наибольшим слоем стока, так как в этих случаях он проходит по оттаявшей с поверхности почве. В качестве примера рассмотрим условия, сложившиеся в 1985 г., когда наблюдались резкие изменения климатических условий в виде потеплений и похолоданий и сток талых вод наблюдался в январе – марте 5 раз. Период наибольшего стока пришелся на 14–20 марта, в т. ч. 53,2 мм на зяби и 78,8 мм на уплотненной пашне (многолетние травы). Смыв почвы составил за этот период более 31,0 т/га на зяби и 4,9 т/га на многолетних травах. В то время как в остальные периоды стока суммарная его величина была равна соответственно 8,4 и 1,6 т/га. Аналогичные результаты были получены Г. П. Сурмачом в лесостепной и сухостепной зонах [7].

Многолетние исследования (1970–2020 гг.) показали, что большие показатели стока талых вод и смыв почвы наблюдаются 1 раз в 5 лет, что связано с дружным снеготаянием и выпадением дождей в этот период. Высокие показатели стока бывают также при глубоком промерзании почвы, а в период таяния снега успевают оттаять только верхние 2–3 см почвы. При отсутствии возможности фильтрации воды в почве происходит поверхностный сток, например, такая ситуация сложилась в феврале 1977 г., январе 2003 г. и феврале 2017 г. Интенсивное таяние снега и дождь при глубине оттаявшего слоя почвы 3–8 см привели к смыву массы почвы от 24 до 60 т/га на зяби, от 7 до 30 т/га на уплотненной пашне (посевах озимой пшеницы).

Анализируя потери почвы в результате эрозийных процессов в холодное время года по 20-летним периодам с 1970 по 2020 г., можно отметить постепенное снижение интенсивности смыва почвы во время таяния снега (рисунок 1).



**Рисунок 1 – Изменение интенсивности смыва почвы под действием талых вод и осадков в период таяния снега, т/га**

Так, с 1970 по 1991 г. средняя ежегодная масса смытой почвы с зяби составила в среднем 7,5 т/га, а с посевов озимой пшеницы 10,2 т/га. В следующие 20 лет (1991–2009 гг.) потери почвы с зяби составили 4,6 т/га, с посевов озимых культур 6,8 т/га и в последние 10 лет соответственно 5,0 и 3,1 т/га. Большие потери почвы с посевов озимых культур по отношению к зяби за период с 1970 по 2009 г. объясняются тем, что сток талых вод в 2 раза чаще был на уплотненной пашне с посевами озимой пшеницы, чем на вспаханной зяби. Если принять во внимание, что зябрь занимает 70 % от общей площади пашни, а посевы озимой пшеницы около 30 %, то ежегодный смыв в среднем со всей пашни по взятым для расчета периодам составляет: с 1970 по 1990 г. – 8,3 т/га, с 1991 по 2009 г. – 5,4 т/га и с 2010 по 2020 г. – 4,4 т/га.

