

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

УДК 551.435.7 (925.11)

Н.С. Евсеева, З.Н. Квасникова

ИНТЕНСИВНОСТЬ И ЦИКЛИЧНОСТЬ ПРОЯВЛЕНИЯ ЭОЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ В АГРОЛАНДШАФТАХ ЗОНЫ ПОДТАЙГИ БАСЕЙНА НИЖНЕЙ ТОМИ (ЗАПАДНАЯ СИБИРЬ)

Приводятся результаты 25-летних наблюдений за интенсивностью и цикличностью проявления эоловых процессов в агроландшафтах бассейна нижней Томи в холодный период года. Установлено, что интенсивность дефляции обусловлена в основном сильными ветрами, распыленностью и гранулометрическим составом почв, а цикличность – особенностями глобальной циркуляции атмосферы, региональными синоптическими процессами.

Ключевые слова: дефляция; деструктивные и аккумулятивные процессы; эоловые отложения; холодный период года; ветровой режим; агроландшафты; Томская область.

Введение

Эоловые процессы, связанные с деструкцией, транспортировкой и отложением осадочной породы ветром, развиваются во всех природных зонах, а также на сельскохозяйственных угодьях. Общими условиями для их развития являются полностью отсутствующий или разреженный растительный покров, наличие дисперсных пород и сильные ветры. Наиболее развиты эоловые процессы в пустынях и полупустынях, где они изучались многими исследователями – В.А. Обручевым, Н.А. Соколовым, Б.А. Федоровичем, Д.В. Наливкиным, Л.А. Аристарховой, В.П. Чичаговым, Г.А. Ларионовым, А.Н. Сажиным, Ю.И. Васильевым, Н. Ланкастер, М. Рехейс и другими авторами.

В лесной зоне Западно-Сибирской равнины эти процессы изучены слабо. Тайгу и подтайгу в бассейнах Оби и Иртыша исследователи относят либо к недефляционноопасным [1], либо к зоне накопления эолового материала [2, 3]. Вырубка лесов, распашка земель, строительство различных коммуникаций способствуют развитию эоловых процессов. На сельскохозяйственных угодьях, особенно на пашне, ветровая эрозия приводит в очагах дефляции к уменьшению мощности гумусового горизонта, выносу питательных веществ и удобрений, меняет текстуру почв. В очагах аккумуляции возможно засыпание посевов, изменяется гранулометрический и химический состав почв и др. Кроме того, постепенно изменяется рельеф пашни: наветренные склоны становятся круче, а в местах аккумуляции происходит либо выравнивание поверхности, либо формируется нанорельеф. В целом происходит нарушение устойчивости геосистем и процесса самовосстановления почв, более интенсивно развиваются эрозионные процессы.

Объект и методы исследования

Объект исследования – агроландшафты подтайги Томь-Яйского междуречья в пределах Томской области. Это наиболее возвышенный расчлененный участок территории Томской области, где высоты составляют 100–270 м. Междуречье – один из наиболее

освоенных в хозяйственном отношении участков области, где расположен г. Томск, крупные села (Богашево, Лучаново, Предтеченск, Басандайка, Аникино и др.). Площадь Томь-Яйского междуречья около 4,5 тыс. км², из них 26% занимают сельскохозяйственные земли, в том числе 9% пашни. Наиболее крупные массивы пашни, расположенные вблизи г. Томска, сел Лучаново, Басандайка и др., лишены растительности в осенне-весенний период.

Эоловые процессы зависят от циркуляции атмосферы, влияющей на режим и скорость ветра. Для исследуемого района названные характеристики освещены во многих работах [4–8]. Средняя скорость ветра в Томске 3–6 м/с, повторяемость скорости ветра 6 м/с и более составляет 57%. В холодный период года преобладают ветры южных румбов. Территория бассейна нижней Томи относится к районам сильного ветра, один раз в 6–10 лет здесь возможно возникновение смерчей [5].

Развитие эоловых процессов зависит также от микрорельефа пашни, типа почв, их механического состава, размеров поля. Микрорельеф пашни исследуемого района в основном полого-волнистый, местами плоский. Относительные превышения в пределах пашни изменяются от 0,5–1,0 до 10–15 м, крутизна склонов – от 0–1 до 7–12°, реже – более.

Согласно Н. Ланкастер, показатели ветровой эрозии широко варьируют и для данной скорости ветра зависят от текстуры почв и степени цементирования почвенной корки [9]. Самые высокие показатели эрозии имеют место на почвах глинистых текстур, особенно там, где их поверхность была нарушена движением транспортных средств или животных. В исследуемом районе в агропроизводстве вовлечены в основном суглинисто-глинистые разности темно-серых и серых лесных почв, дерново-подзолистые почвы, формирующиеся на покровных лессовидных суглинках. Критические скорости ветра, при которых начинается ветровая эрозия, на суглинистых почвах изменяется от 4–5 до 9–12 м/с [10].

