

БИОЛОГИЯ ПОЧВ

УДК 631.6.02(631.674)

*М. А. Комиссаров, И. М. Габбасова, А. В. Комиссаров, Р. Р. Сулейманов,
Р. Б. Яубасаров, Н. В. Соболев*

ВЛИЯНИЕ ОРОШЕНИЯ И ОСЕННИХ ЗАПАСОВ ВЛАГИ В ПОЧВЕ НА РАЗВИТИЕ ВОДНОЙ ЭРОЗИИ ПРИ СНЕГОТАЯНИИ

Изучено влияние орошения и осенних запасов влаги в почве на развитие водной эрозии при снеготаянии. Показано, что интенсивность снеготаяния на пашне, вспаханной под зябь, была значительно выше, чем на участках защищенных стерней, а сток талых вод наблюдался только на орошаемых вариантах почв. Содержание взвешенных наносов в талой воде с пашни было в 14 раз выше, чем в сенокосных угодьях, в их составе преобладали мелкодисперсные фракции, что способствовало большему выносу гумуса, питательных элементов и поглощенных оснований. Библиогр. 17 назв. Ил. 3. Табл. 8.

Ключевые слова: эрозия, осенние влагозапасы, снеготаяние, взвешенные наносы, склоновые земли.

EFFECT OF IRRIGATION AND FALL MOISTURE RESERVES ON THE DEVELOPMENT OF WATER EROSION DURING SNOWMELT PERIOD

*M. A. Komissarov¹, I. M. Gabbasova¹, A. V. Komissarov², R. R. Suleymanov¹, R. B. Yaubasarov²,
N. V. Sobol¹*

¹ Institute of Biology, Ufa scientific center of RAS, 69, pr. Oktyabrya, Ufa, 450054, Russian Federation; mkomissarov@list.ru, gimib@mail.ru, soils@mail.ru, nvsobol@gmail.com

² Bashkir State Agrarian University, 34, pr. 50-Letiya Oktyabrya, Ufa, 450001, Russian Federation; alek-komissaro@yandex.ru, jaubasarv-ruslan@rambler.ru

The effect of irrigation and fall moisture reserves on the development of water erosion during snowmelt has been studied. The intensity of snowmelt at the plow was observed to be significantly higher than in the areas protected by the stubble. The flow of snowmelt water was seen only on irrigated soils. The content of suspended sediment in the snowmelt water from plowed land was 14 times higher, with the prevailing easy fraction leading to a greater removal of humus, nutrients and absorbed bases from soil. The depth of soil freezing on arable- and natural grasslands after irrigation (with irrigation norm 1500 m³/ha) in the end of winter was 15 cm higher than on non-irrigated analogues. Refs 17. Figs 3. Table 8.

Keywords: erosion, fall moisture reserves, snowmelt, suspended sediments, slope lands.

М. А. Комиссаров (mkomissarov@list.ru), И. М. Габбасова (gimib@mail.ru), Р. Р. Сулейманов (soils@mail.ru), Н. В. Соболев (nvsobol@gmail.com): Институт биологии УНЦ РАН, Российская Федерация, 450054, Уфа, пр. Октября, 69; А. В. Комиссаров (alek-komissaro@yandex.ru), Р. Б. Яубасаров (jaubasarv-ruslan@rambler.ru); Башкирский государственный аграрный университет, Российская Федерация, 450001, Уфа, пр. 50-летия Октября, 34.

В материалах конференции ООН по окружающей среде и развитию (1992) отмечено, что среди видов деградации почв наибольшее распространение получили водная (56%) и ветровая (28%) эрозия почв.

В лесостепной зоне Южного Предуралья наиболее распространена водная эрозия почв. Площадь эродированных сельскохозяйственных угодий в Республике Башкортостан составляет около 64%. Площадь эродированных пахотных почв, гумусовый горизонт которых смыт до 30% составляет более 3 млн га. Кроме этого, имеется еще около 1 млн га пашни, эродированной в средней и сильной степени со смытым гумусовым горизонтом на 30% и более [1].

