

## АГРОХИМИЯ И ПОЧВОВЕДЕНИЕ

УДК 911.2.551.4

Н.С. Евсева, Г.Е. Пашнева, З.Н. Квасникова

*Томский государственный университет (г. Томск)*

### ДЕЛЮВИАЛЬНЫЙ ПРОЦЕСС В АГРОЛАНДШАФТАХ ЮГА ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ И ЕГО ЭКОЛОГО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

*Представлены результаты многолетних исследований экзогенных геоморфологических процессов в агроландшафтах юго-востока Западной Сибири. Установлены факторы возникновения эрозионных процессов, проведена оценка интенсивности и динамики развития делювиального процесса. Многолетние исследования позволили достаточно четко выявить, что делювиальный процесс на пашне южной части Томской области развивается интенсивно: скорость развития водной эрозии изменяется от умеренно опасной до весьма опасной. Происходит деградация почв: уменьшаются мощность гумусового горизонта и содержание гумуса в почвах, происходит вынос питательных веществ для растений. В результате развития делювиального процесса усложняется микрорельеф пашни, изменяются направления потоков вещества.*

**Ключевые слова:** делювиальный процесс; агроландшафты; эрозия почв; Западно-Сибирская равнина.

#### Введение

Д.А. Тимофеев [1] писал, что главной особенностью геоморфологических процессов является то, что они, в отличие от других, происходящих в природе, одновременно изменяют (или сохраняют) морфологию земной поверхности и участвуют в движении вещества вблизи нее, являясь одной из основ литогенеза.

Как известно, литогенез – совокупность природных процессов образования и последующих изменений осадочных пород. В цикле литогенеза выделяют ряд стадий: образование осадочного материала – выветривание, денудация и вулканизм; перенос и дифференциация осадочного материала и другие процессы [2]. В результате выветривания (физического, химического и органического) возникают коры выветривания. Почва представляет неотъемлемую часть коры выветривания, самую ее динамическую систему. Это связано с тем, как отмечал А.Дж. Джеррард [3], что почва – результат взаимодействия как геоморфологических, так и почвообразовательных процессов. Он считал, что почвы и ландшафты следует рассматривать как от-

крытые системы, поскольку они теряют или получают материал и энергию на своих границах. Наиболее приемлем этот тезис, на наш взгляд, для агроландшафтов, где в настоящее время наиболее интенсивно происходят вещественно-энергетические круговороты. Вещественные преобразования в геосистемах сложны и осуществляются под воздействием текучих вод, ветра, силы тяжести и др.

Одной из основных форм миграции вещества в агроландшафтах является делювиальный процесс – смыв почв тальми и дождевыми водами (эрозия почв водная). Согласно Л.Ф. Литвину [4], объем ежегодного смыва почвогрунтов с пахотных угодий России в 1970–1980-х гг. составлял 566 млн т, а в Западной Сибири – 26 млн т. В результате развития делювиального процесса в агроландшафтах происходит снижение плодородия почв, продуктивности почвенного покрова и др.

Процессы водной эрозии почв, вызываемые тальми и дождевыми водами, наиболее полно изучены для зон степи и лесостепи Западной Сибири – это работы А.Д. Орлова, А.Н. Каштанова, А.Ф. Путилина, В.Е. Мусорханова, А.А. Танасиенко, В.П. Герасименко и др. Для сельскохозяйственных районов южной тайги и подтайги эти процессы изучены слабо.

Цель работы – оценка интенсивности и динамики развития делювиального процесса на пашне южной части Томской области и выявление экологических аспектов этого процесса.

### **Материалы и методики исследования**

Объект исследования – пашня в пределах южной тайги и подтайги на юго-востоке Западно-Сибирской равнины в пределах Томской области, где в шести административных районах сосредоточено более 472 тыс. га пашни из 676 тыс. га от всей ее площади (около 70%) [5]. Природные факторы развития эрозии – рельеф, литология пород, климат территории – благоприятны, но в естественных ландшафтах смыву и размыву почв препятствует растительность. Рассмотрим основные факторы развития эрозии.

Почвообразующими породами на территории являются покровные отложения – лессовые породы – песчано-глинисто-пылеватые системы разного генезиса с преобладанием в их составе пылеватых частиц [6]. На изучаемой территории лессовые породы по гранулометрическому составу представлены преимущественно суглинками тяжелыми, в меньшей степени – легкими, а также глинами, супесью, пылеватыми песками, которые залегают линзами в виде прослоев и линз. Возраст лессовых пород от среднечетвертичного до современного. В породах преобладает пылеватая фракция (табл. 1). Лессовые породы быстро размокают в воде (в течение 2–120 мин), слабая водостойкость их – причина широкого развития эрозионных процессов [7].

В сельскохозяйственное производство на юге Томской области вовлечены в основном серые лесные (37,4%), темно-серые лесные (9,5%) и светло-

серые лесные (19,4%) почвы [8]. На долю названных почв приходится более 66% пашни. Кроме того, распаиваются подзолистые и дерново-подзолистые почвы, черноземы и др.

Т а б л и ц а 1

**Содержание пылевой фракции в лессовых породах [7]**

Породы	Содержание пылевой фракции, %	Породы	Содержание пылевой фракции, %
Пески	2–66	Суглинки	14–88
Супеси	40–80	Глины	57–69

Почвы на пашне юга Томской области имеют слабую сопротивляемость смыву и размыву. Х. Беннет [9] на основании сравнительного изучения почв США пришел к выводу, что почвы, богатые полуторными окислами и имеющие отношение  $\text{SiO}_2:\text{R}_2\text{O}_3$  меньше 2, имеют малую податливость к эрозии. Данное отношение для почв исследуемой территории превышает значение 3 и достигает у дерново-подзолистых почв 6,2; у светло-серых лесных – до 5,8; у серых лесных – до 4,8; у темно-серых лесных – до 4,2; у черноземов – до 3,4. Кроме того, в почвах, по сравнению с почвообразующими породами, понижено содержание Са и Mg.

Рельеф пашни также благоприятен для развития делювиального процесса: на юге области распаиваются поверхности с крутизной склонов от  $0-1^\circ$  до  $7-12^\circ$ , реже более значительной крутизной. Согласно А.Ф. Тимофееву [10], по крутизне склонов можно определить степень опасности развития эрозии:  $0,50^\circ$  – незначительная;  $1,30^\circ$  – слабая;  $2^\circ$  – средняя;  $3^\circ$  – выше средней;  $4,3^\circ$  – большая;  $7^\circ$  – очень большая;  $11^\circ$  и более – чрезвычайная.

Помимо крутизны, длины склонов, литологии слагающих пород, почв, необходимыми факторами развития делювиального процесса являются: годовая сумма осадков, запасы воды в снеге, количество осадков, выпадающих за ливень, и др. Анализ данных показывает, что средняя годовая сумма осадков варьирует от 381 мм (с. Зырянское) до 591 мм в г. Томске и в основном составляет 400–500 мм [11, 12]. Среднегодовое значение запасов воды в снеге изменяется от 100 до 140 мм [13], один раз в 20 лет – 180 мм [14].

Над Томской областью А.Г. Сморгалова [15] выделяет очаг наиболее интенсивной ливневой деятельности, сохраняющий свое местоположение в течение теплого периода, среднее число дней с ливнями в Томске составляет 38. Согласно Л.И. Трифионовой [11], осадки слоем более 10 мм за сутки принимались нами за ливневые, последние подразделены на крупные ливни (20–30 мм) и выдающиеся (более 30 мм). Необходимо отметить, что крупные и выдающиеся ливни фиксируются ежегодно и они особенно опасны в отношении развития эрозии почв. В табл. 2 приведены примеры ряда ливней.

Таким образом, значительные запасы влаги в снеге, сильные ливни, легко размываемые почвогрунты, крутизна склонов приводят к широкому развитию делювиального процесса на пашне.

Таблица 2

## Примеры крупных и выдающихся ливней на юге Томской области [16, 17]

Место и дата выпадения	Количество осадков, мм	Место и дата выпадения	Количество осадков, мм
<i>Томск</i>		<i>Кожеевниково</i>	
30 июня 1987	53,7	16 июля 1970	49,8
5 августа 1988	42,8	9 августа 1974	56,7
16 августа 1994	80,5	28 августа 1989	41,7
13 июня 2002	44,7	<i>Первомайское</i>	
22 июня 2003	28,0	10 августа 1985	74,4
10 июля 2005	39,5	12 июля 1994	41,1
22 июля 2007	24,7	28 июля 1996	35,7
В ночь 12–13 июля 2011 (за 12 часов)	47	<i>АМСГ Томск</i>	
		19 июня 1991	30,3
		21 июля 1992	50,1
		9 сентября 2002	26,0
		9 августа 2012	19,5

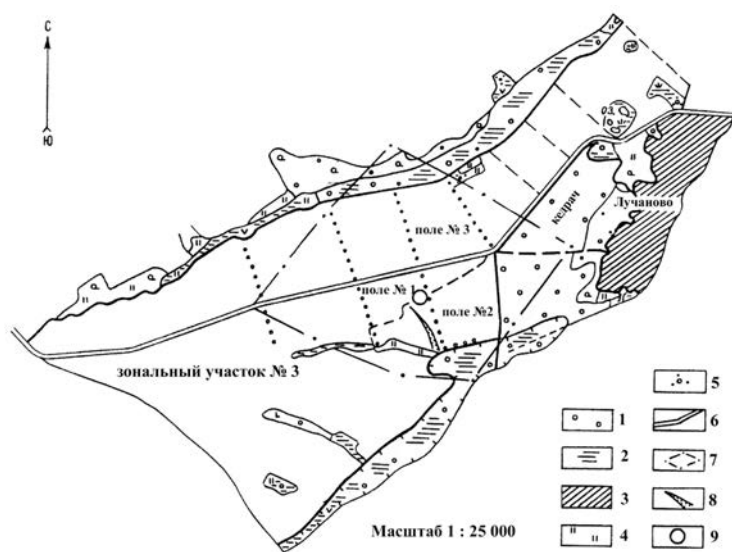


Рис. 1. Лучановский ключевой участок: 1 – лесополоса; 2 – заболоченный участок; 3 – с. Лучаново; 4 – разнотравный луг; 5 – кустарники; 6 – дороги; 7 – ключевой участок; 8 – овраг; 9 – суффозионная западина

С целью изучения интенсивности и динамики развития делювиального процесса с 1983 г. на ключевых участках проводятся ежегодные снегосъемки в микромасштабе, наблюдения за снеготаянием, обмер струйчатых размывов, отбор проб делювия, почв, воды на различные виды анализов (гранулометрический, содержание гумуса, концентрацию элементов питания – азота, фосфора, микроэлементов и др.); проводились исследования водно-физических

свойств почв, составлены почвенно-геоморфологические профили и детальные почвенно-эрозионные карты на ключевые участки, а также среднемасштабные карты на территорию ряда районов. Наблюдения на ключах дополняются маршрутными обследованиями пашни на Томь-Яйском, Яя-Кийском, Обь-Томском, Обь-Чулымском и Обь-Шегарском междуречьях.

Наиболее детально делювиальный процесс изучен на Лучановском ключевом участке, расположенном в 20 км к юго-востоку от г. Томска (рис. 1). Наблюдения здесь проводятся с 1988 г. Площадь участка более 50 га, здесь в пределах Томь-Басандайского междуречья распахиваются серые лесные суглинистые почвы. Крутизна склонов в пределах пашни изменяется от 0–1° до 15–20°, преобладают склоны крутизной до 7–10°.

### Результаты исследования и обсуждение

Анализ литературных источников и материалов авторов позволяет сделать следующие выводы:

1. Интенсивность смыва почв ливневыми осадками на Томь-Яйском междуречье достигает 40–100 м<sup>3</sup>/га, что зафиксировано после ливней 30 июня 1987 г. и 1 июля 1987 г., когда в сумме за 9,5 часов выпало 74,7 мм осадков. В результате на склоне северной экспозиции, занятой посадками картофеля, образовались струйчатые размывы и промоины. Длина наиболее крупной из них составила 200 м, ширина варьировала от 0,3 до 1,5 м, а глубина – от 0,1 до 0,7 м. На склоне южной экспозиции длиной 50 м по зяби было смыто 4–5 м<sup>3</sup>/га почвы. Наблюдения за результатами воздействия ливней на пашне в 1990, 1992, 2002, 2003 и других годах показали, что после ливней на пашне с посевами злаковых, льна, по зяби со склонов более 3° сносится чаще от 0,5–1 до 5–8 м<sup>3</sup>/га почвы [16].

2. Смыв почв тальми снеговыми водами изменяется в широких пределах и, по данным наблюдений на ключевых участках и маршрутных обследований, составляет: на склонах северной и восточной экспозиции 10–70 м<sup>3</sup>/га [18], по нашим данным – от 0,5–1 до 30 м<sup>3</sup>/га. Со склонов южной экспозиции ежегодно выносятся от 0,5–2 до 50–80 м<sup>3</sup>/га почв. Интенсивность развития делювиального процесса зависит от запасов воды в снеге, метеорологических условий снеготаяния, глубины оттайки мерзлых почв, состояния агрофона, экспозиции склона и др. Наиболее полно названные факторы развития делювиального процесса, вызываемого стоком талых снеговых вод, изучены на Лучановском ключевом участке. Ниже дается краткая характеристика ряда факторов. Микрорельеф, экспозиция склонов, растительность существенно влияют на накопление снега на пашне (табл. 3).

Наиболее интенсивное снеготаяние с максимумом стока талых вод наблюдается при адвекции теплых воздушных масс и ясном небе (радиационно-адвективный тип снеготаяния). Талые воды, устремляясь вниз по склону, формируют на пашне струйчатые размывы глубиной до 10 см, местами

промоины (0,8–1,3 м), реже более значительной. Скорости воды в размывах изменяются от 1–10 см/с до 1,55 м/с, чаще в пределах 0,2–0,7 м/с. Такие скорости значительно превышают допустимые неразмывающие скорости лессовидных грунтов (0,27–0,37 м/с), пыли и ила (0,12–0,24 м/с) [20].

Таблица 3

**Основные характеристики снежного покрова Лучановского ключевого участка за период 1988–2012 гг. [19]**

Ландшафт	Средняя высота снега, см	Средняя плотность, г/см <sup>3</sup>	Средние влаготзапасы, мм	Минимальные/максимальные влаготзапасы, мм
Кедровый лес	59	0,21	123	93 (1996 г.) / 156 (1997 г.)
Южный склон пашни	53	0,26	137	61 (1996 г.) / 178 (2007 г.)
Северный склон пашни	55	0,26	146	54 (1990 г.) / 205 (2010 г.)
Распахиваемая ложбина на южном склоне пашни	38	0,27	99	10 (1999 г.) / 161 (2010 г.)



Рис. 2. Конус выноса на склоне ключевого участка (фото З.Н. Квасниковой)

Количество струйчатых размывов на южных склонах пашни (площадь около 13,3 га) достигает 80. Обмеры струйчатых размывов и промоин показали, что на пашне Лучановского ключевого участка ежегодно развивается делювиальный процесс с образованием конусов выноса в депрессиях и нижних частях склона (рис. 2). Интенсивность делювиального процесса из-

меняется от слабой (менее 2 м<sup>3</sup>/га) до очень сильной (50–80 м<sup>3</sup>/га), составляя в среднем 5–9 м<sup>3</sup>/га (табл. 4).

Необходимо отметить, что в табл. 4 приведены средние значения величин смыва почв со склонов. В реальности они неравномерны даже на одном склоне и, при прочих равных условиях, в значительной мере зависят от микрорельефа склона пашни. Интенсивность смыва, по нашим наблюдениям, варьирует от 1–5 до 81 м<sup>3</sup>/га.

Таблица 4

**Средние значения смыва талыми водами со склонов разных экспозиций и агрофона на Лучановском ключевом участке на примере ряда лет**

Год	Южные склоны		Северные склоны	
	Состояние агрофона	Смыв, м <sup>3</sup> /га	Состояние агрофона	Смыв, м <sup>3</sup> /га
1992	Поле 1*, боронованная вдоль склона зябь	24–25	Поле 3, всходы клевера, рядки поперек склона	1–3
	Поле 2, боронованная вдоль склона зябь	25–30		
1997	Поле 1, зябь, боронованная поперек склона	8–9	Поле 3, всходы озимых, рядки поперек склона	1–3
	Поле 2, стерня злаковых	0,5–2		
2010	Поле 1, всходы клевера, поросшие негустой травой	16–18	Поле 3, зябь, боронованная поперек склона	4–6
	Поле 2, после уборки льна, местами рядки неубранного льна	12–13		
2011	Поле 1, большая часть склона задернована, нижняя часть склона – под редкой травой	6–7	Поле 3, осенняя вспашка поля после уборки зерновых, боронование – поперек склона. Повсеместно видны остатки стерни	1–2
	Поле 2, зябь, боронованная в основном вдоль склона	23–24		

\* См. рис. 1.

3. В результате денудации склонов пашни талыми и ливневыми водами происходит изменение микрорельефа их поверхности: на склонах формируются ложбины – вытянутые отрицательные формы рельефа с пологими, мягкими склонами, местами овраги. Со временем на склонах обособляются их микробассейны площадью до 5 га, по которым из года в год происходит сток талых и дождевых вод. Морфометрические показатели таких микроформ рельефа динамичны, особенно глубина и крутизна склонов.

Ярким примером этого является микробассейн распахиваемой ложбины на склоне южной экспозиции (поле 1). Длина ложбины более 300 м, глубина в устье в 1989 г. составляла 3–5 м, в настоящее время – около 3 м. Склоны крутизной чаще от 2–3 до 7–9°, площадь водосбора около 5 га. Смыв почвы талыми водами с поверхности микроводораздела ложбины за 1989–2012 гг. изменялся от 0,5–1 до 20–22 м<sup>3</sup>/га (2000 г.), в среднем составил 5–6 м<sup>3</sup>/га. Делювиальный процесс в пределах микробассейна ложбины привел к значительному смыву гумусового горизонта со склонов (табл. 5, рис. 3) и выносу питательных веществ для растений, а также микроэлементов.



Рис. 3. Аккумуляция гумусового горизонта почв, вынесенного со склонов талыми снеговыми водами (фото З.Н. Квасниковой)

Анализ таблицы показывает следующее:

– за 23 года мощность гумусового горизонта на вершинных поверхностях (П-3) уменьшилась на 3–6 см (на 6,7–13,3%), а 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 талыми и ливневыми водами, а на наветренных склонах местами проявляется дефляция, что отражается в значительном снижении мощности гумусового горизонта (на 11–12 см, или 65–71%). Содержание гумуса в почве на склоне левобережья ложбины (П-2) за 1989–2011 гг. уменьшилось с 3,73 до 1,5–2,8% (т.е. на 20–40%). В результате на левобережье ложбины в агропроизводство вовлечен горизонт  $A_2B$ , местами вскрывается карбонатный горизонт, который на плакорах (П-3) залегает на глубине более 80 см;

– в депрессиях рельефа различного генезиса происходит аккумуляция делювия. Так, на днище ложбины с 1989 по 2011 г. (П-1) накопился слой делювия мощностью до 69 см (табл. 5). Средняя скорость седиментации делювия – до 3 мм/год. Наши наблюдения показали, что в пределах микроводосбора ложбины за 1989–2011 гг. доля слабоэродированных почв увеличилась более чем в 1,5 раза. Значительно увеличилась доля намывных почв.



Таблица 5

## 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 сильноэродированная	17	12	5–6	3,73	1,5–2,8
П-1 – днище ложбины в низовьях на краю поля	Серая лесная намытая	63	97	до 132	4,52	5,9

В защищенной геосистеме – кедровом лесу – существенных изменений в мощности гумусового горизонта и содержания гумуса в почве не произошло.

4. Перераспределение масс почвогрунтов в пространстве происходит не только на склонах пашни, но и на вершинных поверхностях (плакорах), что также отражается в структуре почвенного покрова и выражается в следующем. На вершинных поверхностях развит нано- и микрорельеф – это депрессии суффозионно-нивационно-просадочного генезиса. Глубина их варьирует от 0,2–0,5 до 3 м, длина склонов – от первых метров до 30–50 м; крутизна склонов у депрессий достигает местами 10–20°. В результате на плакорах создается мозаика склонов разной длины, крутизны и экспозиции. Этот микрорельеф практически не находит отражения даже на крупномасштабных картах, в том числе 1: 25 000 масштаба (рис. 4). Тем не менее он способствует развитию делювиального процесса, особенно смыву почв талыми снеговыми водами.