Площадь распаханых полей в нижнем бассейне Томи изменяется от 10–15 до 100 га. К.С. Кальянов отмечает, что чем большее расстояние проходит воз-

душный поток над незащищенной поверхностью, тем с большей интенсивностью и вероятностью проявляется ветровая эрозия [11].

В течение 1989–2014 гг. при изучении эоловых процессов холодного периода года нами применялись следующие методы и приемы:

- выполнен анализ данных по скоростям ветра по наблюдениям авиаметрической станции аэропорта Томск (Богашево) за 1991–2000 гг. и рассчитан дефляционный потенциал ветра по методике Г.А. Ларионова [12];

- проведены наблюдения за скоростью ветра на высоте 1 м в полевых условиях анемометром АРИ-49;

- проанализированы данные литературных источников, характеризующих ветровой режим территории;

- проведены ежегодные снегосъемки в микро-масштабе (замеры толщины снега через 5–20 м) на пашне и в кедровом лесу на ключевом участке «Лучаново» (в 20 км юго-восточнее г. Томска), а также маршрутные обследования пашни в других точках наблюдения;

- ежегодно отбирались пробы снега (из всей толщи) и с поверхности эоловых волн разной степени загрождения по опорным профилям длиной до 800 м;

- проводились трехкратное фильтрование снеговой воды, сушка и взвешивание твердого осадка;

- изучался гранулометрический и химический состав эоловых отложений.

Результаты исследования и их обсуждение

Ветер – один из главных агентов эолового рельефообразования в пределах исследуемой территории. Анализ материалов по характеристике ветров холодного периода года в бассейне нижней Томи показал, что в развитии эоловых процессов большое значение имеют сильные или бурные ветры (≥ 15 м/с), а также порывистость ветра, штормы.

Бурные ветры – одно из наиболее часто и ежегодно повторяющихся опасных явлений погоды на юго-востоке Западно-Сибирской равнины, в том числе и территории Томской области. Количество бурных ветров увеличилось за последние 30–35 лет, по сравнению с 1961–1980 гг. примерно на 30% [8]. Анализ данных за 2005–2009 гг. по межгодовой повторяемости сильного ветра в г. Томске показал, что она сильно изменяется по годам (табл. 1).

Таблица 1
Межгодовой ход повторяемости сильного ветра в г. Томске за период 2005–2009 гг. [13]

Год	2005	2006	2007	2008	2009	Всего
Число случаев	14	30	50	48	29	171

Продолжительность бурных ветров в Томске достигает 58 ч, составляя в среднем 7,3 ч. Повторяемость бурь имеет два максимума – весной и осенью, именно в эти сезоны бури наиболее продолжительны.

Ветер исследуемого района характеризуется порывистостью. Порывы ветра фиксируются при средней скорости 5 м/с, если они превышают ее на 5 м/с

[14]. Исследование режима порывистого ветра по данным авиаметрической станции аэропорта Томск (Богашево) за 1996–2003 гг. показали, что среднее число дней с порывистым ветром составляет 41,3 дня при максимальном значении за год – 55 дней. Анализ зависимости частоты порывов ветра от его средней скорости показал, что она выше при средней скорости 7–10 м/с (табл. 2).

Таблица 2
Повторяемость порывов при различной скорости ветра [14]

Скорость ветра, м/с	5–6	7–8	9–10	11–12	13–14	15–16	17–18
Повторяемость порывов, %	7,8	36,7	38,4	12,1	2,6	1,1	1,5

Г.О. Задде, В.В. Севастьяновым, В.И. Слущким и др. обобщены данные по средней и максимальной скорости ветра за 10 мин и рассчитана средняя максимальная скорость ветра при порывах [15]. Для холодного периода года она изменяется от 7,1 до 8,9 м/с (табл. 3).

Таблица 3
Средняя максимальная скорость ветра с учетом порывов, м/с, по данным метеостанции Томск [15]

Месяц	Средняя скорость за 5 лет	Абсолютный максимум
I	7,2	17
II	7,6	24
III	7,1	14
IV	8,9	19
X	7,4	18
XI	7,9	22
XII	8,7	20

Непрерывная продолжительность порывов ветра в 60–80% случаев не превышает одного часа, но в зимний и переходные сезоны она достигает 10 ч и более. В годовом ходе абсолютная повторяемость порывистого ветра максимальна в зимний период и минимальна летом. В последние десятилетия наметилась тенденция увеличения повторяемости штормов, ураганных ветров, когда скорость достигает 25–34 м/с [5; 16]. Например, в марте 1990 г. наблюдалось пять дней со штормовым ветром (до 24 м/с), 7–8 апреля 2014 г. на территории Томской области порывы ветра достигали 28 м/с [17].