Среди негативных последствий для сельского хозяйства водная эрозия продолжает занимать одно из первых мест. Помимо непосредственной потери плодородного слоя почвы, в результате эрозионных процессов со стоком талой воды смываются семена, удобрения, гербициды, пестициды и другие химические вещества, применяемые в сельском хозяйстве, и вместе со сносимой почвой попадают в пруды, реки и водохранилища [2]. Все это приводит к экологической нагрузке на водный объект и его обитателей. Нередко после снеготаяния снижается качество воды в водоемах, происходит их заиление и эвтрофикация [3].

Как известно, основной вклад в развитие водной эрозии вносит весеннее снеготаяние. Величина этого стока зависит от комплекса агроклиматических факторов, таких как: запасы воды в снеге, осенние влагозапасы в почве, водно-физические свойства почвы, крутизна склона и его экспозиция, интенсивность снеготаяния, температура воздуха и почвы, солнечная активность, характер выпадающих осадков, глубина оттаивания и промерзания почвы, степень ее защищенности растительностью.

Изучением водной эрозии почв и агроэкологических факторов, вызывающих ее, занимались многие ученые прошлого столетия, среди них В. В. Докучаев [4], П. А. Костычев [5], С. С. Соболев [6] и др. В Южном Предуралье эта проблема рассматривалась в фундаментальных работах С. С. Соболева [7], Г. Н. Лысака [8], Г. П. Сурмача [9] и других исследователей. В настоящее время сети постов и станций по изучению водно-эрозионных процессов в Поволжье и РФ практически не существует. В регионе влияние процессов весеннего снеготаяния на развитие водной эрозии в зависимости от различных агроэкологических условий ранее не изучалось.

Целью настоящей работы было исследование влияния орошения и осенних запасов влаги в почве на развитие эрозионных процессов при снеготаянии на пашне и естественных сенокосах, расположенных на пологих склонах.

Объекты и методы исследования

Исследования проводили в 2010–2011 гг. на стоковых площадках, на территории водно-балансовой станции (ВБС) управления по мониторингу мелиорируемых земель ФГУ «Башмелиоводхоз», расположенной в Южном Предуралье. Для определения апрометрических характеристик стоковых площадок была выполнена топографическая съемка М 1 : 100 в международной системе координат (WGS-84) и Балтийской системе высот с сечением горизонталей 0,1 м (рис. 1).

На стоковых площадках 1 и 2 выращивался картофель, осенью была проведена отвальная вспашка на глубину 30 см. На площадках 3 и 4 после укоса многолетних трав была оставлена стерня высотой около 10 см. Орошение картофеля и многолет-

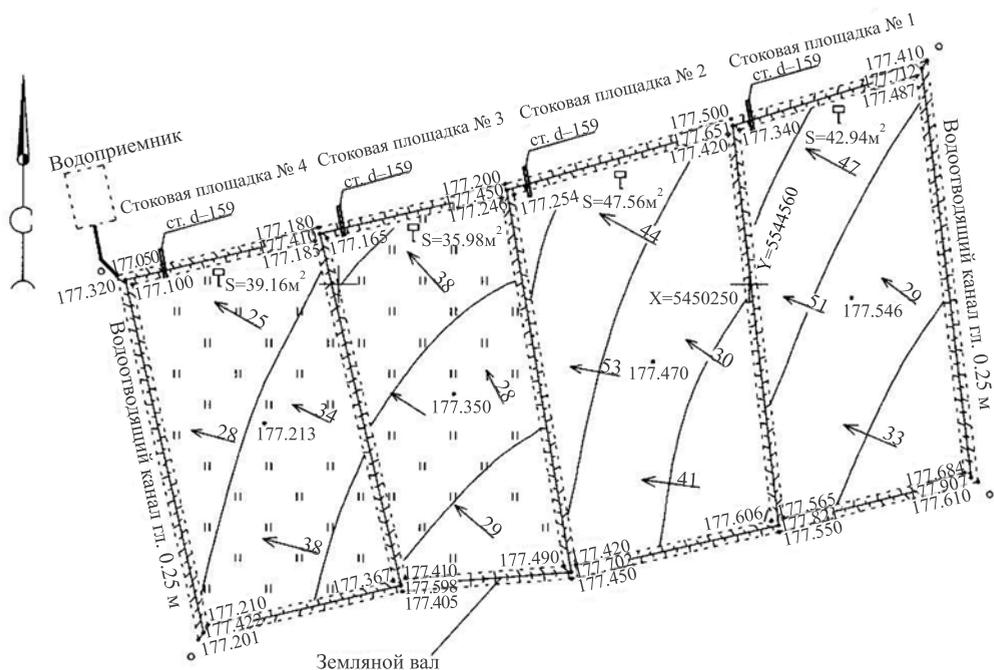


Рис. 1. Топографический план стоковых площадок

них трав на площадках 2 и 3 производили с использованием мобильного дождевального комплекса КИ-5 с интенсивностью дождя 0,17–0,25 мм/мин и оросительной нормой 1500 м³/га по 3 полива.

На склоне сформирован агрочернозем глинисто-иллювиальный средневщелоченный, легкоглинистый, слабоэродированный. Он характеризуется средней мощностью гумусово-аккумулятивного горизонта (AU + AUBI = 60 см), средним содержанием гумуса (8,73 ± 0,35%), слабокислой реакцией среды. Эта почва обладает отличным агрегатным состоянием (коэффициент структурности — 1,6) и высокой водопрочностью структуры (82,4), удовлетворительной для пахотного слоя порозностью (52,5%), наилучшей водопроницаемостью: 2,27 мм/мин за 6 ч на вспаханном участке и 2,05 мм/мин — на стерневом (в летний среднеувлажненный период).

В почвах площадок определяли осенние и весенние запасы влаги [10]. Высоту снежного покрова измеряли переносной снегомерной рейкой, а плотность — снегомером-плотномером. Глубину промерзания почвы определяли при помощи мерзлотомера Данилина, водопроницаемость — методом цилиндров. Основные метеорологические данные (температура и влажность воздуха, осадки, атмосферное давление, солнечная радиация, скорость и направление ветра) получали с помощью автоматизированной климатической станции, а также в расчетах использовались данные регулярных метеорологических наблюдений на ВБС. В нижних частях стоковых площадок установлены стальные водосливные трубы. Смыв почвы (содержание взвешенных частиц) определяли по мутности воды [9]. Замеры расходов воды и отбор проб на мутность проводили в течение всего периода стока (5 дней) через каждые 3 ч с 9:00 до 21:00. В ночное время наблюдения не велись, так как в это время температура воздуха была преимущественно отрицательной и сток отсутствовал.

Погодные условия года исследований были соизмеримы со средними многолетними значениями (табл. 1).

Таблица 1. Метеорологические условия зимнего периода 2010–2011 гг.

Показатели	Год	Ноябрь	Декабрь	Январь	Февраль	Март	Апрель
Ср. сут. темп. воздуха, °С	2010–2011	0,3	–9,0	–13,7	–18,6	–6,7	5,5
	Норма	–4,7	–11,1	–14,6	–13,2	–6,2	5,5
Осадки, мм	2010–2011	64,0	71,5	21,8	29,4	41,7	51,5
	Норма	49,0	45,0	38,0	32,0	27,0	29,0

Водно-физические и агрохимические свойства почв и твердой части стока определяли общепринятыми методами [10, 11]. Результаты анализов обрабатывались статистически [12, 13] с помощью программы Excel и Statistica 4.5 for Windows.

Результаты исследований и их обсуждение

Осенние запасы влаги в полуметровом слое почвы на стоковых площадках, где проводилось орошение, были на уровне наименьшей влагоемкости ($HВ = 160 \pm 4,01$ мм). На неорошаемых аналогах эти значения были существенно ниже ($t_{\phi} = 42,8 - 43,5$; $t_{кр} = 2,1$; $p \leq 0,01$), в среднем на 30 мм ($300 \text{ м}^3/\text{га}$). Это способствовало и большей глубине промерзания почвы (на 14–15 см) как на пашне, вспаханной под зябь ($t_{\phi} = 11,8$; $t_{кр} = 4,6$; $p \leq 0,01$), так и защищенной стерней ($t_{\phi} = 11,6$; $t_{кр} = 4,6$; $p \leq 0,01$) (табл. 2).