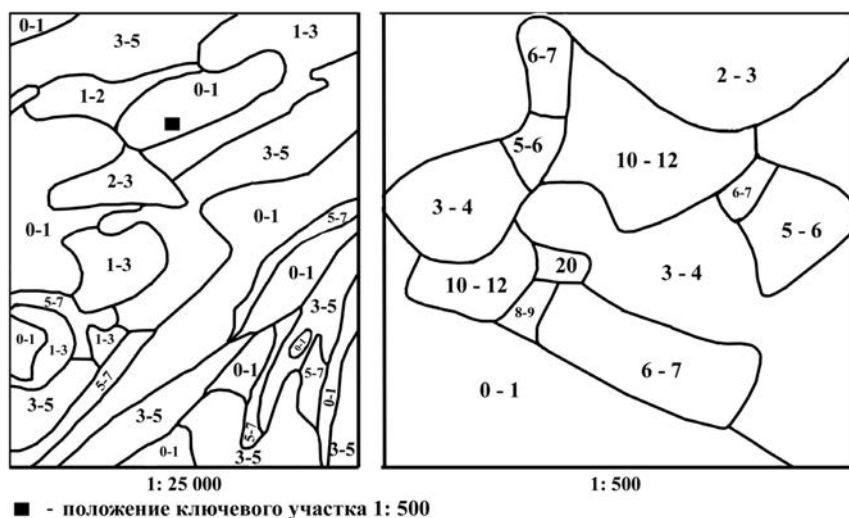


Рис. 4. Сравнение крутизны склонов на ключевом участке по карте масштаба 1: 25 000 и плана 1: 500

Механизм процесса следующий: в холодный период года на плакорах происходит неравномерное накопление снега, а весной – неравномерное его стаивание и распределение талых вод. В депрессиях на плакорах снег часто не тает до конца апреля – начала мая. Это вызывает развитие суффозионного процесса с выносом илистых частиц и формирование элювиально-иллювиального горизонта, в нем образуется временное переувлажнение с развитием элювиально-глеевого процесса и формирование серых поверхностно-глеевых почв. В результате этого происходит преобразование элементарного почвенного ареала серых лесных почв в двучленный почвенный покров, состоящий из серых лесных и серых поверхностно-глееватых почв.

Кроме того, на днищах депрессий наблюдается аккумуляция делювия, смытого с их склонов. Исследования показывают, что в депрессии ежегодно поступает от 0,1 до 5 м<sup>3</sup>, местами до 15–25 м<sup>3</sup> делювия. Эти отложения скапливаются на днище депрессий, кольятируют почвенные поры, что снижает водопроницаемость почв и ведет к застаиванию в них влаги вплоть до образования в глубоких депрессиях озерков. Такие озерки мы наблюдали на пашне в районе сел Кожевниково – Уртам и др. Таким образом, на плакорах также встречаются намытые почвы.

В разрезах почв на днищах ложбин и депрессий делювий хорошо отличается от ниже залегающих почв своей слоистостью: чередованием темных гумусированных слоев и более светлых. Мощность слоев чаще составляет 1–2 мм (рис. 5).



Рис. 5. Мощность и строение делювия на днище ложбины Лучановского ключевого участка. Делювий накопился за снеготаяние 2012 г. (фото Н.С. Евсеевой)

5. Антропогенное воздействие на почвы, особенно старопахотные, приводит к интенсификации делювиального процесса. Это связано с утратой почвами агрономически ценной водопрочной структуры. А.Г. Дюкарев [21] отмечает, что на 5–7-й год после распаивания содержание агрономически ценных агрегатов в пахотном слое уменьшается в 1,5–2 раза, а водопрочность их – в 5–10 раз. Кроме того, происходит уплотнение пахотного слоя – до 1,30 г/см<sup>3</sup>. В подпахотной толще формируется плотная плужная подошва, плотность сложения которой достигает 1,5–1,74 г/см<sup>3</sup>, например на ключевых участках Лучановском и «10 км» [22]. Это ведет к снижению общей порозности и водопроницаемости пахотного слоя. А.Г. Дюкаревым [21] установлено, что водопроницаемость при определении с поверхности уменьшается до неудовлетворительной – в 30–40 раз в сравнении с целинными почвами.

### Выводы

1. Делювиальный процесс на пашне южной части Томской области развивается интенсивно: величина смыва почв варьирует от 0,5–1,0 до 50–80 м<sup>3</sup>/га. Согласно СНиП-95 [23], скорость развития водной эрозии изменяется от 2–5 м<sup>3</sup>/га за год (умеренно опасный процесс) до 10–15 м<sup>3</sup>/га год (весьма опасный процесс).