Наши полевые наблюдения за скоростью ветра на высоте 1 м над поверхностью пашни в феврале – апреле анемометром АРИ-49 показали, что на пашне средние скорости ветра составляют 3–5 м/с, а во время порывов – 10–25 м/с.

Как известно, интенсивность эоловых процессов зависит от эродирующей способности ветра, т.е. воздействия ветровых нагрузок на поверхность почвы или дефляционного потенциала ветра (ДПВ). Н.С. Евсеевой и В.И. Слущким рассчитан ДВП по зависимости, предложенной Г.А. Ларионовым [7]. Данные о скоростях ветра взяты из наблюдений авиаметрической станции аэропорта Томск (Богашево) за период 1991–2000 гг. Необходимо отметить, что эта станция расположена вблизи пахотных угодий и наблюдения за скоростями ветра наиболее достоверно отражают таковые на пашне. Ветровые нагрузки по каждому месяцу определялись по восьми румбам. Установлено, что средние

значения ДВП без учета порывов изменяются от 0–0,5 (лето) до 17,4–21,8 (зимние месяцы). ДВП с учетом

порывов более высок, особенно в зимне-весенний и осенний сезоны года (табл. 4).

Таблица 4

Дефляционный потенциал ветра с учетом порывов [18]

Месяц	Пороговая скорость, м/с										
	1	5	5,5	7	8	9	10	11	12	13	15
I	31,7	28,4	28,1	22,4	20,4	16,8	13,7	12,6	11,8	10,5	6,4
II	29,5	26,4	26,1	20,3	18,1	14,3	10,9	9,8	9,0	8,0	4,6
III	22,9	18,9	18,7	14,6	13,2	11,0	9,1	8,2	7,5	6,6	4,2
IV	22,6	18,8	18,6	14,1	12,5	9,7	7,2	6,1	5,1	4,2	2,2
V	22,3	18,3	18,0	13,8	12,4	10,1	8,1	7,1	6,1	5,3	3,4
VI	11,9	7,1	6,9	4,1	3,2	2,1	1,1	0,7	0,3	0,2	0,1
VII	10,1	5,3	5,1	2,2	1,4	0,8	0,4	0,3	0,3	0,2	0,1
VIII	11,7	7,0	6,8	4,5	3,9	3,0	2,3	2,0	1,7	1,5	0,7
IX	13,4	9,0	8,8	5,2	4,1	2,9	1,9	1,4	1,1	0,8	0,3
X	23,6	20,1	19,8	14,4	12,5	9,2	6,4	5,3	4,5	3,7	1,6
XI	27,9	24,5	24,3	18,7	16,6	12,9	9,6	8,4	7,5	6,7	4,4
XII	32,5	29,6	29,3	23,2	20,7	15,4	10,6	8,5	6,9	5,6	2,8
Среднее за год	22,5	18,6	18,4	13,8	11,6	9,4	6,8	5,9	5,2	4,3	2,4

Анализ скоростей ветра холодного периода года показывает, что они достаточны для переноса снега, поскольку дефляция снежного покрова происходит при скоростях ветра около 10 км/ч (2,8 м/с). Массовый перенос снега начинается на высоте 20 см над поверхностью при 5–6 м/с [19]. Ветер переметает снег, переотлагает его, а наветренные склоны, возвышенные участки мезо-и микрорельефа пашни периодически оказываются лишенными снега. Об это свидетельствует меньшая толщина снега на таких участках: от 0 до 30–40 см против 60–70 см и до 200–240 см в сугробах в период максимального снегонакопления (рис. 1, А, Б). Обнаженные участки почвы подвергаются дефляции.

Важным элементом потенциальной дефляции является показатель эродируемости почвы или противодефляционная устойчивость почв (Пд). Почвы юго-востока Западной Сибири обладают высокой распыленностью и уязвимы к сильным ветрам [20]. В исследуемом районе содержание частиц менее 1 мм достигает 90% у подзолистых, дерново-подзолистых, серых лесных почв и черноземов выщелочных и оподзоленных. Нами рассчитана противодефляционная устойчивость почв верхних горизонтов почв (0–20 см) по методике Г.А. Ларионова. В зависимости от

механического состава, содержания гумуса, карбонатов Пд изменяется в диапазоне: у подзолистых почв – 0–50; у дерново-подзолистых – 10–49; у серых лесных – от 24 до 57; у черноземов выщелочных – от 48 до 75. Г.А. Ларионовым предложен переход от относительной характеристики противодефляционной устойчивости к пороговым скоростям (табл. 5). Сопоставление данных по скоростям ветра и Пд бассейна нижней Томи показывает, что ветер в агроландшафтах южной тайги и подтайги способен вызывать значительную дефляцию почв.

3. Как известно, эоловые процессы делятся на деструктивные и аккумулятивные.

Деструктивные процессы в агроландшафтах бассейна нижней Томи наиболее полно изучались на ключевых участках «Лучаново» и «10 км», а также на основе маршрутных наблюдений. Очагами дефляции являются наветренные склоны мезо-и микрорельефа пашни, а также гребни пашни в случае глубокой осенней вспашки (30–40 см). Размеры очагов дефляции, наиболее характерные для склонов южной экспозиции, изменяются от долей квадратных метров до 4 га. Средняя глубина выдувания почвы, рассчитанная нами по методике М.Е. Бельгибаева [21], за годы наблюдений изменялась от 0 до 0,4 мм, но чаще 0,01–0,02 мм.



А



Б

Рис. 1. Залегание снежного покрова в агроландшафтах Томь-Яйского междуречья: А) сугробы у лесополос, кромок леса (фото М.А. Каширо); Б) очаги дефляции на пашне (фото З.Н. Квасниковой)

Противодефляционная устойчивость почв (Пд) и пороговые скорости ветра [12]

Пд	15	16–25	26–35	36–50	51–65	66–75	76–85	86–95	Больше 96
Пороговая скорость ветра, м/с	6	7	8	9	10	11	12	13	14

Аккумулятивные процессы. Выдутые частицы почв уносятся от очага дефляции на различные расстояния и отлагаются на поверхности снега при ослаблении скорости ветра, перед препятствиями (рис. 2).



А



Б

Рис. 2. Аккумуляция эоловых частиц в агроландшафтах Томь-Яйского междуречья: А – у опушки леса; Б – частицы почвы на поверхности снега пашни (фото З.Н. Квасниковой)

Интенсивность эоловой аккумуляции определялась нами по содержанию частиц на 1 м^2 . Необходимо

отметить, что интенсивность эоловой аккумуляции в исследуемом районе в течение холодного периода года (октябрь–апрель) оценивалась нами по ее максимальному проявлению в год наблюдения. Известно, что аккумуляция эолового материала в толще снега и на его поверхности неравномерна: максимум его накапливается на участках формирования эоловых волн (ряби) и гораздо меньше – между эоловыми волнами. Например, мощность отложившегося мелкозема на поверхности снега в пределах эоловых волн в 1996 г. достигала 13 мм, в 2003 г. – 30 мм, а между эоловыми волнами визуально и инструментально определить толщину твердого осадка невозможно. Весной в годы интенсивного проявления процессов дефляции эоловая рябь покрывает до 70–75% поверхности снега, а в отдельные годы на склонах южной экспозиции – до 90% (2004 г.). В 2003–2005 гг. отмечался значительный процент загрязнения площади пашни эоловыми частицами как на склонах южной экспозиции, так и на склонах северной экспозиции.

Вследствие неравномерности накопления эолового материала загрязненные прослойки снега наблюдались не во всех шурфах, заложенных в толще снега. Наиболее часто они встречаются в толще снега депрессий рельефа и в сугробах. За годы наблюдений количество прослоек загрязненного снега изменялось от 0–1 (1993, 1996, 2010, 2011, 2014) до 3–5 штук (1989, 1990, 1995, 2001, 2003, 2004, 2009). Толщина загрязненных прослоек снега варьировала от 3–5 мм до 10–15 см. Наибольшей толщины достигают загрязненные прослойки снега в случае осенней активизации эолового процесса – до 15 см (1991, 2012). Эти прослойки приурочены к средней и нижней частям толщи снега в шурфах.

За 25-летний период наблюдений отмечались годы с разной интенсивностью аккумуляции эолового материала на единицу площади в г/м^2 . Согласно Е.М. Любцовой (2004), она может быть подразделена на слабую – менее 50 г/м^2 , умеренную – $50\text{--}100$; среднюю – $100\text{--}200$; сильную – $200\text{--}500$; очень сильную – $500\text{--}1\,000$ и чрезвычайно сильную – более $1\,000 \text{ г/м}^2$ [22].

В табл. 6 приведены примеры интенсивной аккумуляции эолового материала за холодный период с указанием наибольшего проявления эоловых процессов по сезонам года.