Таблица 2. Факторы и показатели водной эрозии при снеготаянии на стоковых площадках

Показатели	Стоковые площадки №			
	Пашня		Стерня	
	1	2	3	4
Осенние запасы влаги в почве (0–50 см), мм ($n = 10$)	$122 \pm 3,02$	$155 \pm 2,01$	$153 \pm 1,74$	$125 \pm 2,95$
Максимальное промерзание, см ($n = 3$)	$38 \pm 1,5$	$52 \pm 1,5$	$55 \pm 1,5$	$40 \pm 2,0$
Слой стока, мм	0	112	14	6
Твердый сток, кг/га	0	98	7	3
Коэффициент стока	0	0,56	0,08	0,03

Примечание. 1–4 — номера стоковых площадок. То же для табл. 4–6.

Эти данные хорошо согласуются с исследованиями, проведенными в условиях Западной Сибири [14], в которых показано, что при наличии свободной влаги выше наименьшей влагоемкости в осенний период в почве образуется льдистый экран, препятствующий миграции талых вод в глубь профиля черноземов. Вместе с тем максимальная глубина промерзания на пашне была несколько меньше при обоих уровнях осеннего увлажнения. Очевидно, это обусловлено меньшей плотностью, лучшей порозностью (табл. 3) и структурой (табл. 4), несмотря на то что орошение привело к некоторому ухудшению этих показателей.

Таблица 3. Структурно-агрегатный состав почв на стоковых площадках (слой 0–10 см)

Варианты	Содержание фракций, % размер, мм								Коэфф. структурности	Коэфф. водопрочности
	> 10	10–7	7–5	5–3	3–1	1–0,5	0,5–0,25	<0,25		
Зябь без орошения	<u>9,57</u> –	<u>9,17</u> 2,64	<u>11,27</u> 9,80	<u>23,46</u> 12,48	<u>24,77</u> 22,82	<u>16,78</u> 18,52	<u>3,54</u> 12,32	<u>1,44</u> 21,42	8,08	0,80
Зябь с орошением	<u>4,21</u> –	<u>4,11</u> 2,30	<u>6,38</u> 16,40	<u>14,90</u> 14,14	<u>24,20</u> 16,24	<u>26,55</u> 9,54	<u>11,50</u> 7,46	<u>8,15</u> 33,20	4,72	0,72
Стерня без орошения	<u>9,42</u> –	<u>10,33</u> 3,20	<u>10,42</u> 4,50	<u>16,94</u> 12,32	<u>22,83</u> 27,56	<u>21,92</u> 18,62	<u>5,43</u> 13,7	<u>2,72</u> 20,10	7,24	0,82
Стерня с орошением	<u>13,45</u> –	<u>12,76</u> 4,34	<u>9,97</u> 8,54	<u>16,35</u> 9,56	<u>20,04</u> 22,06	<u>19,04</u> 19,34	<u>5,38</u> 17,08	<u>3,02</u> 19,08	7,09	0,83

Примечание. В числителе — сухое, в знаменателе — мокрое просеивание.

Таблица 4. Физические свойства почв на стоковых площадках

Глубина взятия пробы, см	Плотность, г/см ³								Пористость, %			
	Сложения				Твердой фазы							
	Стоковые площадки				Стоковые площадки				Стоковые площадки			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
0–10	0,98	1,02	1,13	1,09	2,41	2,47	2,46	2,40	59,38	58,79	54,11	54,46
10–20	0,98	1,05	1,17	1,21	2,43	2,44	2,45	2,43	59,84	57,09	52,08	50,16

Максимальные запасы воды в снеге наблюдались 25 марта (табл. 5) и на пашне были существенно выше (порядка 10 мм или 100 м³/га), чем на стерневом участке ($t_f = 15,0$; $t_{кр} = 3,17$; $p < 0,01$). Очевидно, это связано с наличием небольших бугорков и волнистостью поверхности, повышающих ее шероховатость.

В период установления устойчивого снежного покрова (обычно в ноябре) первый снег аккумулировался и погребался в микроложбинах, повторяя волнистую форму. На участках со стерней снег также задерживался, но ложился более равномерно. Следует отметить, что снег на пашне в первый месяц после его установления имел большую плотность, по сравнению со стерневым участком — $0,21 \pm 0,01$ и $0,19 \pm 0,01$ г/см³ соответственно. Это происходит, по всей видимости, из-за темной поверхности пашни, где в дневное время снег сильнее подтаивает и более резкие циклы оттаивания-промерзания приводят к его слеживанию. К началу снеготаяния плотность снега на всех участках выравнивалась. Как видно из табл. 5, на стерневом участке снег таял медленнее. Так, с 25 марта по 6 апреля 2011 г. интенсивность снеготаяния на пашне составляла в среднем $2,5 \pm 0,09$ мм/сут, а на стерне многолетних трав — $0,2 \pm 0,01$ мм/сут, в последующие дни снег таял быстрее — по $18,5 \pm 0,08$ и $15,1 \pm 0,08$ мм/сут соответственно. Различия в запасах воды в снеге во все дни наблюдений оказались достоверными.

В случае, если почва сильно промерзла [15], сток талой воды на пологих склонах начинается только при достижении среднесуточной температуры воздуха +4 °С, тогда как интенсивная водоотдача из снега начинается при ее переходе через ноль. На опытном участке переход через ноль градусов пришелся на 3 апреля, впервые

Таблица 5. Изменение апрометрических характеристик снега на стоковых площадках ($n=6$; $t_{кр}=3,17$; $p \leq 0,01$)

Дата	Показатели	Стоковые площадки				t_{ϕ}
		Пашня		Стерня		
		1	2	3	4	
25.03*	Средняя высота, см	70,5 ± 2,40	71,2 ± 1,55	66,5 ± 1,43	67,1 ± 1,92	8,5
	Средняя плотность, г/см ³	0,28 ± 0,01	0,28 ± 0,01	0,28 ± 0,01	0,28 ± 0,01	–
	Запасы воды в снеге, мм	196,9 ± 1,20	198,8 ± 0,78	185,7 ± 0,72	187,3 ± 0,97	15,0
06.04	Средняя высота, см	56,7 ± 1,42	60,9 ± 1,24	64,2 ± 1,21	65,7 ± 1,02	4,8
	Средняя плотность, г/см ³	0,29 ± 0,01	0,29 ± 0,01	0,29 ± 0,01	0,29 ± 0,01	–
	Запасы воды в снеге, мм	165,9 ± 0,72	173,9 ± 0,63	183,3 ± 0,61	187,6 ± 0,52	6,3
12.04	Средняя высота, см	17,1 ± 0,21	17,6 ± 0,17	25,7 ± 0,52	27,9 ± 0,38	14,8
	Средняя плотность, г/см ³	0,34 ± 0,01	0,34 ± 0,01	0,34 ± 0,01	0,34 ± 0,01	–
	Запасы воды в снеге, мм	58,5 ± 0,11	60,2 ± 0,09	88,0 ± 0,27	95,5 ± 0,20	11,7

* Исследования проводились в 2011 г. То же для табл. 6.

до +4 °С воздух прогрелся 4 апреля (рис. 2), но заметный сток появился только через неделю на участках с более высокими осенними влагозапасами, причем на защищенном стерней участке он был существенно ниже (табл. 6). На площадках с естественным увлажнением сток отсутствовал. Это обусловлено рядом причин. При нескольких больших запасах воды в снеге на пашне происходило постепенное просачивание талой воды сквозь снежную толщу и ее накопление на поверхности льдистого экрана. Сток воды начался за двое суток до образования первых проталин, причем в этот период он был наиболее интенсивным, но максимальная концентрация взвешенных наносов в воде наблюдалась в последние дни снеготаяния. При осенних запасах влаги в почвах с естественным увлажнением на 20–25% ниже НВ, меньшей глубине промерзания почвы и самой высокой водопроницаемости (рис. 3) очень незначительный сток наблюдался только на стерневом участке. Выявленные закономерности формирования весеннего склонового стока согласуются со сформулированным

