

УДК 631.672.3:631.445.4(470.630)

Д. А. Шевченко

Ставропольский государственный аграрный университет, Ставрополь,
Российская Федерация

Г. Т. Балакай

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

ФОРМИРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА ТАЛЫХ ВОД С РЫХЛОЙ ПАШНИ НА ЧЕРНОЗЕМАХ ОБЫКНОВЕННЫХ В УСЛОВИЯХ СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ

Цель исследований – изучение условий формирования поверхностного стока талых вод с рыхлой пашни на черноземах обыкновенных Ставропольского края. Наблюдения за поверхностным стоком талых вод проводились в АОЗТ «Подлужное» Ставропольского края в 2002–2015 гг. на черноземах обыкновенных. Уклоны на сельхозугодиях колеблются от 0,5 до 5,0 градусов, основные пахотные земли имеют уклоны 0,5–2,5 градуса северной или южной экспозиции. Базис эрозии составляет по высоте 30–50 м и длине 1,0–2,5 км. Повторность опытов трехкратная, размер каждого опытного участка – 1,0 га. Методикой исследований поверхностного стока были предусмотрены наблюдения на стандартных стационарных стоковых площадках для определения стока талых и ливневых вод размером 270 на 30 м в трехкратной повторности. Влияние запасов воды в снеге перед снеготаянием + осадки в период таяния, глубины промерзания почвы, влажности верхнего слоя почвы (0–30 см), водопроницаемости на сток талых вод изучалось в 2002–2015 гг. на этих же участках. Исследования показали, что средний сток с рыхлой пашни составляет 7,61 мм и наблюдается один раз в пять лет (вероятность 35,7 %). Запасы воды в снеге перед снеготаянием + осадки в период таяния на рыхлой пашне – в среднем 39,01 мм, глубина промерзания почвы – 44 см. Среднее значение коэффициента стока на рыхлой пашне составило 0,11. Для сокращения склонового стока и водной эрозии необходимы работы по созданию водорегулирующих лесных полос на склоновых землях, по берегам балок, оврагов, вокруг прудов и водоемов.

Ключевые слова: поверхностный сток, коэффициент стока, талые воды, рыхлая пашня, водопроницаемость, смыв почвы.

D. A. Shevchenko

Stavropol State Agrarian University, Stavropol, Russian Federation

G. T. Balakay

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

FORMATION OF SURFACE MELT WATER RUNOFF FROM LOOSE PLOUGHLAND ON ORDINARY CHERNOZEM UNDER THE CONDITIONS OF STAVROPOL TERRITORY

The purpose of research is the study of conditions of the formation of surface melt water runoff from loose ploughland on ordinary chernozem in Stavropol territory. Observations over the surface melt water runoff were held on ordinary chernozem in a private company with limited liability “Podluzhnoe” Stavropol territory in 2002–2015. Slopes of arable lands vary from 0.5 to 50 gradients, while the main ploughlands have gradients of 0.5–2.5 with

southern and northern exposure. Erosion base is 30–50 m height and 1–2.5 km length. There are three replications of trials, the size of each pilot area is 1.0 ha. Observations on standard stationary runoff sites 270 meters long by 30 meters wide for determination the flow of melt- and stormwater were provided three-time by surface runoff research methodology. The influence of water supplies in snow before snow melting + rainfall during the melting, depth of soil freezing, topsoil moisture (0–30 cm) and water permeability on snowmelt runoff was studied in 2002–2015 at the same sites. Studies have shown that the average runoff from loose arable land is 7.61 mm, and it is observed every 5 years (35.7 % probability). Water supplies in snow before snowmelting + rainfall during the melting on the loose ploughland are 39.01 mm average, soil freezing depth is 44 cm. The average value of the runoff coefficient on loose arable land was 0.11. To reduce the slope runoff and water erosion the work on constructing water regulating forest belts on sloping lands, along the banks of the beams, ravines, around ponds and reservoirs are necessary.

Keywords: surface runoff, runoff coefficient; melt water, arable ploughland, water-permeability, soil erosion.

Введение. Сохранение и повышение плодородия почв предполагает проведение мероприятий по оптимизации природопользования на основе научно обоснованных форм хозяйственной деятельности, направленных на сохранение эколого-экономических функций агроландшафта, путем регламентации и нормирования отдельных его форм для ограничения негативного воздействия на нее биотических и абиотических факторов [1].

В России водной эрозии подвержено 43,7 млн га, ветровой – 13,0 млн га. Смытые почвы составляют в лесной зоне 32 %, лесостепной – 41 % и степной – 43 %. Это связано с тем, что более половины сельхозугодий в Российской Федерации расположено на склонах различной крутизны [2].

Водная эрозия наносит огромный ущерб землепользователям и государству. На практике для восстановления плодородия почвы, нарушенного в результате даже одного ливневого дождя высокой интенсивности, нередко требуются годы. Сток талых и ливневых вод вызывает эрозию почвы, ухудшает плодородие и нарушает целостность земельного фонда [3]. От стока талых вод значительно страдают почвы озимых культур, растут овраги, засоряются выносами из оврагов поймы рек и другие угодья, заиляются и мелеют реки, ручьи и пруды, разрушаются дороги. Вопросам регулирования поверхностного стока в различных аспектах посвящены

научные разработки многих авторов, однако формы землепользования довольно разнообразны, и влияние на них поверхностного стока очень велико. Поэтому изучение развития форм использования поверхностного стока и его воздействия на эффективность землепользования в Ставропольском крае является актуальным [4].

Поверхностный сток – процесс перемещения воды по земной поверхности под влиянием силы тяжести. Сток делится на склоновый и русловой. Склоновый сток образуется за счет дождевых и талых вод, происходит на поверхности склона вне фиксированных путей [5].

Годовой ход поверхностного стока равнинных рек характеризуется обычно высоким весенним половодьем, на долю которого приходится до 70 % годового стока [6].

Г. П. Сурмач [7] отмечает, что с увеличением запасов снеговой воды сток возрастает, одновременно во многих случаях повышается и коэффициент стока. Им также установлена математическая связь стока со снегозапасами.

Г. П. Сурмач, М. М. Ломакин, А. П. Шестакова [8] выявили количественную связь коэффициента стока с природными факторами (увлажнение почвы, глубина промерзания, снегозапасы, среднесуточная температура воздуха, продолжительность снеготаяния) и представили ее в виде математических уравнений.