В составе эоловых отложений преобладают фракции пыли – от 46 до 83,5%, содержание гумуса в пробах изменялось от 2,2 до 5,1%. Эоловые отложения имеют тесную генетическую связь с почвами исследуемого региона. Кроме того, в составе изучаемых осадков присутствует и пыль, приносимая воздушными потоками из других регионов [23]. Сравнительный анализ интенсивности аккумуляции эолового материала на пашне и в кедровом лесу показывает, что в кедровом лесу накапливается незначительное количество эоловых осадков (табл. 6). Наблюдения за накоплением эоловых осадков в снегу на поле со

стерней показали, что в снеге накапливалось от 2,54 до 26 г/м².

Сопоставления данных по интенсивности эолового аккумуляции и чисел Вольфа показывает, что однознач-

ного совпадения не отмечается, наблюдается сдвиг интенсивности эолового процесса относительно максимумов солнечной активности. В целом отмечается цикличность проявления – от 1 до 5–6 лет (рис. 3, табл. 6).

Таблица 6

Интенсивность аккумуляции эолового материала на южных склонах пашни в холодный период года

Год наблюдения	Количество прослоек загрязненного снега в шурфах	Интенсивность аккумуляции, г/м ²		Наибольшая активизация процесса по сезонам
		Пашня	Кедровый лес	
1990	1–5	до 512	–	Зима–весна
1993	0	10	–	Слабое развитие процесса. В холодный период года
2000	1–2	> 200	–	Зима–весна
2001	1–5	до 344	–	Осень–зима
2002	0–1	до 305	–	Весна
2003	0–3	до 824	–	Зима–весна
2004	1–4	до 640	–	Осень–зима
2005	0–1	до 376	–	Весна
2006	0–1	до 85	–	Зима–весна
2007	0–1	до 45	до 13,9	Осень–зима
2008	0	до 83	до 18,8	Весна
2009	1–3	до 220	до 83,8	Осень–зима
2010	0	до 42	до 24,6	Весна
2011	0	до 109	до 5,3	Весна
2012	0–1	местами >1000	до 6,6	Осень
2013	0–1	менее 1,0	–	Равномерное. Осень–весна
2014	0	до 15,5	до 14	Равномерное. Осень–весна

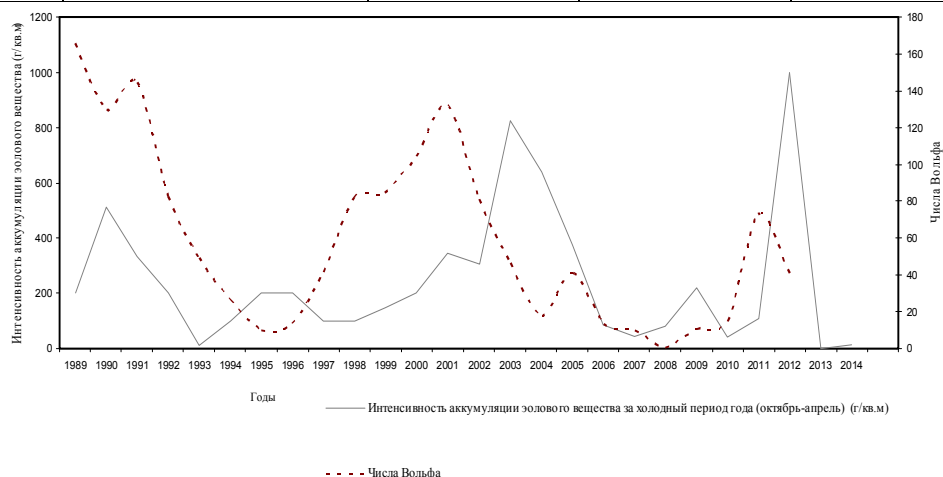


Рис. 3. Сопоставление цикличности проявления солнечной активности и интенсивности аккумуляции эолового материала на пашне Томь-Яйского междуречья

Выводы

В ходе 25-летних наблюдений установлено, что скорости ветра в бассейне нижней Томи значительны и способны вызывать дефляцию почв в агроландшафтах; почвы региона характеризуются высокой распыленностью, они уязвимы к сильным ветрам, так как противодефляционная устойчивость их невысока; средняя глубина выдувания почвы за годы наблюдений за разные отрезки времени и в зависимости от величины очагов дефляции изменялась от 0 до 0,4 мм; интенсивность аккумуляции эолового материала за

холодный период года (октябрь–апрель) в течение 1989–2014 гг. от 1 г/м² (2013 г.) до более 1 000 г/м² (2012 г.); в эоловых отложениях преобладают фракции пыли, содержание гумуса в ряде проб достигает 4–5%. Эоловые осадки имеют тесную генетическую связь с почвами региона, а эоловые процессы по площади развития относятся к локальным; отмечается цикличность проявления процесса – от 1 до 5–6 лет, что объясняется, по нашему мнению, особенностями глобальной циркуляции атмосферы, проявляющимися в различных метеорологических характеристиках, а также и региональными синоптическими процессами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белоцерковский М.Ю., Кирюхина З.П., Ларионов Г.А. Опыт количественной оценки эрозионно-и дефляционноопасных земель бассейнов Оби и Иртыша при разработке схемы комплексного использования природных ресурсов // Вестник МГУ. Сер. 5. География. 1984. № 5. С. 3–9.

