НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ИНСТИТУТ МОНИТОРИНГА КЛИМАТИЧЕСКИХ И ЭКОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

ТОМСКОЕ ОБЛАСТНОЕ ОТДЕЛЕНИЕ РУССКОГО ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА

ГЕОМОРФОЛОГИЯ И ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ СИБИРИ В XXI ВЕКЕ

Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения

заслуженного работника высшей школы Российской Федерации, почетного члена Русского географического общества, профессора, доктора географических наук

ЗЕМЦОВА АