

© 2016 г. Н.С. ЕВСЕЕВА, З.Н. КВАСНИКОВА, М.А. КАШИРО,  
А.С. БАТМАНОВА, В.В. АЛЕЕВ

## СМЫВ ПОЧВЫ ТАЛЫМИ СНЕГОВЫМИ ВОДАМИ НА СКЛОНАХ (ПО МАТЕРИАЛАМ СТАЦИОНАРНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ В ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ)

*ФГАОУ ВО “Национальный исследовательский Томский  
государственный университет”, Россия  
e-mail: geography@ggf.tsu.ru; zojkw@rambler.ru*

### Введение

Эрозия почв на сельскохозяйственных угодьях – один из наиболее активных процессов рельефообразования и опасных видов деградации почв, приводящий к их разрушению и утрате плодородия, а также к загрязнению окружающей среды. Г.А. Ларионов указывает, что в научном сообществе все больше утверждается сознание, что эрозия почв – важнейший фактор экологической опасности, вследствие чего в нашей стране и за рубежом ведутся активные исследования этого процесса [1].

Большинство исследований эрозии почв проводится в европейской части России. В Западной Сибири изучение эрозионных процессов началось в 60-е годы XX в. в зонах степи и лесостепи – это работы А.Д. Орлова, А.Н. Каштанова, А.Ф. Путилина, В.Е. Мусохранова, А.А. Танасиенко, В.П. Герасименко и др. По данным [2, 3], смыв почв стоком талых снеговых вод в лесостепной зоне (Бийско-Чумышская возвышенность, Предсалаирье, Приобское плато) у темно-серых лесных суглинистых почв и черноземов изменяется от 0.64 до 7.36 т/га по отвальной зяби – до 0.04–0.16 т/га по многолетним травам. А.А. Танасиенко для вышеперечисленных регионов оценивает “...ежегодное отчуждение твердой фазы темно-серых лесных и черноземных почв в пределах 620–19500 кг/га (в зависимости от снежности гидрологического года)” [4, с. 105]. В агроландшафтах подтайги и южной тайги этот процесс изучен слабо, в том числе и для Томской области. Согласно изданному в 1980 г. районированию Западной Сибири по степени и видам проявления эрозионных процессов, вынос почв с пашни вследствие смыва и дефляции достигает 5–10 т/га.

Авторами статьи представлены результаты полевых наблюдений за смывом почв на пашне талыми снеговыми водами за 1988–2014 гг. на ключевом участке “Лучаново” в пределах Томь-Яйского междуречья (рис. 1).

**Объект исследования** – ключевой участок “Лучаново” площадью более 50 га, расположен в 20 км юго-восточнее г. Томска. В геоморфологическом отношении междуречье приурочено к озерно-аллювиальной равнине ранне-среднеоплейстоценового возраста, на которой развиты серые лесные, светло-серые и темно-серые лесные, дерново-подзолистые и др. почвы. Площадь Томь-Яйского междуречья в пределах Томской области более 4.5 тыс. км<sup>2</sup>. Это один из наиболее возвышенных и освоенных человеком участков данной территории: абс. высоты здесь достигают 200–270 м, относительные варьируют от первых метров до 80–100 м. Горизонтальное расчленение рельефа значительно и достигает 2–2.5 км/км<sup>2</sup>; основу его составляют балки – до 2.1 км/км<sup>2</sup> [5]. Крутизна склонов на пашне междуречья изменяется от 0–1 до 9°, местами более [6]. С поверхности междуречья перекрыто плащом нерасчлененных покровных суглинков позднеоплейстоцен-голоценового возраста, в гранулометрическом составе преобладает пылеватая фракция (до 88%), суглинки карбонатные (до 6–7%), быстро размокают в воде (2–120 мин.). Мощностные покровные отложения, являющиеся почвообразующими породами, 1–12 м [7]. Климат территории континентально-циклонический. По данным наблюдений (с 1875 г.) метеостанции Томск, для



Рис. 1. Положение исследуемого района на территории Томь-Яйского междуречья  
1 – ключевой участок

особенно от давности ее распашки. На Томь-Яйском междуречье первые пашни появились в 1605 г. в районе г. Томска, а в начале XVII в. русские переселенцы освоили для земледелия бассейны рек Ушайки, Басандайки, Киргизки, Сосновки и др. Во второй половине XVII в. появились поселения на берегах р. Яи. Наиболее интенсивно распашивались земли в середине XX в. Относительная распашанность исследуемой территории около 60%.

Оценка интенсивности эрозии почв и масштабов ее проявления на изучаемой территории предпринималась рядом исследователей. З.И. Ястремской [10] определен смыл почв в период весеннего снеготаяния: он составил – от 20 до 70 м<sup>3</sup>/га. В. Каличкин, Н. Округин [11] установили, что смыл почвы тальми и дождевыми водами на пашне достигает 50 т/га, а ежегодные потери гумуса – 0.6–1.7 т/га. Авторами данной статьи проведено изучение эрозии почв на Томь-Яйском междуречье в пределах Лучановского ключевого участка площадью около 8 га.

### Методика исследования

С целью оценки эрозионно-аккумулятивных процессов на склонах пашни ключевого участка “Лучаново” выполнены следующие виды работ: построены план участка в м-бе 1:500 с сечениями рельефа через 0.5 м, гипсометрическая карта и карты крутизны земной поверхности на основе цифровой модели рельефа в м-бе 1:500. По опорным профилям ежегодно проводятся площадные ландшафтно-маршрутные снегосъемки (замеры толщины снега через 5–20 м), рассчитываются влагозапасы в снеге, с помощью поплавка и секундомера измеряются скорости воды в неруловых потоках на склонах, отбираются пробы воды на мутность, определяются глубина промерзания и оттаивания почв, производится отбор проб почв и делювия на гранулометрический, химический состав, определяются размеры конусов выноса и мощность отложений делювия. После завершения снеготаяния ежегодно проводится тщательный обмер водороев (через 1–10 м в зависимости от морфологии временного русла) и в случае уменьшения крутизны склонов определяются площади зон транзита и аккумуляции наносов, замер мощности делювия. Полевые наблюдения показали, что часто аккумуляция делювия на склонах происходит и при отступании толщии снега от плакоров вниз по склонам, так как вначале снег сходит с повышенных участков пашни. На ключевом участке также проведена почвенная съемка, заложены почвенно-геоморфологические профили.

осадков характерна межгодовая изменчивость: от 301 до 865 мм при средней величине 591 мм. В холодный период выпадает до 34% от их общего количества за год, снег удерживается на территории от 176 до 182 суток. Средняя декадная высота снежного покрова по данным столетних наблюдений составляет 34–62 см, а максимальная – 70–90 см. Глубина промерзания почв достигает 2 м. Запасы воды в снеге по метеостанции Томск – 100–130 мм, а сток талых – 80 мм [8].

Х.Х. Беннет [9] отмечал, что интенсивность проявления эрозии почв зависит от степени распаханности территории, а

## Результаты исследования

При изучении эрозии почв среди факторов ее развития многие исследователи отмечают важную роль рельефа, в том числе и микрорельефа [12]. Наши 25-летние наблюдения также показывают, что микрорельеф пашни оказывает большое влияние на распространение эрозионных процессов. Микрорельефом пахотных угодий мы, вслед за Д.А. Тимофеевым [13], называем мелкие формы рельефа – неровности земной поверхности, обусловленные в основном экзогенными процессами, с колебаниями высот не более нескольких метров.

Микрорельеф южного склона Лучановского участка довольно сложен: здесь выделяется два водосбора – ложбины и потяжины. Длина ложбины 250 м, площадь водосбора около 5 га, глубина ее в устье 3–5 м, вершина – округлое понижение глубиной 0.5–1.0 м (рис. 2). Левый борт ложбины более крутой – до 9–12°, но чаще 3–7°, правый борт более пологий, плавно сочленяющийся с водораздельным пространством, ширина его до 110 м. Склоны ложбины прямые или слабо выпуклые. Водосбор потяжины – линейной формы, глубиной до 0.5–0.8 м с плавным сочленением склонов с водоразделами, не выравнивается при распашке и бороновании. Водосбор потяжины –