2. В результате водной эрозии происходит деградация почв: уменьшается мощность гумусового горизонта, содержание гумуса в почвах, происходит вынос питательных веществ для растений и др. Так, на Лучановском и других ключевых участках местами полностью смыт горизонт А и пахотными являются горизонты А<sub>2</sub>В и В<sub>1</sub>.

3. З.И. Ястремская [18] рассчитала ежегодные потери питательных веществ с полей Томской области за период весеннего снеготаяния – до 580 тыс. т гумуса, 32 тыс. т азота, 19 тыс. т калия, 17 тыс. т фосфора.

По данным Г.Е. Пашневой, Л.А. Изерской и др. в период снеготаяния с талыми водами ежегодно выносятся с 1 га пашни около 1,5 т гумуса, 180 кг азота, 90 кг фосфора. Балл бонитета эродированных почв в 1,5–3 раза ниже по сравнению с их естественными аналогами. В. Каличкин, Н. Округин [24] определили потери гумуса с пашни области за период снеготаяния в 0,6–1,7 т/га.

По нашим данным, на Лучановском ключевом участке ежегодно за время снеготаяния теряется от 0,42 до 12,4 ц/га гумуса, 0,13–0,83 ц/га азота, 0,11–0,83 ц/га фосфора и др. Значительный диапазон показателей связан с динамикой развития делювиального процесса и его причинами, изложенными выше.

4. По данным Г.Е. Пашневой и др. [25], площадь распространения эродированных почв в южных районах области составляет 143 тыс. га, по оценке З.И. Ястремской [18] – до 300 тыс. га. В настоящее время оценка степени эродированности почв в агроландшафтах юга Томской области является актуальной проблемой.

5. В результате развития делювиального процесса происходит усложнение микрорельефа пашни, изменяются направления потоков вещества

(твердого и жидкого) и их распределение в пространстве и времени, что, несомненно, отражается и будет отражаться в дальнейшем на структуре почвенного покрова.

### Литература

1. Тимофеев Д.А. Принципы типизации геоморфологических процессов // Геоморфология. 2004. № 4. С. 16–20.
2. Четырехязычный энциклопедический словарь терминов по физической географии. М. : Сов. энцикл., 1980. 703 с.
3. Джеррард А.Дж. Почвы и формы рельефа. Комплексное геоморфолого-почвенное исследование : пер. с англ. Л. : Недра, 1984. 208 с.
4. Литвин Л.Ф. География эрозии почв сельскохозяйственных земель России. М. : ИКЦ «Академия», 2002. 255 с.
5. Экологический мониторинг: Доклад о состоянии окружающей среды Томской области в 2011 году / А.М. Адам, В.А. Коняшкин, А.В. Дмитриев, Ю.В. Лунева. Томск : Графика ДТР, 2012. 168 с.
6. Трофимов В.Т., Балькова С.Д., Андреева Т.В. и др. Опорные инженерно-геологические разрезы лессовых пород Северной Евразии. М. : КДУ, 2008. 608 с.
7. Строчкова Л.А. Состав и свойства покровных отложений Томского Приобья // Обский вестник. 1999. № 1–2. С. 122–126.
8. Состояние окружающей среды Томской области в 2002 году. Томск : Дельтаплан, 2003. 62 с.
9. Беннет Х. Основы охраны почв : пер с англ. М. : Иностран. лит., 1958. 411 с.
10. Тимофеев А.Ф. Особенности защиты почв от водной эрозии в Нечерноземной зоне // Земледелие. 2003. № 3. С. 12–13.
11. Трифонова Л.И. Климат // География Томской области. Томск : Изд-во Том. ун-та, 1988. С. 42–76.
12. Барашкова Н.К., Иванова Н.С., Кузевская И.В. Климатические условия функционирования автомобильной отрасли Томской области: состояние и возможные изменения // Вестн. Том. гос. ун-та. 2012. № 361. С. 157–164.
13. Рутковская Н.В. География Томской области. Сезонно-агроклиматические ресурсы. Томск : Изд-во Том. ун-та, 1984. 158 с.
14. Барашкова Н.К., Волкова М.А., Кузевская И.В. Оценка современной климатической составляющей хозяйственного комплекса Томской области в холодный период года // Вестн. Том. гос. ун-та. 2011. № 351. С. 163–168.
15. Сморгалова А.Г. Характеристика ливневых дождей по Омской, Томской и Тюменской областям // Вопросы географии Сибири. Томск, 1976. Вып. 9. С. 30–34.
16. Евсеева Н.С. Современный морфолитогенез юго-востока Западно-Сибирской равнины. Томск : Изд-во НТЛ, 2009. 484 с.
17. Евсеева Н.С., Ромашова Т.В. Опасные метеорологические явления как составная часть природного риска // Вестн. Том. гос. ун-та. 2011. № 353. С. 199–204.
18. Ястремская З.И. Влияние эрозионных процессов на народное хозяйство и экологические условия Томской области // Хозяйственная оценка ландшафтов Томской области. Томск, 1988. С. 198–199.
19. Петров А.И., Евсеева Н.С. Динамика основных характеристик снежного покрова на юго-востоке Томской области в эпоху глобального изменения климата // Материалы Международ. науч.-практ. конф. «Климатология и гляциология Сибири», Томск, 2012. С. 212–214.
20. Киселев П.Г. Справочник по гидравлическим расчетам. М. ; Л. : Госэнергоиздат, 1957. 242 с.