Во многих случаях судьба весеннего стока предрешена осенью и зимой. Однако теплая весна все же оказывает некоторое стимулирующее влияние на сток [9].

Цель наших исследований заключалась в изучении формирования поверхностного стока талых вод с рыхлой пашни на черноземах обыкновенных Ставропольского края.

Материалы и методы. Полевые исследования, анализ образцов почвы и воды, наблюдение и учет проводились по общепринятым методи-

кам: Методическое пособие и нормативные материалы для разработки адаптивно-ландшафтных систем земледелия [10], Методические рекомендации по учету поверхностного стока и смыва почв при изучении водной эрозии [11], Методика полевого опыта Б. А. Доспехова [12], Методы исследования физических свойств почв [13].

В задачи исследований входило:

- определить влияние на показатели поверхностного стока жидкой и твердой фаз (стока наносов) талых вод с рыхлой пашни в зависимости от запасов воды в снеге, влажности верхнего слоя почвы, глубины промерзания почвы;

- выполнить камеральную и статистическую обработку данных и получить уравнения и зависимости.

Наблюдения за поверхностным стоком талых вод проводились в АОЗТ «Подлужное» Ставропольского края в 2002–2015 гг. на черноземах обыкновенных. Уклоны на сельхозугодиях колеблются от 0,5 до 5,0°, основные пахотные земли имеют уклоны 0,5–2,5° северной или южной экспозиции. Базис эрозии составляет по высоте 30–50 м и длине 1,0–2,5 км.

Полученные данные подвергались математическому и статистическому анализу с применением современных программных средств.

Методикой исследований поверхностного стока были предусмотрены наблюдения на стандартных стационарных стоковых площадках для определения стока талых и ливневых вод размером 270 на 30 м в трехкратной повторности. Влияние запасов воды в снеге перед снеготаянием + осадки в период таяния, глубины промерзания почвы, влажности верхнего слоя почвы (0–30 см), водопроницаемости на сток талых вод изучалось в 2002–2015 гг. на этих же участках.

Результаты исследований. Усредненные показатели слоя стока талых вод за период с 2002 по 2015 г., полученные на черноземах обыкновенных Ставропольского края, приведены в таблице 1. Данные таблицы 1

показывают, что средний сток с рыхлой пашни составляет 7,61 мм. Количество влагозапасов в снеге за 2002–2015 гг. колеблется от 17,4 мм в 2009 г. до 85,2 мм в 2004 г.

Таблица 1 – Усредненные показатели слоя стока талых вод с рыхлой пашни на обыкновенных черноземах в АОЗТ «Подлужное» (2002–2015 гг.)

Год	Рыхлая пашня (зябрь)		
	Влагозапас в снеге + осадки, мм	Сток талых вод, мм	Коэффициент стока
2002	32,40	0,00	0,00
2003	28,50	0,00	0,00
2004	85,20	32,10	0,31
2005	29,70	4,20	0,14
2006	71,20	22,70	0,30
2007	17,80	0,00	0,00
2008	29,50	0,00	0,00
2009	17,40	0,00	0,00
2010	28,70	0,00	0,00
2011	49,60	26,20	0,51
2012	35,70	0,00	0,00
2013	51,30	21,40	0,39
2014	38,60	0,00	0,00
2015	30,60	0,00	0,00
Среднее	39,01	7,61	0,11

Запасы воды в снеге перед снеготаянием + осадки в период таяния на рыхлой пашне составили в среднем 39,01 мм. Коэффициент стока на рыхлой пашне за 14-летний период наблюдений варьировался от 0,14 в 2005 г. до 0,51 в 2011 г. и в среднем составил 0,11.

Сток талых вод наблюдался в 2004–2006, 2011 и 2013 гг., из 14-летних наблюдений 9 лет сток отсутствовал. Это связано с изменениями климата (общим потеплением, слабым и неглубоким промерзанием почв и грунта, частыми засухами и др.).

Наблюдается достоверная зависимость влагозапасов в снеге и показателей стока (рисунок 1).

Для выяснения влияния различных факторов на величину стока талых вод и смыв почвы проводились исследования по изучению изменения водно-физических показателей почв и их влиянию на поверхностный сток:

глубины промерзания, влажности верхнего слоя почвы, водопроницаемости почвы в период стока по рыхлой пашне (таблица 2).

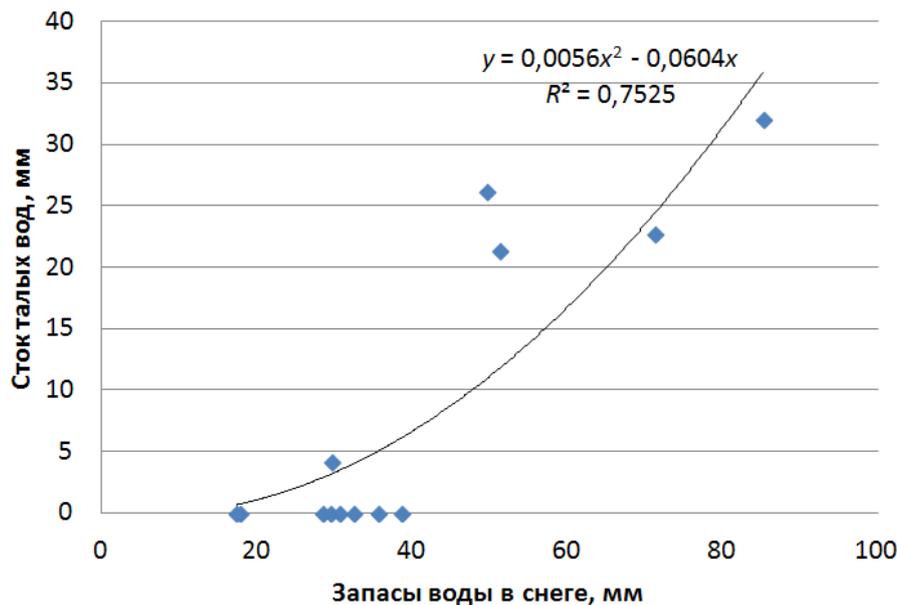


Рисунок 1 – Влияние запасов воды в снеге на величину стока талых вод по рыхлой пашне в АОЗТ «Подлужное» (2002–2015 гг.)

Таблица 2 – Влияние водно-физических свойств почвы на сток талых вод и смыв почвы с рыхлой пашни в АОЗТ «Подлужное» (2002–2015 гг.)