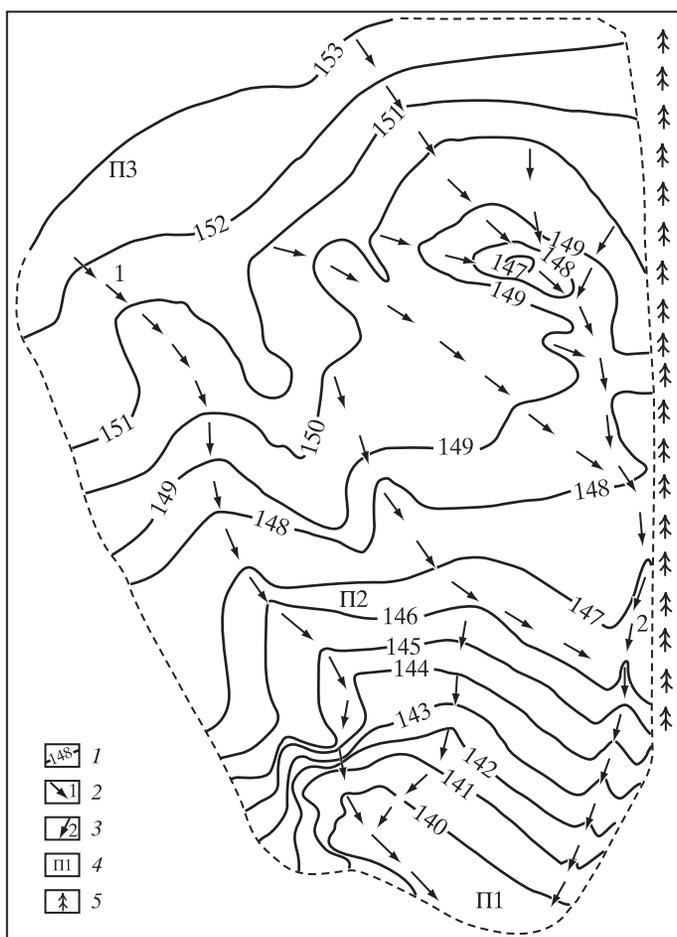


Рис. 2. Микрорельеф склона южной экспозиции Лучановского ключевого участка  
1 – горизонталы (м); тальвеги: 2 – ложбины, 3 – потяжины; 4 – места отбора проб;  
5 – лесополоса

сочетание элементарных склонов разной крутизны (от 1–2 до 10–13°). Наибольшая доля площади приходится на склоны крутизной 1–5°, преобладают склоны южных экспозиций [6]. Важная особенность водосбора потяжины площадью около 3 га – наличие залесенной суффозионно-просадочной депрессии в верховьях и лесополосы, оконтуривающей водосбор с востока. Глубина депрессии до 3 м. Продольный профиль потяжины ступенчатый. Ежегодно в депрессии и у лесополосы накапливаются сугробы высотой до 221 см.

Нанорельеф пашни связан в основном с обработкой почвы (зябь, грубая зябь, пашня со стерней, многолетними травами и др.). В пределах Лучановского участка в агропроизводство вовлечены в основном серые лесные суглинистые почвы, в суффозионно-просадочных депрессиях – светло-серые лесные глееватые и глеевые почвы. Распахиваемые почвы относятся к распыленным, т.к. содержание пылевой фракции в них колеблется от 31 до 75%. Содержание водопрочных агрегатов более 1 мм не превышает 5–6%, а гумуса – от 1.4 до 6.25%. Пахотный слой после обработки быстро уплотняется: в пределах исследуемого района до 1.25–1.30 г/см<sup>3</sup>, у целинных серых лесных почв эта величина изменяется от 0.85 до 0.94 г/см<sup>3</sup> [14, 15]. Уплотнение почвы ведет к снижению общей порозности и водопроницаемости пахотного слоя. Водопроницаемость серых лесных почв в среднем за 6 часов составляет 0.28–3.88 мм/мин, у светло-серых лесных – 0.26–1.03 мм/мин [6], что обусловлено неравномерным уплотнением почвы при обработке пашни сельскохозяйственной техникой.

Почвы Лучановского участка, помимо распыленности, эрозиоопасны и по другому показателю: согласно Х.Х. Беннету [9], почвы, богатые полуторными окислами и имеющие отношение SiO<sub>2</sub> : R<sub>2</sub>O<sub>3</sub> меньше 2, мало податливы к эрозии. Наши расчеты показали, что в почвах Лучановского участка, как и всего Томь-Яйского междуречья, соотношение SiO<sub>2</sub> : R<sub>2</sub>O<sub>3</sub> больше 2 и изменяется от 4 до 6.2 у дерново-подзолистых, у светло-серых лесных – от 3.7 до 5.8, а у темно-серых и серых лесных почв – от 3.2 до 4.8 [6].

Интенсивность развития эрозии почв при стоке талых вод в основном зависит от предвесенних снегозапасов, глубины промерзания и оттаивания почв в период снеготаяния, продолжительности и интенсивности таяния снега. Снежный покров в исследуемом регионе образуется ежегодно, основные его характеристики приведены в табл. 1 и на рис. 3.