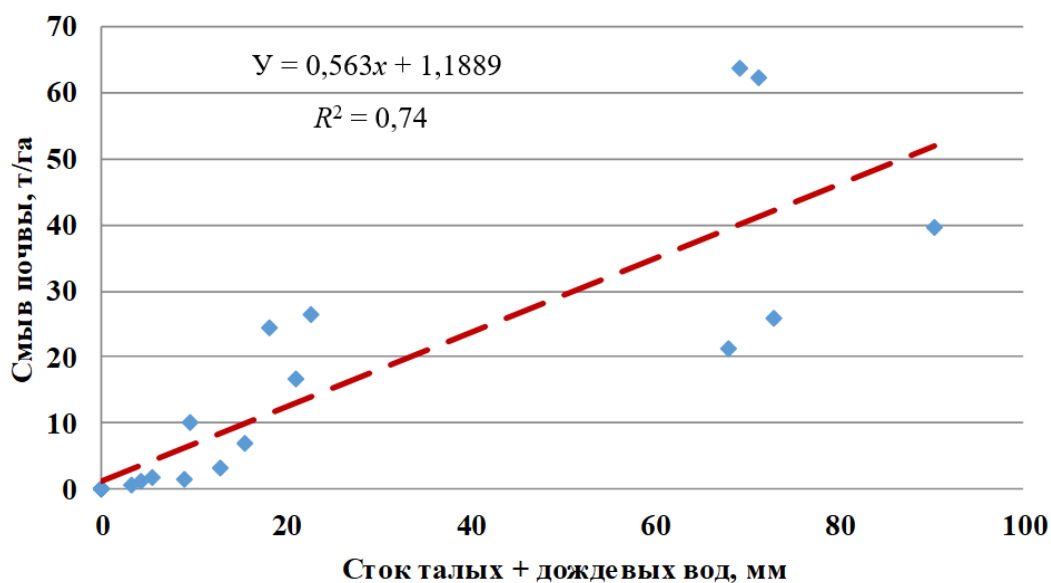
С увеличением показателя стока до 20 мм заметно повышается масса смытой почвы на посевах озимой пшеницы до 5,0 т/га и на вспаханной зяби от 5 до 11 т/га.

Но резкий скачок в усилении процессов смыва наблюдался при слое стока от 40 до 60 мм. На зяби количество смываемой талыми водами почвы достигало 40–46 т/га, со склоновых полей, занятых озимой пшеницей, – 10–12 т/га.

Математическая обработка позволила установить зависимость количества смытой почвы от слоя стока талых вод. Уравнение имеет вид:

$$Y = 0,563x + 1,1889 \text{ при коэффициенте аппроксимации } R^2 = 0,74.$$

Смыв почвы на посевах озимой пшеницы при стоке 5 мм не превышает 0,3 т/га, а на зяби – от 0,2 до 2,0 т/га. При слое стока до 5 мм смыв почвы на зяби может колебаться от 0,2 до 2 т/га (рисунок 2).



**Рисунок 2 – Влияние величины стока талых вод на массу смытой почвы на зяби**

К особенностям проявления процессов эрозии рассматриваемой территории относится зависимость величины смыва почвы от формы рельефа и экспозиции склона. Экспозиция склонов создает чрезвычайно сильные различия по количеству получаемого тепла. Она влияет на снегонакопление и интенсивность таяния.

Благодаря своей южной экспозиции территория, на которой проводились исследования, получала достаточное количество тепла, и в зимнее время приход радиации (прямой и рассеянной) составлял от 15 до 20 ккал/см<sup>2</sup>. В результате этого на склонах световых экспозиций, которые к тому же являются ветроударными, снег испаряется непосредственно в воздух. Незначительная мощность снежного покрова и испарение в ясные солнечные дни ведут к образованию большого количества проталин. Все это заметно ослабляет сток талых вод и смыв почв во время массового снеготаяния.

За 50-летний период исследований случаи снеготаяния при солнечной погоде без осадков происходили 1 раз в 4–5 лет. В такие годы процессы снеготаяния на склонах северной экспозиции протекают дольше и границы таяния снега наблюдаются сверху вниз. Сток и смыв почвы на склоне южной экспозиции, выраженный через коэффициент, составил 0,65 от северной экспозиции (принят равным 1).