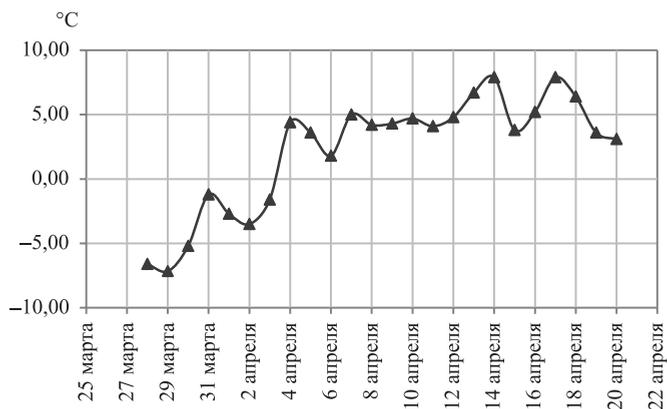


Рис. 2. Среднесуточная температура воздуха в период снеготаяния (март–апрель 2011 г.)

Таблица 6. Динамика стока на площадках

Дата	Время наблюдения	Расход талых вод, мл/с				Объем жидкого, л, и (твердого стока, г) за сутки				Площадь проективного покрытия снегом, %			
		<i>Стоковые площадки</i>											
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
10.04	9:00	0	19	0	0								
	12:00	0	32	0	0								
	15:00	0	62	8	1	0	2312 (103)	263 (6)	22 (1)	100	100	100	100
	18:00	0	68	14	1								
	21:00	0	41	1	2								
11.04	9:00	0	0	0	0								
	12:00	0	0	0	2								
	15:00	0	71	17	1	0	1349 (75)	277 (6)	24 (1)	100	100	100	100
	18:00	0	41	7	2								
	21:00	0	12	1	1								
12.04	9:00	0	0	0	0								
	12:00	0	0	0	0								
	15:00	0	17	3	2	0	379 (27)	151 (7)	33 (1)	95	85	98	100
	18:00	0	17	10	1								
	21:00	0	3	1	0								
13.04	9:00	0	0	0	0								
	12:00	0	0	0	2								
	15:00	0	0	0	1	0	0	0	14 (1)	85	15	40	98
	18:00	0	0	0	1								
	21:00	0	0	0	0								
14.04	9:00	0	0	0	1								
	12:00	0	0	0	4								
	15:00	0	0	0	10	0	0	0	152 (3)	15	0	0	70
	18:00	0	0	0	1								
	21:00	0	0	0	0								
15.04		0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	25
16.04		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

А. Т. Барабановым [16] законом лимитирующих факторов поверхностного стока талых вод, который заключается в том, что при некотором (лимитирующем) значении одного из факторов (снегозапасы, глубина промерзания или влажность почвы) сток не формируется независимо от уровня других. Вместе с тем сток может отсутствовать независимо от уровня осеннего увлажнения, если почва промерзла до глубины не более 30–50 см [17]. В наших исследованиях сток отсутствовал или был очень незначительным при глубине промерзания 38–40 см на фоне пониженного осеннего содержания влаги в почве.

Самый высокий сток наблюдался на увлажненной пашне, а при естественном увлажнении поверхностный сток перешел во внутрипочвенный. Как отмечал П. А. Костычев [5], большой коэффициент стока приводит не только к смыву почвы,

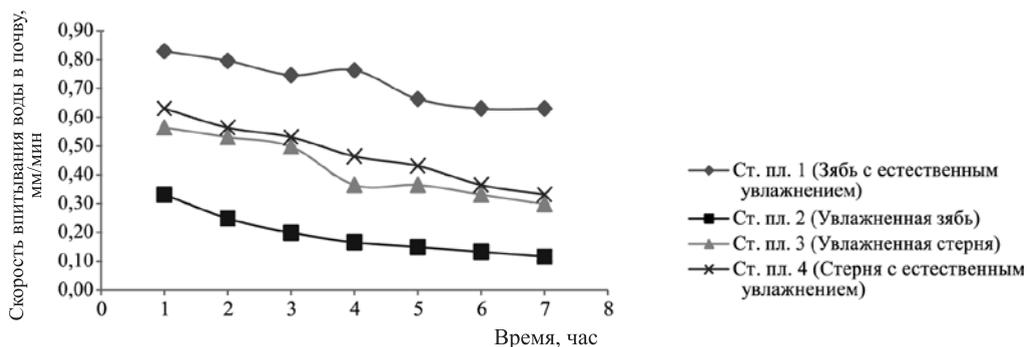


Рис. 3. Водопроницаемость почвы в период снеготаяния на стоковых площадках (12 апреля 2011 г.)

но и недополучению талой влаги почвой, а уменьшение зимнего запаса влаги всего на 4% может в сухое лето понизить урожай вдвое.

Общее содержание взвешенных наносов в талой воде на пашне было в 14 раз больше, чем в сенокосных угодьях, и их концентрация составила 0,875 кг в 1 м³ стока против 0,5 кг/м³ в обоих вариантах стерневого участка.

В гранулометрическом составе наносов (табл. 7) преобладала физическая глина, но в стоке со стерневого участка ее содержание было несколько ниже, чем с пашни за счет уменьшения доли ила и мелкой пыли и увеличения содержания среднего песка. Это отразилось и на агрохимических свойствах наносов (табл. 8). В наносах с пашни наблюдалось самое высокое содержание гумуса, валового фосфора и щелочногидролизуемого азота. Повышенный вынос поглощенных оснований из почвы пашни способствовал некоторому снижению ее кислотности. В составе смытого материала с обоих участков, защищенных стерней, содержание гумуса в отличие от пашни было ниже, чем в почве склона, но питательные вещества вымывались также более интенсивно потоком талых вод. Существенных различий в зависимости от степени осенней увлажненности почвы этих вариантов не наблюдалось.

Таблица 7. Гранулометрический состав смытого материала

Удельная масса, г/см ³	ГВ, %	Размер фракции, мм; их содержание, %						Сумма частиц размером	
		1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	<0,001	>0,01	<0,01
<i>Наносы пашня (увлажненная)</i>									
2,49	5,32	2	10	28	15	21	24	40	60
<i>Наносы стерня (увлажненная)</i>									
2,46	4,52	2	18	27	17	17	19	47	53
<i>Наносы стерня (с естественным увлажнением)</i>									
2,47	4,74	2	17	25	15	21	20	44	56

Таблица 8. Агрохимические свойства смытого материала и почв стоковых площадок

Место отбора проб	Гумус, %	рН		Ca ²⁺	Mg ²⁺	P ₂ O ₅ подв.	P ₂ O ₅ вал.	Азот, щел.
		H ₂ O	KCl	мг-экв/100 г		мг/100 г		мг/кг
Зябь увл.	9,14 ± 0,35	6,7 ± 0,15	5,9 ± 0,16	41 ± 1,2	8 ± 0,25	5,2 ± 0,08	345,9 ± 10,1	224 ± 7,2
Стерня увл.	6,55 ± 0,21	6,4 ± 0,17	5,7 ± 0,09	36 ± 1,7	7 ± 0,23	10,2 ± 0,14	245,2 ± 12,4	214 ± 6,5
Стерня ест. увл.	6,89 ± 0,15	6,5 ± 0,19	5,5 ± 0,15	35 ± 1,9	8 ± 0,25	12,1 ± 0,12	265,2 ± 4,2	225 ± 7,7
Зябь А пах (0–20)	8,75 ± 0,23	6,2 ± 0,14	5,4 ± 0,12	35 ± 1,3	12 ± 0,31	6,7 ± 0,20	225,7 ± 5,7	175 ± 8,2
Стерня А пах (0–20)	8,73 ± 0,45	5,9 ± 0,15	5,1 ± 0,14	29 ± 1,0	13 ± 0,37	6,9 ± 0,17	219,4 ± 3,7	168 ± 8,4

Выводы

Изучение влияния различных агроэкологических условий на развитие эрозионных процессов на пологом склоне в период весеннего снеготаяния показало, что объем и состав стока при прочих равных условиях зависят в основном от глубины промерзания почвы и ее защищенности растительностью.

На стоковых площадках, почвенный покров которых представлен агрочерноземом глинисто-иллювиальным средневыщелоченным легкоглинистым слабоэродированным, выявлено, что глубина промерзания почвы на пашне после орошения картофеля и естественного сенокоса нормой 1500 м³/га оказалась на 15 см больше по сравнению с неорошаемыми аналогами. При этом осенние запасы влаги на орошаемых площадках были близки к наименьшей влагоемкости, тогда как при естественном увлажнении они были ниже на 20–25%.