Год	Запас воды в снеге перед снеготаянием + осадки в период таяния, мм	Глубина промерзания почвы, см	Влажность верхнего (0–30 см) слоя почвы, %	Водопроницаемость в период стока, мм/мин	Смыв почвы, т/га
2002	32,40	32	28,10	0,751	0,0
2003	28,50	41	24,70	0,743	0,0
2004	85,20	57	33,50	0,045	22,1
2005	29,70	71	35,10	0,001	2,1
2006	71,20	32	33,70	0,009	16,7
2007	17,80	22	22,40	0,987	0,0
2008	29,50	44	27,10	0,085	0,0
2009	17,40	25	28,60	0,852	0,0
2010	28,70	34	26,50	0,546	0,0
2011	49,60	58	35,40	0,007	18,9
2012	35,70	42	26,80	0,875	0,0
2013	51,30	55	36,20	0,008	14,4
2014	38,60	27	31,30	0,587	0,0
2015	30,60	38	28,40	0,971	0,0
Среднее	39,01	44	29,84	0,400	5,3

Сток талых вод с рыхлой почвы на черноземе обыкновенном происходит не очень активно, вследствие способности рыхлой почвы впитывать большие объемы талой воды.

Из таблицы 2 видно, что средняя глубина промерзания почвы составила 44 см. Среднее значение влажности верхнего слоя почвы (0–30 см) за 14-летний период наблюдений – 29,84 %, водопроницаемость в период стока – 0,40 мм/мин. Средний смыв почвы за весь период наблюдений – 5,3 т/га. Самый интенсивный смыв почвы, составивший 22,1 т/га, наблюдался в 2005 г. Из 14-ти лет наблюдений 9 лет смыв почвы отсутствовал.

Изучение влияния запасов воды в снеге на сток талых вод по рыхлой пашне позволило установить тесную связь между запасами воды в снеге и общим, жидким и твердым стоками (объем смытой почвы).

Математическая обработка дала возможность установить тесную связь величины запасов воды в снеге со стоком и смывом почвы (рисунки 2 и 3).

Математическая обработка данных многолетних наблюдений (2002–2015 гг.) позволила получить зависимости влияния одновременно двух факторов на коэффициент стока (рисунки 4–9).

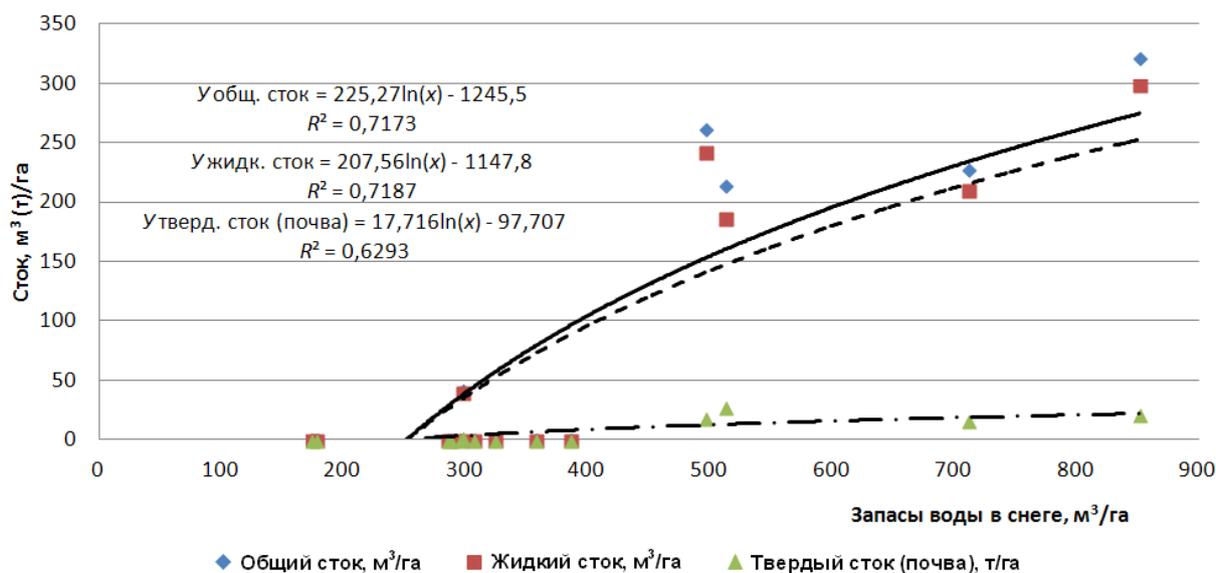


Рисунок 2 – Влияние величины запасов воды в снеге на сток по рыхлой пашне в АОЗТ «Подлужное» (2002–2015 гг.)

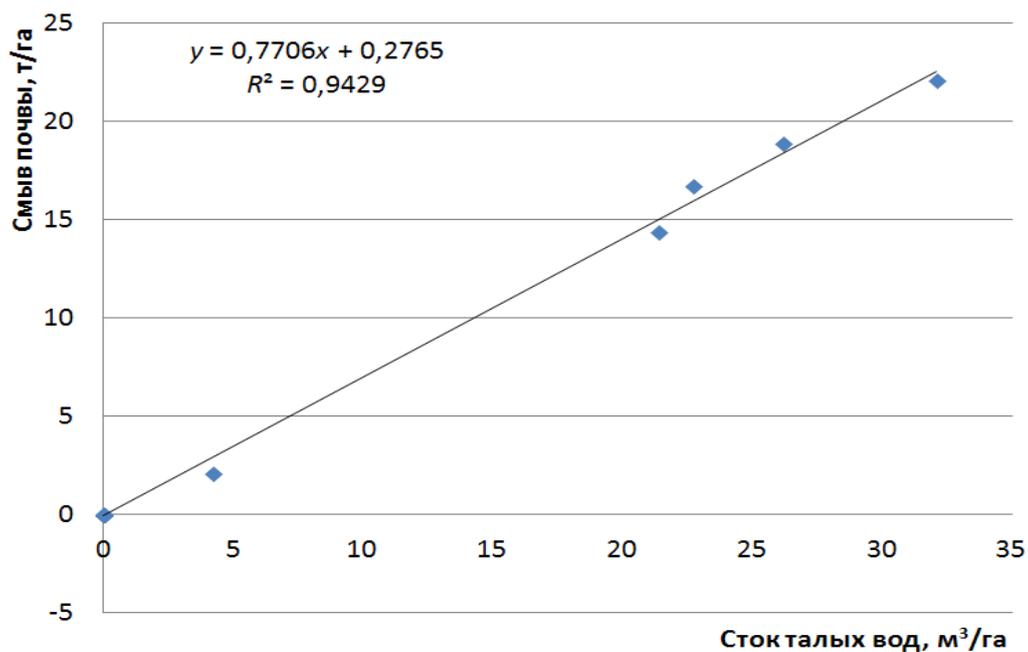


Рисунок 3 – Влияние величины стока по рыхлой пашне на смыв почвы в АОЗТ «Подлужное» (2002–2015 гг.)