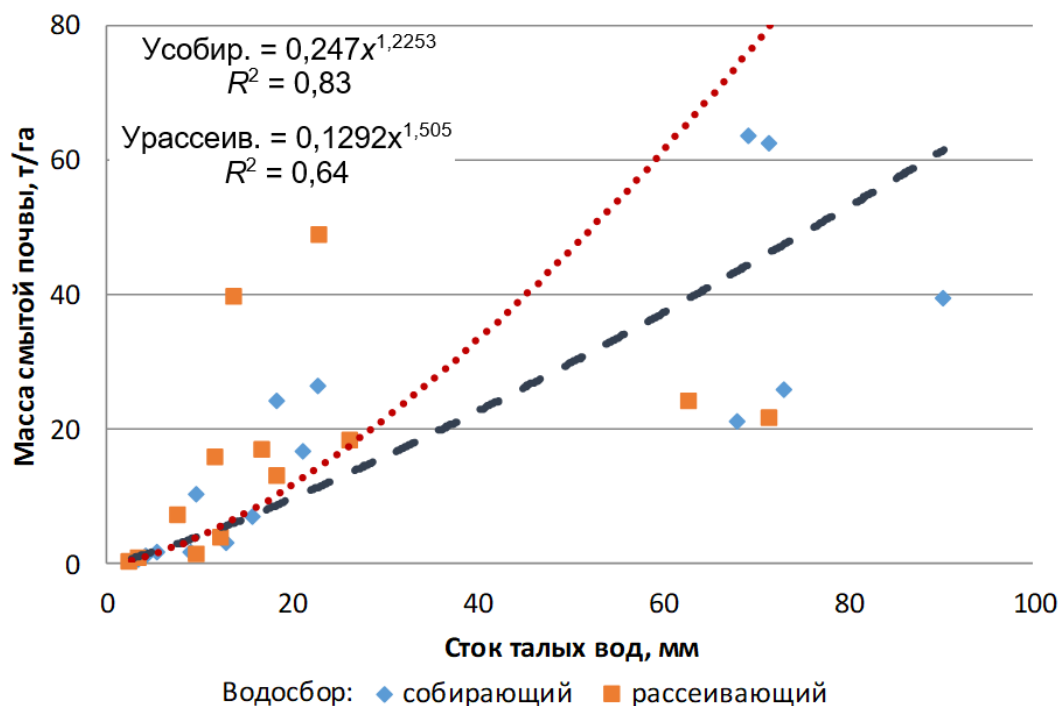
Смыв почвы по ложбинам и лощинам склонов противоположных экспозиций имеет свои особенности. В зимнее время года часть снега сдувается ветрами в балки, ложбины и другие понижения. Особенно сильные восточные ветры в Ростовской области сдувают снег с полей на водоразделах и межложбинных территориях, поэтому здесь снега накапливается значительно меньше. При оттепелях снег в ложбинах оттаивает быстрее, увлажняет почвы и так же быстро замерзает, что впоследствии вызывает смыв почвы с оттаявшего верхнего слоя почвы 2–5 см. Установлено, что сток талых вод в ложбинах был в 1,1–1,2 раза выше, чем на межложбинных склонах (таблица 1).

Наблюдения показали, например, что в 1979 г. с выпуклой межложбинной поверхности поля с уклоном 3,5° сток талой воды составил 5,1 мм, а по ложбине 12,4 мм. В 2017 г. сток составил: по ложбинам – 30,1 мм, по межложбинным склонам 25,9 мм. Более интенсивный сток по ложбинам на склонах световых экспозиций отразился на количестве уносимой водой

почвы. Математическая обработка данных многолетних исследований позволила построить кривые и получить уравнения связи форм водосбора с массой смытой почвы (рисунок 3).

**Таблица 1 – Влияние формы поверхности поля на величину стока талых вод и массу смытой почвы**

Год	Рыхлая или уплотненная зябрь	Запас воды в снеге + осадки, мм	Поверхностный сток, мм	Коэффициент стока	Смытая масса почвы, т/га
1979	Межложбинный склон				
	Многолетние травы	24,3	21,4	0,88	0,1
	Ложбина				
	То же	29,9	26,4	0,88	0,02
1980	Межложбинный склон				
	Многолетние травы	27,3	12,1	0,44	0,05
	Ложбина				
	То же	32,4	15,9	0,49	0,01
1988	Межложбинный склон				
	Озимая пшеница	52,3	26,4	0,50	5,6
	Ложбина				
	То же	60,2	29,5		3,8
2017	Межложбинный склон				
	Зябрь отвальная	46,0	20,3	0,44	23,0
	Ложбина				
	То же	51,6	28,4	0,55	29,8