2. Сажин А.Н., Васильев Ю.И. Географические закономерности современной дефляции в степях Восточной Европы и Западной Сибири // Геоморфология. 2003. № 1. С. 79–82.
3. Сажин А.Ю., Васильев Ю.И., Чичагов В.П., Ларионов Г.А. Эоловый морфогенез и современный климат Евразии. I. Динамика атмосферы, блокирующие и эоловые процессы // Геоморфология. 2012. № 3. С. 10–20.
4. Трифонова Л.И. Климат // География Томской области. Томск, 1988. С. 42–76.
5. Природные опасности России. Гидрометеорологические опасности. Т. 5 / под ред. Г.С. Голицына, А.А. Васильева. М. : Издательская фирма «КРУК», 2001. 296 с.
6. Слуцкий В.И. Ветроэнергетические ресурсы // Кадастр возможностей / под ред. Б.В. Лукутина. Томск : Изд-во НТЛ, 2002. 280 с.
7. Евсеева Н.С., Слуцкий В.И. Климатический фактор развития эоловых процессов на юго-востоке Западно-Сибирской равнины // География и природные ресурсы. 2005. № 4. С. 75–79.
8. Евсеева Н.С., Ромашова Т.В. Опасные метеорологические явления как составная часть природного риска (на примере юга Томской области) // Вестник Томского государственного университета. 2011. № 353. С. 199–204.
9. Lancaster N. Aeolian features and processes // Geological Monitoring / R. Young, L. Norby. Boulder, Colorado, Geological Society of America. 2009. P. 4–25.
10. Захаров П.С. Эрозия почв и меры борьбы с ней. М. : Колос, 1978. 176 с.
11. Калынов К.С. Развитие эоловых процессов и ветровой эрозии почв на территории СССР // География процессов эрозии. 1986. С. 2–24.
12. Ларионов Г.А. Эрозия и дефляция почв: основные закономерности количественная оценка. М. : Изд-во Моск. ун-та, 1993. 200 с.
13. Ананов П.Г., Зяблицкая К.Н. Сильный ветер в районе г. Томска // Контроль окружающей среды и климата «КОСК-2010» : материалы VII Всерос. симпозиума, Томск, 5–7 июля 2010. Томск : Аграф-Пресс, 2010. С. 202–204.
14. Рыбина Н.П., Слуцкий В.И. Порывистость ветра в районе г. Томска // Материалы Шестого Сибирского совещания по климато-экологическому мониторингу 14–16 сентября 2005 г. Томск, 2005. С. 23–29.
15. Кадастр возможностей / под ред. Б.В. Лукутина. Томск : Изд-во НТЛ, 2002. 280 с.
16. Ромашова Т.В. Климатические изменения на юге Томской области в глобальном контексте // Актуальные проблемы экологии и природопользования Сибири в глобальном контексте : сб. ст. в двух частях. Часть вторая. Томск : Изд-во Том. политехн. ун-та, 2007. С. 334–337.
17. Стихия разыгралась // АИФ. Томск. 2014. 9–15 апр.
18. Евсеева Н.С. Современный морфолитогенез юго-востока Западно-Сибирской равнины. Томск : Изд-во НТЛ, 2009. 484 с.
19. Снег. Справочник / под ред. Д.М. Грея, Д.Х. Мейла. Л. : Гидрометеониздат, 1986. 752 с.
20. Долгилевич М.И. Особенности ветровой эрозии почв и применение агролесомелиоративных мероприятий в Западной Сибири // Защита почв Сибири от эрозии и дефляции. Новосибирск, 1981. С. 15–22.
21. Бельгизбаев М.Е. Природные условия дефляции почв и почвенно-эрозионное районирование Северо-Тургайской равнины : автореф. дис. ... канд. геогр. наук. Алма-Ата : ИГ КазССР, 1972. 22 с.
22. Любцова Е.М. Эоловая миграция вещества и ее роль в распространении фтора в ландшафтах юга Минусинской котловины // География и природные ресурсы. 1994. № 2. С. 86–91.
23. Евсеева Н.С., Квасникова З.Н. Современные эоловые процессы юго-востока Западно-Сибирской равнины // Геоморфология. 2010. № 3. С. 40–46.