Сток талых вод наблюдался только на орошаемых участках, причем интенсивность снеготаяния на пашне, вспаханной под зябь, была значительно выше, чем на сенокосе. Содержание взвешенных наносов в талой воде с пашни оказалось в 14 раз выше, чем в сенокосных угодьях, в их составе преобладали мелкодисперсные фракции, что способствовало большему выносу гумуса, питательных элементов и поглощенных оснований.

Литература

1. Хабиров И. К. Почвенные ресурсы РБ: регулирование плодородия на основе адаптивно-ландшафтного земледелия // Проблемы и перспективы развития агропромышленного производства РБ. Уфа, 2000. С. 71–94.
2. Muthanna T. M., Thorolfsson S. T., Viklander M., Blecken G. Snowmelt pollutant removal in bioretention areas // Water research. 2007. Vol. 18, N 18. P. 4061–4072.
3. Sayer C. D., Roberts N. Establishing realistic restoration targets for nutrient-enriched shallow lakes: linking diatom ecology and palaeoecology at the Attenborough ponds, U.K. // Hydrobiologia. 2001. Vol. 448, N 1–3. P. 117–142.
4. Докучаев В. В. Наши степи прежде и теперь. М.: Сельхозгиз, 1936. 117 с.
5. Костычев П. А. К вопросу об обработке черноземных почв // Сельское хозяйство и лесоводство. СПб., 1891. 303 с.
6. Соболев С. С. Развитие эрозионных процессов на территории европейской части СССР и борьба с ними. М.; Л., 1948. 305 с.
7. Соболев С. С. К изучению ветровой эрозии почв в Башкирии // Сборник рефератов географического отделения АН СССР. М., 1945. С. 18–26.

8. Лысак Г. Н. Защита почв от эрозии на Южном Урале. Ульяновск, 1988. 87 с.
9. Сурмач Г. П. Водная эрозия и борьба с ней. Л.: Гидрометеоздат, 1976. 256 с.
10. Вадюнина А. Ф., Корчагина З. Л. Методы исследования физических свойств почвы. М.: Агропромиздат, 1986. 416 с.
11. Аринушкина Е. В. Руководство по химическому анализу почв. М.: Изд-во МГУ, 1970. 448 с.
12. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1979. 416 с.
13. Дмитриев Е. А. Математическая статистика в почвоведении. М.: МГУ, 1995. 319 с.
14. Танасиенко А. А., Чумбаев А. С. Условия формирования льдистого экрана в эродированных черноземах Западной Сибири // Почвоведение. 2010. № 4. С. 450–460.
15. Стационарные исследования эрозии почв при снеготаянии в центральном Нечерноземье / Литвин Л. Ф., Голосов В. Н., Добровольская Н. Г., Иванова Н. Н., Кирюхина З. П., Краснов С. Ф. // Эрозия почв и русловые процессы / науч. ред. Р. С. Чалов. М.: Изд-во Моск. ун-та. 1997. Вып. 11. С. 53–72.
16. Барабанов А. Т. Агроресомелиорация в почвозащитном земледелии. Волгоград. 1993. 153 с.
17. Барабанов А. Т., Балычев Р. Д., Смирнов Р. Е. Регулирование стока талых вод путем воздействия на снегоотложение и характер промерзания почв // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2012. № 1. С. 10–13.

Статья поступила в редакцию 3 апреля 2014 г.

Сведения об авторах

Комиссаров Михаил Александрович — кандидат биологических наук
Габбасова Илюся Масгутовна — доктор биологических наук, профессор
Комиссаров Александр Владиславович — кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
Сулейманов Руслан Римович — доктор биологических наук
Яубасаров Руслан Борисович — аспирант
Соболь Наталья Владимировна — аспирант

Komissarov Mikhail A. — Ph.D.
Gabbasova Ilyusya M. — Doctor of Biological Science, Professor
Komissarov Aleksandr V. — Ph.D., Associate professor
Suleymanov Ruslan R. — Doctor of Biological Science
Yaubasarov Ruslan B. — postgraduate student
Sobol Nataliya V. — postgraduate student