**Рисунок 3 – Влияние формы водосбора на сток талых вод и массу смытой почвы**



Полученные уравнения имеют наибольший коэффициент при степенной аппроксимирующей кривой для стока талых вод с ложбинных и межложбинных форм местности при выражении их через уравнения:

$$U_{\text{собир.}} = 0,247x^{1,2253} \text{ при } R^2 = 0,83,$$

$$U_{\text{рассеив.}} = 0,1292x^{1,505} \text{ при } R^2 = 0,64.$$

Имеющиеся ложбины на склонах способствовали концентрации поверхностного стока в тальвегах ложбин. Потоки по ним имели высокие показатели глубины, скорости и турбулентности. Данные таблицы 2 дают основание полагать, что основные гидравлические показатели потоков по ложбинам резко различаются от потоков на межложбинных склонах. Большая эродирующая способность потоков по ложбинам подтверждается показателями мутности воды. Потоки воды в ложбинах характеризовались повышенной турбулентностью (число Рейнольдса  $Re$  составляло от 76853 до 124382), а следовательно и размывающей способностью. Глубина потоков колебалась от 6 до 13 см.

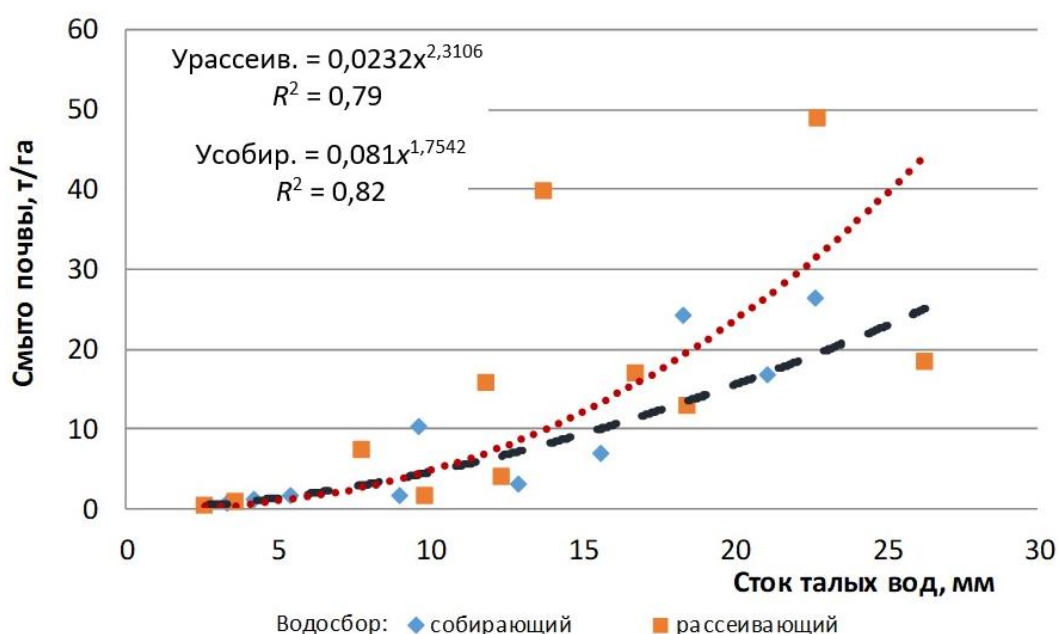
**Таблица 2 – Основные показатели стока воды и наносов**

Показатель	Место определения	Год, агрофон или культура				
		1976 г., зябрь	1978 г., зябрь	1979 г., озимая пшеница	1988 г., озимая пшеница	2017 г., озимая пшеница
Расход воды, л/с	склон	2,7	0,7	1,2	0,8	0,7
	ложбина	7,3	2,0	3,7	2,1	2,0
Мутность, г/л	склон	1,7	0,9	0,6	2,5	1,7
	ложбина	4,9	3,1	1,9	4,1	3,8
Поверхностная скорость, м/с	склон	0,46	0,37	0,33	0,41	0,37
	ложбина	0,87	0,61	0,72	0,84	0,79
Число Рейнольдса	склон	15506	6235	5562	6910	6340
	ложбина	124382	30842	76853	94382	88411