Статья представлена научной редакцией «Науки о Земле» 18 мая 2015 г.

INTENSITY AND PERIODICITY OF EOLIAN PROCESSES IN AGROLANDSCAPES OF SUB-BOREAL FOREST IN THE TOM RIVER LOWER BASIN

Tomsk State University Journal, 2015, 397, 233–239. DOI: 10.17223/15617793/397/37

Evseeva Nina S., Kvasnikova Zoia N. Tomsk State University (Tomsk, Russian Federation). E-mail: zojkwas@rambler.ru

Keywords: deflation; erosion and accumulation processes; Eolian sediments; agrolandscapes; Tomsk Oblast.

Eolian processes connected with erosion, disposal and alluviation of sedimentary rocks are usually developed in the natural zones as well as in the arable areas. They are known to be the most developed ones in deserts and semideserts where they draw attention of many scientists. In the forest area of the West Siberian Plain, these processes have been understudied so far. The taiga and sub-boreal forest in the Ob and Irtysh basins are referred to either as a deflation free zone or the zone of accumulation of eolian material. Deforestation, tilting wildlands, public utilities construction contribute to the development of eolian processes. On farm lands, especially on the croplands, where deflation sites occur, eolian erosion causes the decrease in humus layer thickness, loss of nutrients and fertilizers, change of the soil texture. At the sites of accumulation, there might be crop covering up and the textural and chemical composition of soils changes as well. Besides, the relief of croplands is gradually changing: windward slopes are becoming steeper, whereas at the sites of accumulation either surface smoothing is observed or nanorelief is formed. In general, the sustainability of geosystems and the process of soil self-restoring are destroyed, erosion develops. In the course of our 25 year-observations it was found out that the wind velocity in the basin of the Tom River is significant and it can cause soil deflation in agrolandscapes; a high dust mulch is typical for the regional soils. Also, they are attacked by strong winds since their antideflation resistance is not high. The mid depth of soil retirement during our observations at different periods of time varied from 0 to 0.4 mm caused by the deflation size; the intensity of eolian material accumulation during the cold period of the year (October – April) during the 1989–2014 period varied from 1 g/m² (2013) to more than 1000 g/m² (2012). Dust fractions predominate in the eolian deposits, humus content reaching 4–5 % in some samples. Eolian sediments have a close genetic link with regional soils. Eolian processes by the area of development pertain to local ones; periodicity in processes is clearly expressed: from 1 to 5–6 years, suggesting some peculiarities of global atmospheric circulation as seen in different meteorological characteristics as well as in regional synoptic processes.

REFERENCES

1. Belotserkovskiy, M.Yu., Kiryukhina, Z.P. & Larionov, G.A. (1984) Opyt kolichestvennoy otsenki erozionno-i deflyatsionnoopasnykh zemel' basseynov Obi i Irtysha pri razrabotke skhemy kompleksnogo ispol'zovaniya prirodnnykh resursov [Experience of quantifying erosion and deflation of lands of the Ob and Irtysh basins in the development of complex usage of natural resources]. *Vestnik MGU. Ser. 5. Geografiya – Moscow University Vestnik. Series 5. Geography*. 5. pp. 3–9.
2. Sazhin, A.N. & Vasil'ev, Yu.I. (2003) Geographic regularities of modern deflation in steppes of eastern Europe and West Siberia. *Geomorfologiya – Geomorphology RAS*. 1. pp. 80–93. (In Russian).