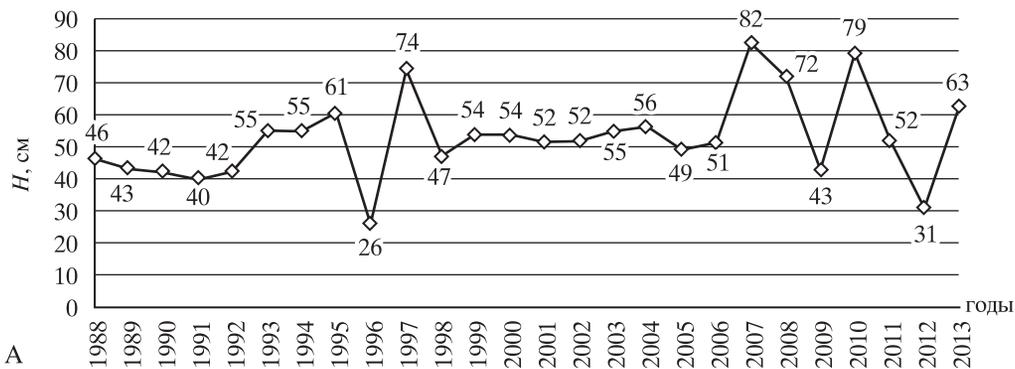
За 25-летний период наблюдений примерно в 60% случаев отмечались зимы по высоте снега и влагозапасам превышающие среднеголетние значения, малоснежными были зимы 1996 и 2012 гг., многоснежными – 1997, 2007 и 2010 гг. [17]. Среднеквадратическая ошибка расчетов средних многолетних значений высоты и влагозапаса изменяется от 4 до 13%. Плотность снега также различается (табл. 1), но на южном наветренном склоне местами достигает 0.31–0.35 г/см<sup>3</sup> (2013 г.). Коэффициент вариации плотности снежного покрова во всех урочищах незначителен и колеблется от 0.07 до 0.11.

Таблица 1

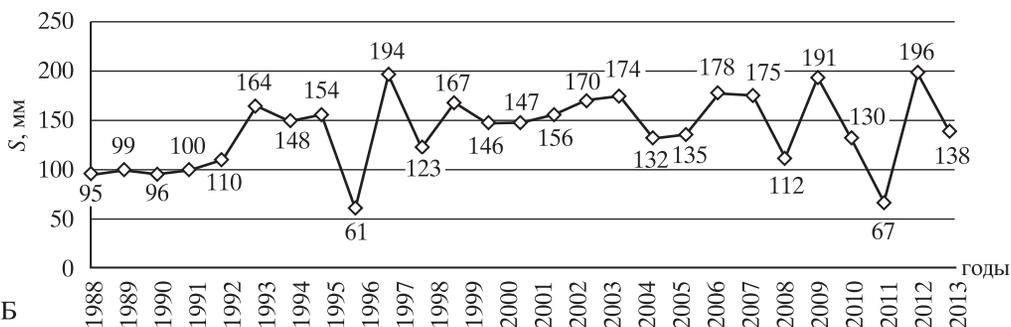
**Основные характеристики снежного покрова в водосборах  
ложбины и потяжины за 1988–2014 гг. [16]**

Водосборы	Высота снежного покрова, см				Плотность, г/см <sup>3</sup>				Влагозапасы (W), мм			
	x	C <sub>v</sub>	max	min	x	C <sub>v</sub>	max	min	W <sub>x</sub>	C <sub>v</sub>	W <sub>min</sub>	W <sub>max</sub>
Потяжины	53	0.24	82	26	0.27	0.11	0.35	0.22	140	0.25	196	61
Ложбины	38	0.36	67	18	0.27	0.8	0.35	0.22	100	0.31	161	53

Примечание: x – среднее значение, max – максимальное значение, min – минимальное значение, C<sub>v</sub> – коэффициент вариации.



А



Б

Рис. 3. Колебания средней высоты снежного покрова (А) и влагозапасов (Б) на южном склоне пашни Лучановского ключевого участка

В шурфах снега на пашне почти ежегодно отмечались ледяные прослойки (1–5 шт.) мощностью от первых миллиметров до 7 см. Наибольшее количество ледяных прослоек за все годы наблюдений зафиксировано зимой 2012–2013 г. При расчете влагозапасов наличие ледяных прослоек учитывалось, т.к. они снижают водопроницаемость, но повышают коэффициент стока. В период снеготаяния отмечались мокрый снег и дожди: например, с 3 марта по 1 апреля 2012 г. выпало 37 мм жидких осадков. Как правило, это дожди небольшой интенсивности, они впитываются в снег; на проталинах в случае ливня и оттаивания почв на 1–3 см развивается капельная эрозия: происходит разбрызгивание почв.

Почвы исследуемого региона относятся к длительно сезоннопромерзающим [18]. Глубина промерзания почв на пашне за годы наблюдений изменялась в целом от первых сантиметров до более 2 м, т.е. характерна большая вариабельность, поскольку глубина промерзания зависит от зонального прихода тепла, высоты снежного покрова, растительности, генетической принадлежности почв, ее механического состава и др. Вследствие деятельности ветра в отдельные годы (1990, 1991, 1996, 2012 гг. и др.) наветренные участки склонов в марте бывают без снега, и в таком случае они промерзают до 2 м и более, а под толщей снега 100–200 см – лишь до 0.2 м. В целом в четырех из девяти лет почва промерзает на глубину 111–130 см [6].

В настоящее время наблюдения за температурным режимом почв проводятся на новом уровне с использованием разработанных в ИМКЭС СО РАН (Томск) “Автоматических измерителей температуры почв (АИТП)” до глубины 240 см с интервалом 1 час в течение всего года [18]. Установлено, что почва промерзает быстро и сезонная мерзлота сохраняется 5–6 месяцев. Оттаивание серых лесных почв

**Крутизна склонов, скорости течения воды в микроруслах  
и их эрозионная опасность**

Крутизна склонов, град.	Скорости течения воды в микроруслах (натурные наблюдения), Томская область, м/с	Расчетные скорости течения воды в микроруслах, Кировская область [20], м/с	Степень эрозионной опасности [20]
0–1	0.01–0.3	0.2–0.28	Незначительная От слабой до выше средней
1–3	0.2–0.7	0.38–0.53	
3–5	0.3–1.06	0.67	Большая
5–7	0.4–1.25	0.82	Очень большая
11	0.8–1.55	1.06	Чрезмерная

идет медленно (20–30 дней) и начинается с верхних горизонтов после схода снежного покрова.

Для весны исследуемого района характерна неустойчивая погода, возвраты холодов. Снеготаяние происходит чаще всего при смешанном адвективно-радиационном и адвективном типе погоды и лишь в 11% случаев – при радиационном. Длительность снеготаяния изменяется от 5–18 дней (1997, 2012 гг. и др.) до 56 дней (2002 г.). Интенсивность снеготаяния, рассчитанная по методу температурных коэффициентов В.Д. Комарова (1955), изменяется в среднем от 5.4–8 мм/сут, максимальная достигает 55–88.6 мм/сут [6, 19]. Полевые наблюдения показывают, что таяние сугробов запаздывает на 5–30 дней. В отдельные годы сугробы сохраняются до первой декады мая, например, в 1992, 1993, 2002, 2010 гг.

Сток талых вод, происходящий в основном в последнюю декаду марта, первую и вторую половину апреля приводит к образованию сети нерусловых потоков на склонах. Количество их зависит от интенсивности снеготаяния, экспозиции, длины, крутизны склона, состояния агрофона, наличия лесополос и др. За годы наблюдений на водосборе ложбины формировалось от 4 до 42 (2001 г.) струйчатых размывов. Наибольшее их количество образуется на зяби. В водосборе потяжины количество нерусловых потоков практически постоянное – до 4–6.

В целом размеры микрорусел, производящих эрозию в оттаявшем слое почвы мощностью до 30–50 см, варьируют в больших пределах: длина их изменяется от 10–15 до 240–300 м, глубина – от долей сантиметра до 10–15 см (до 31 см в водосборе потяжины); ширина – от 7–10 до 80 см. Скорости воды в микроруслах на зяби в разные периоды снеготаяния на склонах разной крутизны существенно различаются (табл. 2). Наши наблюдения за скоростями воды в микропотоках хорошо коррелируют с данными А.Ф. Тимофеева [20], рассчитавшего скорости стока воды и их эрозионную опасность (табл. 2). Расходы воды в микроруслах изменяются от 0.1–0.3 до 27 л/с. Продольный профиль микрорусел на склонах 0.5–3° выровненный, на склонах 3–5° и более – часто порожистый. Высота порогов изменяется от 5–10 до 40–50 см.

Мутность воды в микроруслах – один из показателей эрозионной работы потоков. За период наблюдений мутность воды в потоках изменялась от 0.14–0.8 до 3.9 г/л по стерне и от 3.18 до 66.4 г/л по зяби. Механический состав донных наносов микрорусел представлен в табл. 3.

Анализ исследований показал, что наибольший смыв почв наблюдается в ложбине, когда водосбор ее примерно на 50–60% освобождается от снега. В водосборе потяжины он запаздывает на 5–30 дней, где максимальный смыв происходит при интенсивном таянии сугробов при положительных среднесуточных и высоких дневных температурах (до +10–20 °С) воздуха за 1–3 дня. В сугробах накапливаются большие запасы воды: по данным наших снегосъемок и расчетов Р.В. Кнауба [19] они достигают 350–710 мм. Таяние сугробов вызывает в водосборе образование потяжин и промоин длиной до 100 м, глубиной до 0.8 м.

**Механический состав почвы и донных наносов в микроруслах (средние значения)**

Фракции, мм	Содержание, %	
	Почва (мощность до 30 см) [6]	Донные наносы
1–0.25	от 0.72 до 1.34	4.67
0.25–0.05	от 18.24 до 30.64	18.9
0.05–0.01	от 30.96 до 48.0	36.78
0.01–0.005	от 6.40 до 11.2	7.75
0.005–0.001	от 10.64 до 13.92	19.68
Меньше 0.001	от 9.68 до 19.0	10.4

Таблица 4

**Интенсивность плоскостной эрозии почв в водосборах ложбины и потяжины за 1989–2014 гг.**

Интенсивность развития плоскостной эрозии [21]	Водосбор ложбины, площадь 5 га		Водосбор потяжины, площадь около 3 га	
	годы	%	годы	%
Весьма опасный процесс, 10–15 м <sup>3</sup> /га × год	1991, 1992, 2000, 2005	16	1991, 1992, 1997, 1998, 1999, 2003, 2004, 2007, 2009–2012	48
Опасный процесс, 5–10 м <sup>3</sup> /га × год	1996, 2007, 2012	12	1989, 1990, 1995, 2000, 2001, 2005, 2006, 2013, 2014	36
Умеренно опасный, 2–5 м <sup>3</sup> /га × год	1989, 1990, 1993, 1997, 1998, 1999, 2001, 2003, 2004, 2006, 2008, 2009–2011, 2013	60	1994, 1996	8
Незначительный, менее 2 м <sup>3</sup> /га × год	1994, 1995, 2014	12	2008	8

Обмер водорин в пределах изучаемых водосборов ложбины и потяжины проводился ежегодно и показал, что интенсивность эрозии почв в них различается (табл. 4). Для примера выбраны годы наблюдений, когда агрофон водосборов был практически одинаков. Более интенсивный смыв почв в водосборе потяжины связан с накоплением и таянием сугробов у лесополосы. В целом минимальный смыв почв на склонах наблюдается в случае глубокой осенней вспашки поперек склона; при наличии стерни злаковых; на склонах со скошенным, но не убраным льном; при наличии посевов многолетних трав, образующих густую дернину. Значительный и сильный смыв почв происходит по боронованной зяби вдоль склона, особенно на склонах южной экспозиции.

Длина, крутизна, форма склонов оказывают влияние на распределение наносов. В водосборе ложбины, где склоны преимущественно прямые, делювий в основном аккумулируется на днище в низовьях ложбины, где ежегодно образуются конусы выноса. Длина их достигает 40–62 м, площадь – до 333 м<sup>2</sup> (2004 г.), минимальная площадь – 1.5 м<sup>2</sup> (2014 г.). Мощность делювия в конусах выноса изменяется от первых миллиметров до 15 см, при средних значениях 1–4.5 см. Объемы конусов, формирующихся в низовьях, достигают 61.2 м<sup>3</sup>. Гранулометрический состав конусов выноса в основном представлен песком мелким – до 37% и пылью – до 42%, значительно содержание ила – до 16%. В делювии отмечается горизонтальная слоистость, мощность гумусированных и более светлоокрашенных прослоек составляет 1–2 мм.

В водосборе потяжины картина иная: в верховьях ее на склонах крутизной 3–5° происходит в основном размыв и вынос почвенных частиц. В средней части водосбора, где крутизна склонов уменьшается до 1–3°, формируется зона транзита и аккумуляции

**Изменение мощности гумусового горизонта и содержания гумуса  
в серых лесных почвах по контрольным почвенным разрезам**

Разрез	Почва	Мощность гумусового горизонта, см			Содержание гумуса, %	
		1989 г.	2001 г.	2011 г.	1989 г.	2011 г.
П-3 – вершинная поверхность (плакор)	Серая лесная	45	44	39–42	6.53	5.5
П-2 – верхняя часть склона на левобережье ложбины	Серая лесная сильно эродированная	17	12	5–6	3.73	1.5–2.8
П-1 – днище ложбины в ее низовьях на краю поля	Серая лесная намытая	63	97	до 132	4.52	5.9

наносов – “поле аккумуляции”. Площадь его достигает 1600 м<sup>2</sup>, а мощность делювия – до 14 см. В нижней части водосбора крутизна склона увеличивается до 10–13°. Здесь вновь происходит интенсивный размыв почв. Наблюдаемая скорость потока воды в размыве – 1.25 м/с. В результате с поверхности пашни водосбора потяжины смывается до 56 м<sup>3</sup>/га почвы (2011, 2012 гг.). Конус выноса водосбора потяжины формируется на нижней залуженной части склона с высоким травостоем (до 1.5 м), вследствие чего точно определить его параметры не представляется возможным. Мощность делювия достигает 7–10 см.

Смывтая почва с водосборов не достигает русла р. Басандайки, так как часть ее отлагается в пределах склонов, а большая часть аккумулируется у подножия склонов на выровненной поверхности второй надпойменной террасы р. Басандайки. Ширина террасы достигает 2 км.