$$Z = -0,3167 + 0,0048X + 0,0063Y$$

$$R^2 = 0,95$$

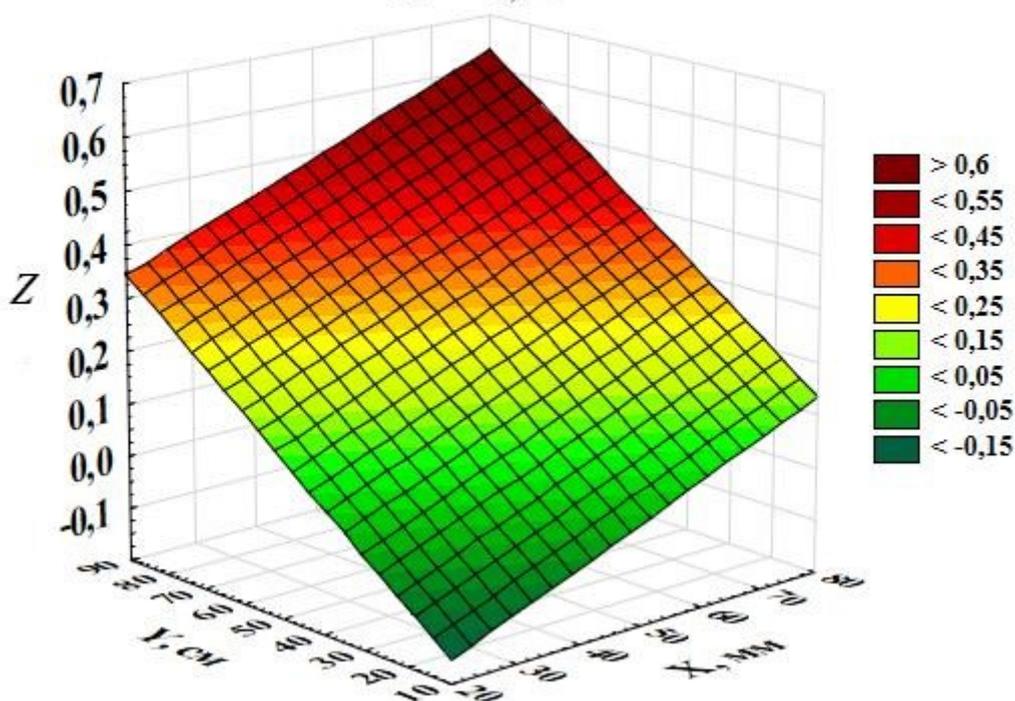


Рисунок 4 – Зависимость коэффициента стока (Z) от запасов воды в снеге перед снеготаянием + осадки в период таяния (X , мм) и глубины промерзания почвы (Y , см), рыхлая пашня в АОЗТ «Подлужное»

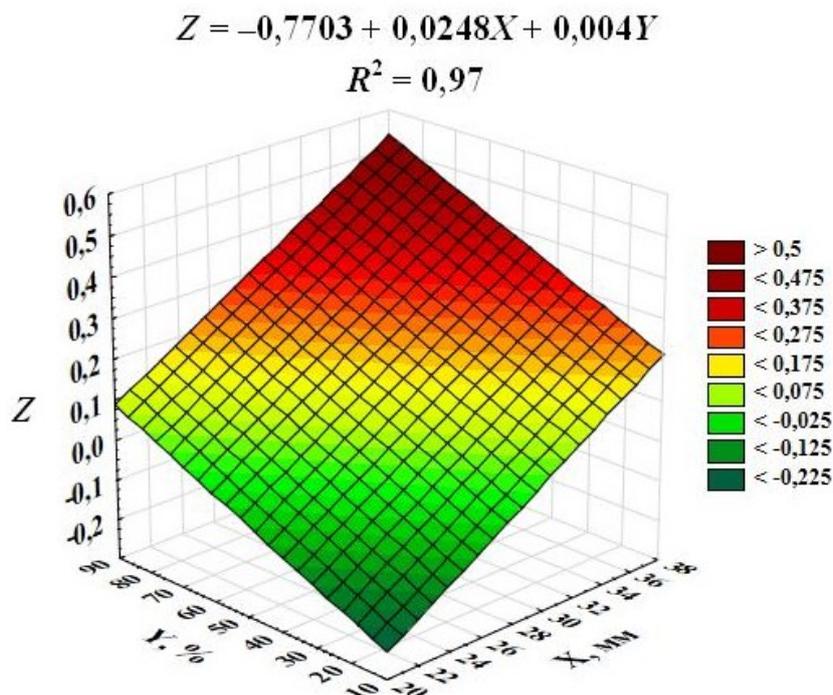


Рисунок 5 – Зависимость коэффициента стока (Z) от запасов воды в снеге перед снеготаянием + осадки в период таяния (X , мм) и влажности верхнего (0–30 см) слоя почвы (Y , %), рыхлая пашня в АОЗТ «Подлужное»