3. Sazhin, A.Yu. et al. (2012) Eolian morphogenesis and recent climate of Eurasia (Paper 1. Atmosphere dynamics, blocking and eolian processes. *Geomorfologiya – Geomorphology RAS*. 3. pp. 10–20. (In Russian).
4. Trifonova, L.I. (1988) Klimat [Climate]. In: Zemtsov, A.A. (ed.) *Geografiya Tomskoy oblasti* [Geography of Tomsk Oblast]. Tomsk: Tomsk State University.
5. Golitsyn, G.S. & Vasil'ev, A.A. (eds.) (2001) *Prirodnye opasnosti Rossii. Gidrometeorologicheskie opasnosti* [Natural hazards in Russia. Hydrometeorological hazards]. V. 5. Moscow: KRUK.
6. Slutskiy, V.I. (2002) Vetroenergeticheskie resursy [Wind energy resources]. In: Lukutin, B.V. (ed.) (2002) *Kadastr vozmozhnostey* [The inventory of opportunities]. Tomsk: NTL.
7. Evseeva, N.S. & Slutskiy, V.I. (2005) Klimaticheskiy faktor razvitiya eolovykh protsessov na yugo-vostoke Zapadno-Sibirskoy ravniny [The climatic factor in the development of aeolian processes in the southeast of the West Siberian plain]. *Geografiya i prirodnye resursy*. 4. pp. 75–79.
8. Evseeva, N.S. & Romashova, T.V. (2011) Dangerous meteorological phenomena as a constituent of natural risk (by example of the south of Tomsk Region). *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta – Tomsk State University Journal*. 353. pp. 199–204. (In Russian).
9. Lancaster, N. (2009) Aeolian features and processes. In: Young, R. & Norby, L. (eds.) *Geological Monitoring*. Boulder, Colorado, Geological Society of America. pp. 4–25.
10. Zakharov, P.S. (1978) *Eroziya pochv i mery bor'by s ney* [Soil erosion and measures to combat it]. Moscow: Kolos.
11. Kal'yanov, K.S. (1986) Razvitie eolovykh protsessov i vetrovoy erozii pochv na territorii SSSR [The development of Eolian processes and wind erosion in the USSR]. In: *Geografiya protsessov erozii* [Geography of erosion processes].
12. Larionov, G.A. (1993) *Eroziya i deflyatsiya pochv: osnovnye zakonomernosti kolichestvennaya otsenka* [Soil erosion and deflation: basic quantitative assessment]. Moscow: Moscow State University.
13. Ananova, P.G. & Zyablitskaya, K.N. (2010) [Strong winds in the area of Tomsk]. Kontrol' okruzhayushchey sredy i klimata "KOSK-2010" [Control of the environment and climate "KOSK-2010"]. Proc. of the VII All-Russian Symposium 5th to 7th July 2010. Tomsk. Tomsk : Agraf-Press. pp. 202–204. (In Russian).
14. Rybina, N.P. & Slutskiy, V.I. (2005) [Gusty winds in the area of Tomsk]. *Proc. of the Sixth Siberian Meeting on the Climate and Environmental Monitoring*. 14th to 16th September 2005. Tomsk. pp. 23–29. (In Russian).
15. Lukutin, B.V. (ed.) (2002) *Kadastr vozmozhnostey* [The inventory of opportunities]. Tomsk: NTL.
16. Romashova, T.V. (2007) [Climate change in the south of Tomsk Oblast in the global context]. *Aktual'nye problemy ekologii i prirodopol'zovaniya Sibiri v global'nom kontekste* [Topical problems of ecology and nature of Siberia in the global context]. Pt. 2. Tomsk: Tomsk Polytechnic University. pp. 334–337. (In Russian).
17. Anon. (2014) Stikhiya razygralas' [Nature went wild]. *AIF. Tomsk*. 9–15 April.
18. Evseeva, N.S. (2009) *Sovremennyy morfologicheskyy yugo-vostoka Zapadno-Sibirskoy ravniny* [Modern morpholithogenesis of the southeast of the West Siberian Plain]. Tomsk: NTL.
19. Gray, D.M. & Mehl, D.H. (eds.) (1986) *Sneg. Spravochnik* [Snow. A reference book]. Leningrad: Gidrometeoizdat.
20. Dolgilevich, M.I. (1981) Osobennosti vetrovoy erozii pochv i primeneniye agroforestnykh meropriyatiy v Zapadnoy Sibiri [Features of soil erosion and the use of agroforestry activities in Western Siberia]. In: Kashtanov, A.N. (ed.) *Zashchita pochv Sibiri ot erozii i deflyatsii* [Protection of Siberian soil from erosion and deflation]. Novosibirsk: Nauka.
21. Bel'gibaev, M.E. (1972) *Prirodnye usloviya deflyatsii pochv i pochvenno-erozionnoye rayonirovanie Severo-Turgayskoy ravniny* [Natural deflation of soils and soil-erosion zoning of the North Turgay Plain]. Abstract of Geography Cand. Diss. Alma-Ata: IG KazSSR.
22. Lyubtsova, E.M. (1994) Eolovaya migratsiya veshchestva i ee rol' v rasprostraneniі flory v landshtafakh yuga Minusinskoy kotloviny [Eolian migration of the substance and its role in the spread of floristic elements in the landscapes of the South Minusinsk depression]. *Geografiya i prirodnye resursy*. 2. pp. 86–91.
23. Evseeva, N.S. & Kvasnikova, Z.N. (2010) Recent Eolian processes in the south-eastern West Siberia. *Geomorfologiya – Geomorphology RAS*. 3. pp. 40–46. (In Russian).

Received: 18 May 2015