Использование метода почвенно-геоморфологических профилей также подтвердило наличие эрозионных процессов. В водосборе ложбины заложено более 10 почвенных разрезов (в том числе 3 контрольных). За 23 года мощность гумусового горизонта на плакоре уменьшилась на 3–6 см, содержание гумуса на 1.03%. Такое снижение мощности горизонта и содержания гумуса в основном связано с естественными процессами деградации гумусового горизонта при сельскохозяйственном использовании. На склонах происходит смыв почв тальми и ливневыми водами, а на наветренных склонах местами проявляется дефляция, что отражается в значительном снижении мощности гумусового горизонта (на 11–12 см). Содержание гумуса в почве контрольных разрезов на склоне левобережья ложбины (П-2) за 1989–2011 гг. уменьшилось с 3.73 до 1.5–2.8% (т.е. на 20–40%) (рис. 2, табл. 5). В результате на левобережье ложбины в агропроизводство вовлечен горизонт А<sub>2</sub>В, местами вскрывается карбонатный горизонт, который на плакорах (П-3) залегает на глубине более 80 см [22].

В депрессиях рельефа различного генезиса происходит аккумуляция делювия. Так, на днище исследуемой ложбины с 1989 г. по 2011 г. (П-1) накопился слой делювия мощностью до 69 см (табл. 5). Средняя скорость седиментации делювия – до 3 см/год. Наши наблюдения показали, что в пределах водосбора ложбины за 1989–2011 гг. доля слабозеродированных почв увеличилась более чем в 1.5 раза, значительно увеличилась доля намытых почв [22]. В кедровом лесу, расположенном в пределах ключевого участка на склоне южной экспозиции, изменений в мощности гумусового горизонта не произошло.

### Выводы

25-летние наблюдения за смывом почв на пашне юго-востока южной тайги и подтайги Западно-Сибирской равнины показывают, что согласно СНИП 22-01-95 (Геофизика опасных природных воздействий) [21], здесь развивается плоскостная эрозия

от 2–5 м<sup>3</sup>/га (умеренно опасный процесс) до 10–15 м<sup>3</sup>/га (весьма опасный процесс). Местами со склонов крутизной 5–11° по боронованной пашне выносятся до 81 м<sup>3</sup>/га почв за время одного снеготаяния (2011 г.). Наблюдается изменчивость стока воды и смыва почв на склонах во время снеготаяния от года к году, что обусловлено сложным взаимодействием метеорологических условий снеготаяния, состояния почвы, глубины ее оттаивания, изменчивости в распределении снежного покрова (больше снега накапливается у кромок леса, лесополос и в депрессиях рельефа), агрофоном, микро- и нанорельефом пашни.

Наши наблюдения показывают, что метод водорои (при обмере на ключевых участках через 1–10 м) с дополнением данных наблюдения за мутностью воды на склонах разной крутизны и почвенно-геоморфологических профилей позволяют выделить зоны с различной интенсивностью эрозии и получить достаточно репрезентативный результат. Полученные результаты хорошо коррелируют с данными по смыву серых лесных почв в Среднем Поволжье, где по зяби на склонах крутизной от 2 до 8° смывается от 1.6 до 9.8 т/га почвы [23].