21. Дюкарев А.Г. Агрофизическая деградация пахотных почв и их оценка // Хозяйственная оценка ландшафтов Томской области. Томск, 1988. С. 118–120.
22. Аникеева С.А. Антропогенная трансформация пахотных почв подтайги Притомья // Материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 80-летию юбилею А.М. Ивлева. Владивосток, 2007. С. 135–137.
23. СНиП 22-01-95. Геофизика опасных природных воздействий. М., 1996. 8 с.
24. Каличкин В., Округин Н. Как вспашешь, так и пожнешь... // Красное Знамя. 1988. 4 марта.
25. Пашнева Г.Е., Евсеева Н.С. Эколого-экономический ущерб пашне юга Томской области от развития эрозионных процессов // Эколого-экономические проблемы природопользования в Сибири. Новосибирск, 1992. С. 46–48.

Поступила в редакцию 15.09.2013 г.

*Tomsk State University Journal of Biology. 2013. № 4 (24). P. 7–19*

**Nina S. Evseeva, Galina E. Pashneva, Zoia N. Kvasnikova**

*Tomsk State University, Tomsk, Russia*

### **DELUVIAL PROCESSES IN THE SOUTH AGROLANDSCAPES TOMSK REGION AND THEIR ECOLOGICAL GEOMORPHOLOGICAL ASPECTS**

*The results of long-term researches (1985–2012) of deluvial process in agrolandscapes of the southeast of the Western Siberia are presented. Deluvial process is washing away of soils by thawed and rain snow (a water erosion of soils); it is one of the main forms of migration of substance in the agrolandscapes, leading to a decrease in fertility of soils and efficiency of a soil cover, etc.*

*The work purpose is an assessment of intensity and dynamics of development of deluvial process on an arable land of the southern part of Tomsk region and identification of ecological aspects of this process. It is established that:*

*1) Natural factors such as relief, lithology and climate are favorable for development of deluvial process. The steepness of slopes of an arable land changes from 0–1° to 10–12°, sometimes more. On the surface there are deposited loess rocks that soak overnight in water (for 2–120 minutes); soils have low resistance to erosion and runoff. For the territory, intensive storm activity is characteristic, during one heavy rain there are up to 80.5 mm of precipitations. Average annual water reserves in snow vary from 100 to 140 mm, in some years up to 180 mm.*

*2) The intensity of soil erosion, heavy rains in the area between Tom-Yaya is 40–100 m<sup>3</sup>/ha in the event of loss of rainfall over 50 mm/day, more runoff from the slopes of arable land is 0.5–8 m<sup>3</sup>/ha.*

*3) The intensity of soil erosion by melted snow water varies from 0.5–1.0 m<sup>3</sup>/ha to 50–80 m<sup>3</sup>/ha, depending on weather conditions of snowmelt, slope, length, exposure, slope, soil fertility status, etc. The main contribution to the development of soil erosion is made by thawed snow water.*

*4) The analysis of literature and our data show that during snowmelt from 0.6 to 15 kg/ha of humus, from 0.13 to 1.8 kg/ha of nitrogen, 0.11–0.90 kg/ha of phosphorus, etc. are annually carried away by melting waters from 1 ha of arable land.*

**Key words:** *Deluvial process; agrolandscapes; soil erosion; West Siberian Plain.*

*Received September 15, 2013*