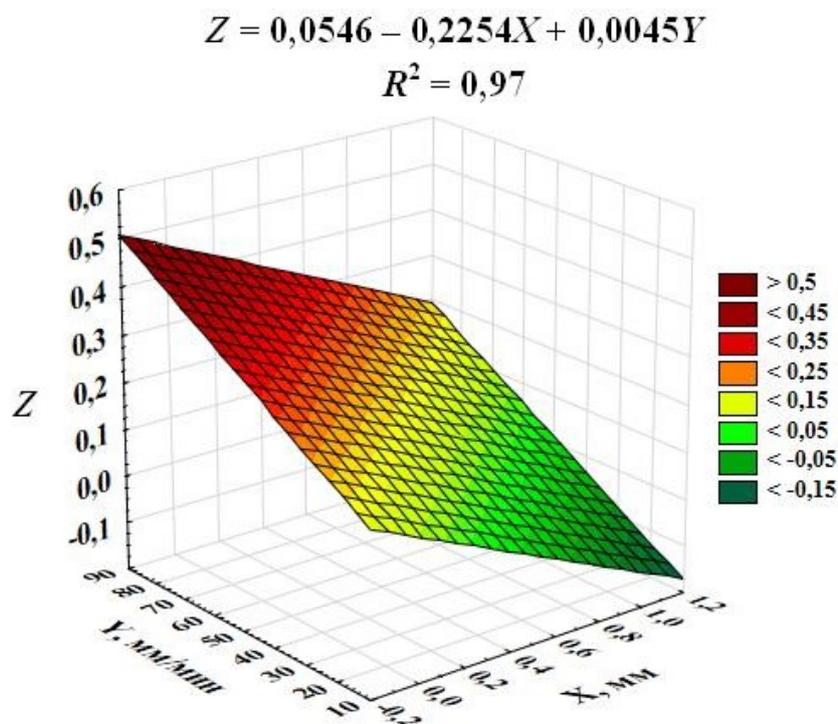


Рисунок 6 – Зависимость коэффициента стока (Z) от запасов воды в снеге перед снеготаянием + осадки в период таяния (X , мм) и водопроницаемости в период стока (Y , мм/мин), рыхлая пашня в АОЗТ «Подлужное»

$$Z = -0,9279 + 0,0334X + 0,0014Y$$
$$R^2 = 0,98$$

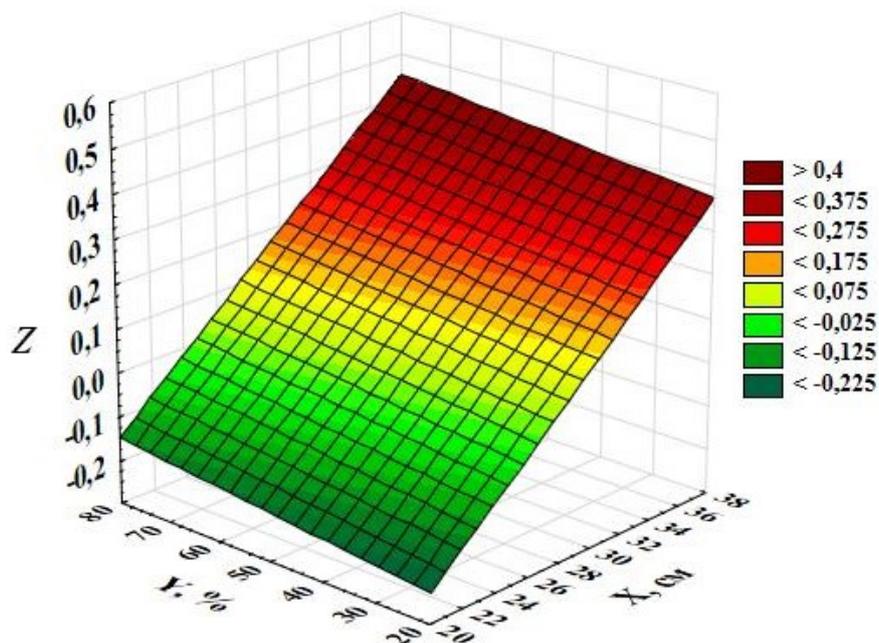


Рисунок 7 – Зависимость коэффициента стока (Z) от глубины промерзания почвы (X , см) и влажности верхнего (0–30 см) слоя почвы (Y , %), рыхлая пашня в АОЗТ «Подлужное»

$$Z = 0,2155 - 0,3273X + 0,0015Y$$
$$R^2 = 0,94$$

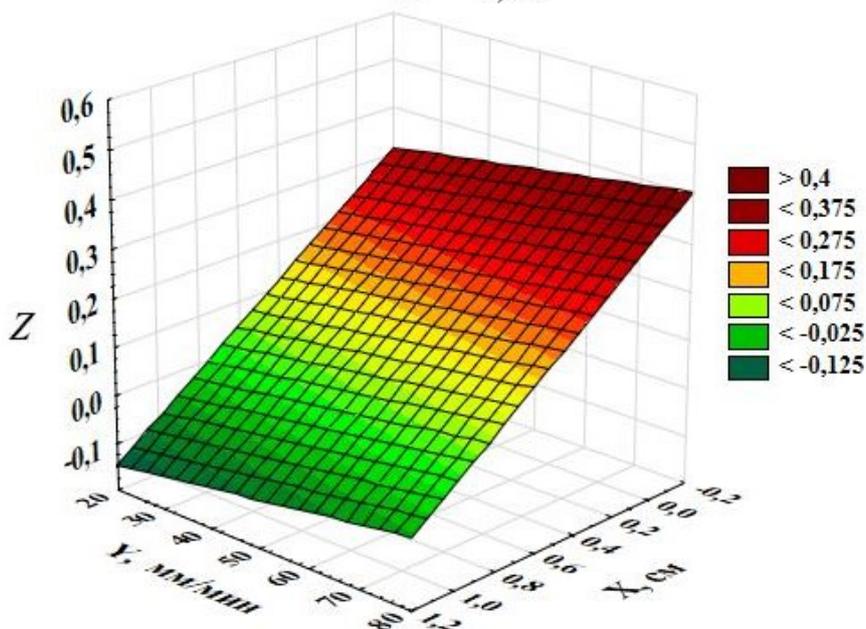


Рисунок 8 – Зависимость коэффициента стока (Z) от глубины промерзания почвы (X , см) и водопроницаемости в период стока (Y , мм/мин), рыхлая пашня в АОЗТ «Подлужное»