В результате эрозионных процессов на пашне происходит деградация почв: вынос гумуса тальми снеговыми водами достигает 0.4–1.7 т/га [6]. Наши наблюдения показывают, что в пределах водосборов ложбин на распаханых склонах подтайги юго-востока Западной Сибири происходит значительный смыв почв, достигающий местами 50–80 м<sup>3</sup>/га, но чаще в пределах 5–10 м<sup>3</sup>/га. Поэтому ареалы сильно- и среднесмытых почв часто имеют вид полос, расположенных вдоль ложбин и потяжин стока.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ларионов Г.А. Эрозия и дефляция почв: основные закономерности и количественные оценки. М.: Изд-во МГУ, 1993. 200 с.
2. Орлов А.Д. Поверхностный сток талых вод и смыв почв в лесостепной зоне Западной Сибири // Эродированные почвы Сибири и пути повышения их производительности. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1977. С. 23–49.
3. Орлов А.Д., Путилин А.Ф., Уваров В.М., Танасиенко А.А. Особенности поверхностного стока талых вод и смыва почв в Западной Сибири при затяжной весне // Эрозионные процессы в Сибири. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1978. С. 66–78.
4. Танасиенко А.А. Специфика эрозии почв в Сибири. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2003. 176 с.
5. Евсеева Н.С., Плеханова Е.Б. Рельеф Томь-Яйского междуречья // Вопросы географии Сибири. 1993. Вып. 19. С. 85–88.
6. Евсеева Н.С. Современный морфолитогенез юго-востока Западно-Сибирской равнины. Томск: Изд-во НТЛ, 2009. 484 с.
7. Строкова Л.А. Состав и свойства покровных отложений Томского Приобья // Обский вестник. 1999. № 1–2. С. 122–127.
8. Бураков Д.А. Гидрологический анализ весеннего половодья в лесной зоне Западно-Сибирской равнины // Вопросы географии Сибири. 1978. Вып. 10. С. 69–89.
9. Беннет Х.Х. Основы охраны почв. М.: Иностран. лит., 1958. 411 с.
10. Ястремская З.И. Особенности развития эрозионных процессов в Томской области // Вопросы географии Сибири. 1980. Вып. 13. С. 50–53.
11. Каличкин В., Округин Н. Как вспашешь, так и пожнешь... // Красное Знамя. 1988. 4 марта.
12. Голосов В.Н. Эрозионно-аккумулятивные процессы в речных бассейнах освоенных равнин. М.: ГЕОС, 2006. 296 с.
13. Тимофеев Д.А. Терминология флювиальной геоморфологии. М.: Наука, 1981. 267 с.
14. Аникеева С.А. Антропогенная трансформация пахотных почв подтайги Притомья // Ноосферные изменения в почвенном покрове. Владивосток: Изд-во Дальневосточного ун-та, 2007. С. 135–137.
15. Хмелев В.А., Панфилов В.П., Дюкарев А.Г. Генезис и физические свойства текстурно-дифференцированных почв. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1988. 127 с.
16. Петров А.И., Евсеева Н.С. Динамика основных характеристик снежного покрова на юго-востоке Томской области в эпоху глобального изменения климата // Климатология и гляциология Сибири / Мат-лы междунар. науч.-практ. конф. Томск: ТомГУ, 2012. С. 212–213.

17. *Петров А.И., Евсеева Н.С., Каширо М.А.* Динамика характеристик снежного покрова в ландшафтах Томь-Яйского междуречья // Вестн. ТомГУ. 2013. № 371. С. 183–188.
18. *Дюкарев А.Г., Пологова Н.Н., Дюкарев Е.Г.* Температурный режим глубоко оподзоленных почв Томь-Яйского междуречья // Современные проблемы генезиса, географии и картографии почв / Мат-лы V Всерос. междунар. конф. Томск: ООО “Кони-М”, 2011. С. 35–38.
19. *Кнауб Р.В.* Географический анализ факторов поверхностного смыва и оценка современной эрозии на пахотных землях Томь-Яйского междуречья (в пределах Томской области): Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. Томск: Томский госуниверситет, 2006. 19 с.
20. *Тимофеев А.Ф.* Особенности защиты почв от водной эрозии в Нечерноземной зоне // Земледелие. 2003. № 3. С. 12–13.
21. СНиП 22-01-95. Геофизика опасных природных воздействий. М.: Минстрой РФ, 1996. 7 с.
22. *Евсеева Н.С., Пашина Г.Е., Кvasникова З.Н.* Делювиальный процесс в агроландшафтах юга Томской области и его эколого-геоморфологические аспекты // Вестник ТомГУ. Биология. 2013. № 4 (24). С. 7–19.
23. Моделирование эрозионных процессов на территории малого водосборного бассейна / А.С. Керженцев, Р. Майснер, В.В. Демидов и др. М.: Наука, 2006. 224 с.

Поступила в редакцию  
после доработки 13.03.2015

## SOIL WASHOUT BY SNOWMELT ON THE SLOPES WITH COMPLEX MICRORELIEF

N.S. EVSEYEVA, Z.N. KVASNIKOVA, M.A. KASHIRO,  
A.S. BATMANOVA, V.V. ALYEEV

### Summary

The influence of the microrelief of arable land on the intensity of soil erosion, caused by melted snow waters was considered on an example of key area “Luchanovo” (20 km south-east of the Tomsk city), where gray forest soils are involved in arable land cultivation. The study of soil erosion in the period 1988–2013 showed that on the slopes of the arable land having the steepness up to 17° a complex microrelief was formed. It is represented by microbasins of hollows and water galls, depressions on the watersheds where the snowmelt runoff takes place. The value of soil loss from the surface of microbasins even on the one and the same slope depends on its area, steepness, length, snow melting, etc., and varies from 0.5–2 m<sup>3</sup>/ha to 81 m<sup>3</sup>/ha, predominantly having the value about 50 m<sup>3</sup>/ha. During 23 years the thickness of the humus horizon on the flat interfluves has decreased by 3–6 cm, humus content – by 1.03%. The annual lost of the humus from the slopes with arable land reaches 0.6–1.7 t/ha leading to degradation of soils.

doi:10.15356/0435-4281-2016-1-45-54