Данные таблицы 2 показывают, что масса почвы, смытой при стоке, в тальвеге ложбины в отдельные годы составляет до 40 % от общего количества смытой почвы. Характеристика размывов по их ширине и глубине показывает, что водороины в ложбинах значительно превосходили водороины на межложбинных склонах. Особенно глубокие (свыше 50 см) и широкие (до 200 см) водороины формировались на полях с зяблевой обра-

боткой. На уплотненных полях с посевами озимой пшеницы в ложбинах также наблюдаются водороины, примерно такие же, как и на межложбинных пространствах. Наличие растительного покрова на уплотненной пашне снижает сток и смыв почвы.

Большой объем стока талых вод более 40 мм (обеспеченность менее 5 %) случается в редкие годы, поэтому нами для анализа были взяты годы со стоком талых вод менее 40 мм (обеспеченность более 5 %). Полученные кривые и уравнения аппроксимации показали тесную взаимосвязь между величиной стока и массой смытой почвы на различных типах водосбора с коэффициентами  $R^2 = 0,79...0,82$  (рисунок 4).

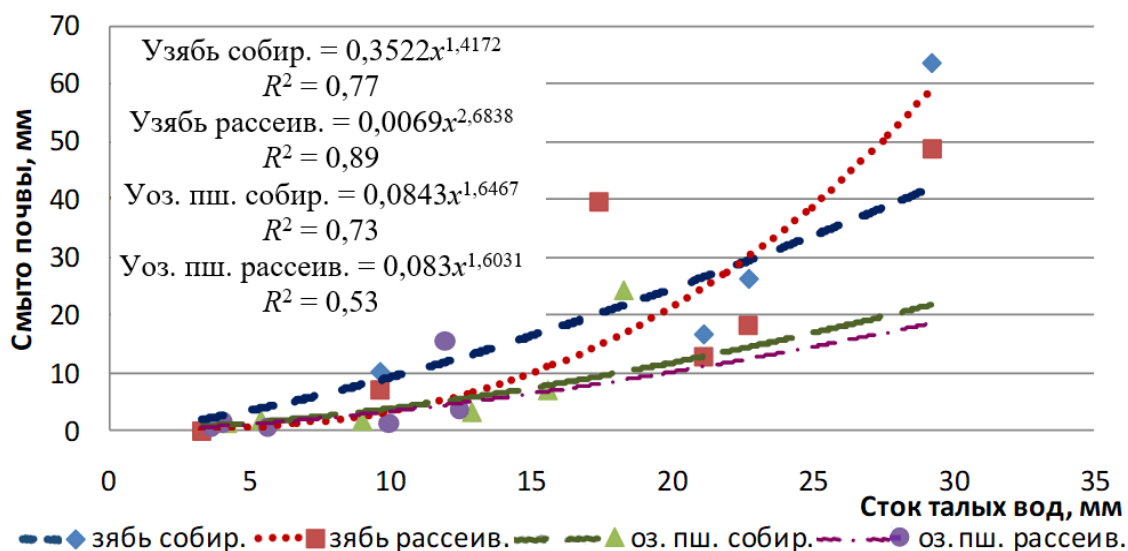


**Рисунок 4 – Влияние рельефа и стока талых вод менее 40 мм на смыв почвы с собирающего и рассеивающего водосбора**

Смыв почвы более 10 т/га происходит на рассеивающем водосборе при стоке 12 мм, у собирающего – при 16 мм, а при стоке 25 мм смыв почвы составляет соответственно 22 и 40 т/га.

Сравнение массы смытой почвы на рассеивающем и собирающем водосборе на зяби и с уплотненной пашни (озимая пшеница) показывает, что большая масса почвы смывается с зяби как с уплотненной пашни, так и с зяби и при стоке 28 мм достигает 48 т/га на рассеивающем и 63 т/га

на собирающем водосборе. Полученные уравнения и коэффициенты аппроксимации, приведенные на рисунке 5, показывают тесную взаимосвязь между массой смытой почвы и величиной стока.