$$Z = -0,5405 - 0,1556X + 0,0248Y$$

$$R^2 = 0,89$$

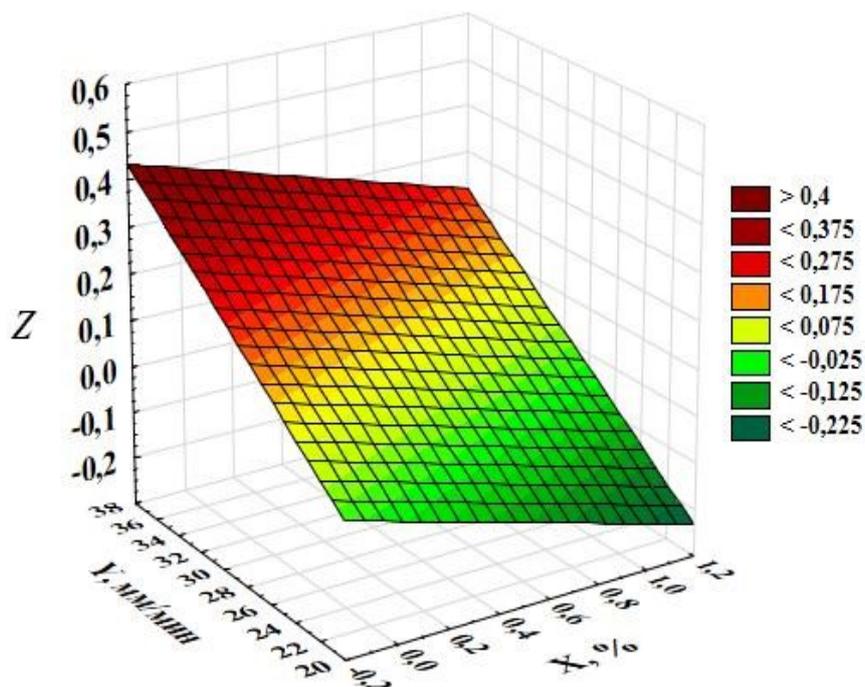


Рисунок 9 – Зависимость коэффициента стока (Z) от влажности верхнего (0–30 см) слоя почвы (X , %) и водопроницаемости в период стока (Y , мм/мин), рыхлая пашня в АОЗТ «Подлужное»

В результате математической обработки данных многолетних наблюдений был определен коэффициент детерминации R^2 . Коэффициент множественной детерминации характеризует, на сколько процентов построенная модель регрессии объясняет вариацию значений результативной переменной относительно своего среднего уровня, т. е. показывает долю общей дисперсии результативной переменной, объясненной вариацией факторных переменных, включенных в модель регрессии.

Коэффициент множественной детерминации $R^2 = 0,95$ (рисунок 4) показывает, что изменения коэффициента стока Z (зависимого признака) объяснены вариацией двухфакторных показателей (запасы воды в снеге перед снеготаянием + осадки в период таяния и глубина промерзания почвы) на 95 из 100 %. Чем ближе к 100 %, тем лучше качество математических моделей.

Коэффициент множественной детерминации $R^2 = 0,97$ (рисунок 5) показывает, что изменения коэффициента стока Z (зависимого признака) объяснены вариацией двухфакторных показателей (запасы воды в снеге перед снеготаянием + осадки в период таяния и влажность верхнего 0–30 см слоя почвы) на 97 %.

Коэффициент множественной детерминации $R^2 = 0,97$ (рисунок 6) показывает, что изменения коэффициента стока Z (зависимого признака) объяснены вариацией двухфакторных показателей (запасы воды в снеге перед снеготаянием + осадки в период таяния и водопроницаемость в период стока) на 97 %.

Коэффициент множественной детерминации $R^2 = 0,98$ (рисунок 7) показывает, что изменения коэффициента стока Z (зависимого признака) объяснены вариацией двухфакторных показателей (глубина промерзания почвы и влажность верхнего 0–30 см слоя почвы) на 97 %.

Коэффициент множественной детерминации $R^2 = 0,94$ (рисунок 8) показывает, что изменения коэффициента стока Z (зависимого признака) объяснены вариацией двухфакторных показателей (глубина промерзания почвы и водопроницаемость в период стока) на 94 %.

Коэффициент множественной детерминации $R^2 = 0,89$ (рисунок 9) показывает, что изменения коэффициента стока Z (зависимого признака) объяснены вариацией двухфакторных показателей (влажность верхнего 0–30 см слоя почвы и водопроницаемость в период стока) на 89 %.

Зависимость смыва почвы от запасов воды в снеге перед снеготаянием + осадки в период таяния и стока талых вод по рыхлой пашне приведена на рисунке 10.

Коэффициент множественной детерминации $R^2 = 0,96$ (рисунок 10) показывает, что изменения смыва почвы Z (зависимого признака) объяснены вариацией двухфакторных показателей (запасы воды в снеге перед снеготаянием + осадки в период таяния (X , мм) и сток талых вод) на 96 %.

$$Z = 2,821 + 0,9343X - 0,0948Y$$

$$R^2 = 0,96$$

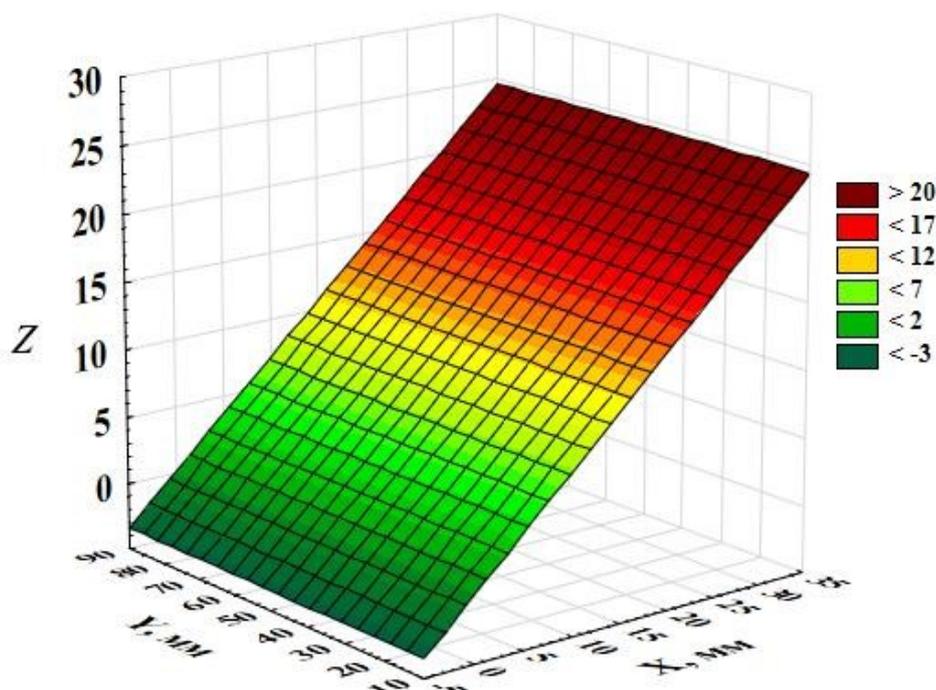


Рисунок 10 – Зависимость смыва почвы (Z , мм) от запасов воды в снеге перед снеготаянием + осадки в период таяния (X , мм) и стока талых вод (Y , мм), рыхлая пашня в АОЗТ «Подлужное»

Коэффициент множественной детерминации также называется количественной характеристикой, объясненной построенной моделью регрессии дисперсии результативной переменной. Чем больше значение коэффициента множественной детерминации, тем лучше построенная модель регрессии характеризует взаимосвязь между переменными (таблица 3).