**Рисунок 5 – Влияние стока талых вод менее 40 мм с зяби и уплотненной пашни на массу смытой почвы с собирающего и рассеивающего водосбора**

Интенсивный смыв почвы по ложбинам и лощинам усложняет структуру почвенного покрова, увеличивает его контрастность. Степень эродированности почвы по тальвегу ложбин и лощин на одну-две градации ниже, чем вторичных рассеивающих склонов. В результате создается пестрота плодородия, что оказывает отрицательное влияние на продуктивность сельскохозяйственных культур и усложняет почвозащитные мероприятия.

## Выводы

1 Многолетние исследования (1970–2020 гг.) позволили установить закономерности потери объемов и массы почвы при поверхностном стоке талых вод в зависимости от климатических условий, формы рельефа местности и других факторов, величина смыва почвы при стоке талых вод колеблется в широких пределах, но в большинстве случаев не превышает 3–10 т/га. Интенсивность смыва чаще всего совпадает с наибольшим слоем стока, так как в этих случаях он проходит по оттаявшей с поверхности почве. Смыв почвы уменьшается, в период с 1970 по 1991 г. средняя еже-

годная масса смытой почвы с зяби составила в среднем 7,5 т/га, а с посевов озимой пшеницы 10,2 т/га. В следующие 20 лет (1991–2009 гг.) потери почвы с зяби составили 4,6 т/га, с посевов озимых культур 6,8 т/га и в последние 10 лет соответственно 5,0 и 3,1 т/га.

2 Экспозиция склона оказывает существенное влияние на сток талых вод и массу смытой почвы из-за больших различий в количестве получаемого тепла, которое влияет на снегонакопление и интенсивность таяния. Сток и смыв почвы на склоне южной экспозиции, выраженный через коэффициент, составил 0,65 от северной экспозиции (принят равным 1,0).

3 Форма рельефа оказывает также большое влияние на показатели стока и смыва почвы. Ложбины на склонах способствовали концентрации поверхностного стока в тальвеге, потоки по ним имели высокие показатели глубины, скорости и турбулентности, и общий смыв почвы составляет до 40 % от общего количества смытой почвы.

### **Список источников**

1 Ковальчик, А. Опустынивание и деградация земель в странах СНГ / А. Ковальчик // Лесное и охотничье хозяйство. Экология. – 2010. – Вып. 2. – С. 17.

2 Условия формирования поверхностного стока, прогноз причиненного ущерба. Компенсационные мелиоративные мероприятия: монография / В. Н. Щедрин, Г. Т. Балакай, Е. В. Полуэктов, Н. И. Балакай. – Новочеркасск: РосНИИПМ, 2016. – 450 с.

3 Программирование технологии возделывания сельскохозяйственных культур на орошаемых землях Северного Кавказа: рекомендации / Н. А. Кан [и др.]. – Ростов н/Д., 1985. – 120 с.

4 Полуэктов, Е. В. Эрозия и дефляция агроландшафтов Северного Кавказа / Е. В. Полуэктов. – Новочеркасск: Лик, 2003. – 298 с.

5 Полуэктов, Е. В. Мониторинг биоинженерного сооружения по регулированию стока талых вод / Е. В. Полуэктов, Ж. В. Рощина // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации [Электронный ресурс]. – 2020. – № 2(38). – С. 56–70. – Режим доступа: <http://www.rosniipm-sm.ru/article?n=1054>. – DOI: 10.31774/2222-1816-2020-2-56-70.

6 Методические рекомендации по учету поверхностного стока и смыва почв при изучении водной эрозии. – Л.: Гидрометеиздат, 1975. – 61 с.

7 Сурмач, Г. П. Водная эрозия и борьба с ней / Г. П. Сурмач. – Л., 1976. – 256 с.