Таблица 3 – Сводная таблица зависимостей и моделей влияния на показатели поверхностного стока талых вод с рыхлой пашни на черноземах обыкновенных в условиях Ставропольского края

№ рисунка	Зависимости и модели	Составляющие зависимостей	Достоверность аппроксимации, R^2
1	2	3	4
1	$Y = 0,0056x^2 - 0,0604x$	Влияние запасов воды в снеге на величину стока талых вод	0,7525
2	$Y = 0,7706x + 0,2765$	Влияние величины стока на смыв почвы	0,9429

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4
3	Уобщ. сток = $225,27\ln(x) - 1245,5$; Ужидк. сток = $207,56\ln(x) - 1147,8$; Утверд. сток (почва) = $17,716\ln(x) - 97,707$	Влияние величины запасов воды в снеге на сток	0,7173 0,7187 0,6293
4	$Z = -0,3167 + 0,0048X + 0,0063Y$	Зависимость коэффициента стока от запасов воды в снеге перед снеготаянием + осадки в период таяния и глубины промерзания почвы	0,95
5	$Z = -0,7703 + 0,0248X + 0,004Y$	Зависимость коэффициента стока от запасов воды в снеге перед снеготаянием + осадки в период таяния и влажности верхнего слоя почвы	0,97
6	$Z = 0,0546 - 0,2254X + 0,0045Y$	Зависимость коэффициента стока от запасов воды в снеге перед снеготаянием + осадки в период таяния и водопроницаемости в период стока	0,97
7	$Z = -0,9279 + 0,0334X + 0,0014Y$	Зависимость коэффициента стока от глубины промерзания почвы и влажности верхнего слоя почвы	0,98
8	$Z = 0,2155 - 0,3273X + 0,0015Y$	Зависимость коэффициента стока от глубины промерзания почвы и водопроницаемости в период стока	0,94
9	$Z = -0,5405 - 0,1556X + 0,0248Y$	Зависимость коэффициента стока от влажности верхнего слоя почвы и водопроницаемости в период стока	0,89
10	$Z = 2,821 + 0,9343X - 0,0948Y$	Зависимость смыва почвы от запасов воды в снеге перед снеготаянием + осадки в период таяния и стока талых вод	0,96

Все математические модели являются статистически значимыми и могут быть использованы для практического моделирования и прогнозирования.

Выводы. В результате проведенных исследований в АОЗТ «Подлужное» в период 2002–2015 гг. были получены и обобщены данные по влиянию водно-физических свойств почвы в период таяния снега

на сток талых вод и смыв почвы с рыхлой пашни, а также рассчитаны коэффициенты стока.

Исследования показали, что средний сток с рыхлой пашни составляет 7,61 мм. Количество влагозапасов в снеге за 2002–2015 гг. колеблется от 17,4 мм в 2009 г. до 85,2 мм в 2004 г. Среднее значение коэффициента стока на рыхлой пашне за 14-летний период наблюдений – 0,11. Запасы воды в снеге перед снеготаянием + осадки в период таяния на рыхлой пашне – в среднем 39,01 мм.

Средняя глубина промерзания почвы составила 44 см. Среднее значение влажности верхнего (0–30 см) слоя почвы за 14-летний период наблюдений – 29,84 %, водопроницаемость в период стока – 0,40 мм/мин. Средний смыв почвы за весь период наблюдений – 5,3 т/га. Самый интенсивный смыв почвы, составивший 22,1 т/га, был отмечен в 2005 г.

Данные за многолетний период показали, что сток талых вод наблюдался в 2004–2006, 2011 и 2013 гг., из 14-ти лет наблюдений 9 лет сток отсутствовал из-за полного впитывания воды почвой.

Если перед снеготаянием почва талая, то сток талых вод не формируется, независимо от уровня увлажнения почвы и снегозапасов. При этом создаются хорошие условия для впитывания талой воды в почву.

Коэффициент множественной детерминации R^2 всех моделей колеблется от 89 до 98 % и показывает, что чем больше значение коэффициента множественной детерминации, тем лучше построенные модели регрессии характеризуют взаимосвязь между переменными.

Система мер защиты почв от эрозии должна строиться на основе знания закономерностей эрозионно-гидрологических процессов, происходящих под влиянием природных и антропогенных факторов.

Изучение стока имеет важное как теоретическое, так и практическое значение. Установление закономерностей формирования поверхностного стока и создание моделей позволят определять различные сценарии с це-

лью оценки и прогноза стока талых вод.

Анализ многолетних исследований (за 14-летний период) закономерностей формирования поверхностного стока талых вод, определение зависимости влияния факторов на коэффициент стока и смыва почвы от запасов воды в снеге перед снеготаянием + осадки в период таяния и стока талых вод по рыхлой пашне позволят создать нормативную базу для гидрологических расчетов и прогнозирования стока.

Предупреждение или регулирование поверхностного стока может быть достигнуто путем повышения водопроницаемости почв, создания на поверхности склона противоэрозионных мезо-, микро- и наноформ рельефа, препятствующих или безопасно отводящих сток, использования растительности и других средств для перехвата части стока, рассредоточения потока воды. Составными элементами системы мелиоративных мероприятий в условиях расчлененного рельефа являются разработка систем противоэрозионных мер для управления эрозионно-гидрологическим процессом, противоэрозионная организация территории, агротехнические, лесомелиоративные, лугомелиоративные приемы и простейшие гидротехнические сооружения.

Список использованных источников

1 Комплексные исследования состояния и почвозащитные мероприятия на агроландшафтах / Е. В. Полуэктов, О. А. Игнатюк, Г. Т. Балакай, Н. И. Балакай // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации [Электронный ресурс]. – 2013. – № 4(12). – С. 67–80. – Режим доступа: http://rosniipm-sm.ru/dl_files/udb_files/udb13rec211-field6.pdf.

2 Петелько, А. И. Показатели стока талых вод за 1959–2008 годы / А. И. Петелько, А. Т. Барабанов // Природообустройство. – 2016. – № 1. – С. 78–83.

3 Балакай, Н. И. Оценка интенсивности проявления эрозии и почвозащитное действие сельскохозяйственных культур / Н. И. Балакай // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета [Электронный ресурс]. – 2011. – № 65(01). – С. 26–36. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2011/01/03>. – Шифр Информрегистра: 0421100012/0023.

4 Шевченко, Д. А. Влияние стока талых вод на водную эрозию почвы / Д. А. Шевченко, Ю. В. Сивоконь // Международный научно-исследовательский журнал. – 2015. – № 7–2(38). – С. 133–135.

5 Большая советская энциклопедия. – М.: Советская энциклопедия, 1969–1978. – Т. 24. – 527 с.

6 Безднина, С. Я. Экологические основы водопользования / С. Я. Безднина. – М.: ВНИИА, 2005. – 224 с.

7 Сурмач, Г. П. Борьба с эрозией почв на основе учета поверхностного стока / Г. П. Сурмач // Вестник сельскохозяйственной науки. – 1962. – № 8. – С. 81–90.

8 Сурмач, Г. П. Прогнозирование стока талых вод / Г. П. Сурмач, М. М. Ломакин, А. П. Шестакова // Земледелие. – 1989. – № 4. – С. 29–31.

9 Захаров, П. С. Эрозия почв и меры борьбы с ней / П. С. Захаров. – М.: Колос, 1971. – 191 с.

10 Методическое пособие и нормативные материалы для разработки адаптивно-ландшафтных систем земледелия / А. Н. Каштанов [и др.]; под общ. ред. А. Н. Каштанова, А. П. Щербакова, Г. Н. Черкасова. – Курск, 2001. – 260 с.

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

12 Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М.: Колос, 1968. – 335 с.

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

References

1 Poluektov Ye.V., Ignatyuk O.A., Balakay G.T., Balakay B.I., 2013. *Kompleksnye issledovaniya sostoyaniya i pochvozashchitnye meropriyatiya na agrolandschaftakh* [Integrated research of agrolandscape and soil-protective activities]. *Nauchnyy Zhurnal Rossiyskogo NII Problem Melioratsii* [Scientific Journal of Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems]. no. 4(12), pp. 67-80, available: http://rosniipm-sm.ru/dl_files/udb_files/udb13rec211-field6.pdf. (In Russian).

2 Petelko A.I., Barabanov A.T., 2016. *Pokazateli stoka talykh vod za 1959–2008 gody* [Indicators of melt water runoff for the 1959–2008 years]. *Prirodoobustroystvo* [Environmental Engineering]. no. 1, pp.78-83. (In Russian).

3 Balakay N.I., 2011. *Otsenka intensivnosti proyavleniya erozii i pochvozashchitnoe deystvie selskokhozyaystvennykh kultur* [Intensity estimation of erosion displaying and soil-protective action of agricultural crops]. *Politematicheskii setevoy elektronny nauchnyy zhurnal KubGAU* [Polythematic online scientific journal of Kuban State Agrarian University]. no. 65(01), pp. 26-36. available: ej.kubagro.ru/2011/01/03. Informregistr code: 0421100012/0023. (In Russian).

4 Shevchenko D.A., Sivokon Yu.V., 2015. *Vliyanie stoka talykh vod na vodnuyu eroziyu pochvy* [Influence of melt water runoff on water erosion]. *Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal* [International Research Journal]. no. 7-2(38), pp. 133-135. (In Russian).

5 *Bolschaya sovetskaya entsiklopediya 1969–1978*. [Great Soviet Encyclopedia 1969–1978]. Moscow, Sovetskaya entsiklopediya Publ., vol. 24, p. 527. (In Russian).

6 Bezdina S.Ya., 2005. *Ekologicheskie osnovy vodopolzovaniya* [Ecological bases of water]. Moscow, VNIIA Publ., 224 p. (In Russian).

7 Surmach G.P., 1962. *Borba s eroziyey pochv na osnove ucheta poverkhnostnogo stoka* [The fight against soil erosion by taking into account surface runoff]. *Vestnik selskokhozyaystvennoy nauki* [Journal of Agricultural Science]. no. 8, pp. 81-90. (In Russian).

8 Surmach G.P., Lomakin M.M., Schestakova A.P., 1989. *Prognozirovanie stoka talykh vod* [Snowmelt Runoff Forecasting]. *Zemledelie* [Farming Agriculture]. no. 4, pp. 29-31. (In Russian).

9 Zakharov P.S., 1971. *Eroziya pochv i mery borby s ney* [Soil erosion and its control]. Moscow, Kolos Publ., 191 p. (In Russian).

10 Kashtanov A.N., Shcherbakov A.P., Cherkasov G.N., 2001. *Metodicheskoe posobie i normativnye materialy dlya razrabotki adaptivno-landshaftnykh sistem zemledeliya* [Guid-

ance handbook and regulatory materials for adaptive-landscape farming systems development]. Kursk, 260 p. (In Russian).

11 *Metodicheskie rekomendatsii po uchetu poverkhnostnogo stoka i smyva pochv pri izuchenii vodnoy erozii* [Guidelines for surface runoff and soil erosion measuring by water erosion study]. Leningrad, Gidrometeoizdat Publ., 1975, 61 p. (In Russian).

12 Dospikhov B.A., 1968. *Metodika polevogo opyta* [Methods of field experience]. Moscow, Kolos Publ., 335 p. (In Russian).

13 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).

Шевченко Дмитрий Александрович

Ученая степень: кандидат сельскохозяйственных наук

Должность: доцент

Место работы: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ставропольский государственный аграрный университет»

Адрес организации: пер. Зоотехнический, 12, г. Ставрополь, Ставропольский край, Российская Федерация, 355017

E-mail: dsgeo@bk.ru

Shevchenko Dmitry Aleksandrovich

Degree: Candidate of Agricultural Sciences

Position: Associate Professor

Affiliation: Stavropol State Agrarian University

Affiliation address: lane. Zootechnical, 12, Stavropol, Stavropol edge, Russian Federation, 355017

E-mail: dsgeo@bk.ru

Балакай Георгий Трифионович

Ученая степень: доктор сельскохозяйственных наук

Ученое звание: профессор

Должность: зам. директора по науке

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

Balakay Georgy Trifonovich

Degree: Doctor of Agricultural Sciences

Title: Professor

Position: Deputy Director of Science

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