8 Извеков, А. С. Защита почв от эрозии и воспроизводство плодородия в южных и лесостепных районах России / А. С. Извеков // Бюллетень Почвенного института им. В. В. Докучаева. – 2012. – № 70. – С. 79–95.

9 Рябов, Е. И. Методика определения фактических потерь почвы от ветровой и водной эрозии почв в полевых условиях края / Е. И. Рябов. – Ставрополь: Ставроп. кн. изд-во, 1996. – 13 с.

10 Грызлов, Е. В. Почвозащитная система земледелия: монография / Е. В. Грызлов. – Ростов н/Д., 2003. – 135 с.

11 Kundzewicz, Z. W. Water and climate – the PCC TAR perspective / Z. W. Kundzewicz // *Nordic Hydrology*. – 2003. – № 34(5). – P. 387–398.

12 Murdoch, P. S. Potential effects of climate change on surface water quality in North America / P. S. Murdoch, J. S. Baron, T. L. Miller // *Journal of the American Water Resources Association*. – 2000. – 36(2). – P. 347–366. – DOI: 10.1111/j.1752-1688.2000.tb04273.x.

13 Klik, A. Impact of climate change on soil erosion and the efficiency of soil conservation practices in Austria / A. Klik, J. Eitzinger // *The Journal of Agricultural Science*. – 2010, Oct. – 148(05). – P. 529–541. – DOI: 10.1017/S0021859610000158.

14 Potential effects of climate change on soil properties: A review / R. Karmakar, I. Das, D. Dutta, A. Rakshit // *Science International*. – 2016. – Vol. 4. – P. 51–73. – DOI: 10.17311/sciintl.2016.51.73.

## References

1 Kovalchik A., 2010. *Opustynivanie i degradatsiya zemel' v stranakh SNG* [Desertification and land degradation in the CIS countries]. *Lesnoe i okhotnich'e khozyaystvo. Ekologiya* [Forestry and Hunting. Ecology], iss. 2, p. 17. (In Russian).

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

3 Kan N.A. [et al.], 1985. *Programmirovanie tekhnologii vozdeystviya sel'skokhozyaystvennykh kul'tur na oroshaemykh zemlyakh Severnogo Kavkaza: rekomendatsii* [Programming the Technology of Agricultural Crops Cultivation on the Irrigated Lands of the North Caucasus: recommendations]. Rostov-on-Don, 120 p. (In Russian).

4 Poluektov E.V., 2003. *Eroziya i deflyatsiya agrolandshaftov Severnogo Kavkaza: monografiya* [Erosion and Deflation of Agricultural Landscapes of the North Caucasus: monograph]. Novocheerkassk, Lik Publ., 298 p. (In Russian).

5 Poluektov E.V., Roshchina Zh.V., 2020. [Monitoring of a bioengineering structure to regulate the flow of melt water]. *Nauchnyy Zhurnal Rossiyskogo NII Problem Melioratsii*, no. 2(38), pp. 56-70, available: <http://www.rosniipm-sm.ru/article?n=1054>, DOI: 10.31774/2222-1816-2020-2-56-70. (In Russian).

6 *Metodicheskie rekomendatsii po uchetu poverkhnostnogo stoka i smyva pochv pri izuchenii vodnoy erozii* [Methodology Guidelines for Surface Runoff and Soil Washout Register during Water Erosion Study]. Leningrad, Gidrometeoizdat Publ., 1975, 61 p. (In Russian).

7 Surmach G.P., 1976. *Vodnaya eroziya i bor'ba s ney* [Water Erosion and its Control]. Leningrad, 256 p. (In Russian).

8 Izvekov A.S., 2012. *Zashchita pochv ot erozii i vosproizvodstvo plodorodiya v yuzhnykh i lesostepnykh rayonakh Rossii* [Protection of eroded soils and the fertility recovery within the dry-steppe and forest-steppe zones of Russia]. *Byulleten' Pochvennogo instituta im. V. V. Dokuchaeva* [Bulletin of Soil Institute named after V.V. Dokuchaev], no. 70, pp. 79-95. (In Russian).

9 Ryabov E.I., 1996. *Metodika opredeleniya fakticheskikh poter' pochvy ot vetrovoy i vodnoy erozii pochv v polevykh usloviyakh kraya* [Methodology for determining actual soil losses from wind and water erosion under the field conditions of the region]. Stavropol, Stavropol Publ., 13 p. (In Russian).

10 Gryzlov E.V., 2003. *Pochvozashchitnoe zemledelie* [Conservation Farming: monograph]. Rostov-on-Don, 135 p. (In Russian).

11 Kundzewicz Z.W., 2003. Water and Climate – the PCC TAR perspective. *Nordic Hydrology*, no. 34(5), pp. 387-398.

12 Murdoch P.S., Baron J.S., Miller T.L., 2000. Potential effects of climate change on surface water quality in North America. *Journal of the American Water Resources Association*, 36(2), pp. 347-366, DOI: 10.1111/j.1752-1688.2000.tb04273.x.

13 Klik A., Eitzinger J., 2010. Impact of climate change on soil erosion and the efficiency of soil conservation practices in Austria. *The Journal of Agricultural Science*, Oct., 148(05), pp. 529-541, DOI: 10.1017/S0021859610000158.

14 Karmakar R., Das I., Dutta D., Rakshit A., 2016. Potential effects of climate change on soil properties: A review. *Science International*, vol. 4, pp. 51-73, DOI: 10.17311/sciintl.2016.51.73.

---

### **Полуэктвов Евгений Валерьянович**

Ученая степень: доктор сельскохозяйственных наук

Ученое звание: профессор

Должность: заведующий кафедрой почвоведения, орошаемого земледелия и геодезии

Место работы: Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт имени А. К. Кортунова – филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донской государственный аграрный университет»

Адрес организации: ул. Пушкинская, 111, г. Новочеркасск, Ростовская область, Российская Федерация, 346428

E-mail: rekngma@magnet.ru

### **Poluektov Yevgeniy Valeryanovich**

Degree: Doctor of Agricultural Sciences

Title: Professor

Position: Head of the Chair of Soil Science, Irrigated Agriculture and Geodesy

Affiliation: Novocherkassk Engineering and Land Reclamation Institute – branch of the Don State Agrarian University

Affiliation address: st. Pushkinskaya, 111, Novocherkassk, Rostov region, Russian Federation, 346428

E-mail: rekngma@magnet.ru

### **Балакай Георгий Трифонович**

Ученая степень: доктор сельскохозяйственных наук

Ученое звание: профессор

Должность: главный научный сотрудник

Место работы: федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации»

Адрес организации: пр. Баклановский, д. 190, г. Новочеркасск, Ростовская область, Российская Федерация, 346421

E-mail: rosniipm@yandex.ru

### **Balakay Georgiy Trifonovich**

Degree: Doctor of Agricultural Sciences

Title: Professor

Position: Chief Researcher

Affiliation: Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems

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

E-mail: rosniipm@yandex.ru

### **Кулаева Яна Игоревна**

Должность: студент

Место работы: Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт имени А. К. Кортунова – филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донской государственной аграрный университет»

Адрес организации: ул. Пушкинская, 111, г. Новочеркасск, Ростовская область, Российская Федерация, 346428

E-mail: ychapek@mail.ru

**Kulaeva Yana Igorevna**

Position: Student

Affiliation: NovoCherkassk Engineering and Land Reclamation Institute – branch of the Don State Agrarian University

Affiliation address: st. Pushkinskaya, 111, NovoCherkassk, Rostov region, Russian Federation, 346428

E-mail: ychapek@mail.ru

*Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.*

*The authors declare no conflicts of interests.*

*Статья поступила в редакцию 24.12.2020; одобрена после рецензирования 29.01.2021; принята к публикации 05.02.2021.*

*The article was submitted 24.12.2020; approved after reviewing 29.01.2021; accepted for publication 05.02.2021.*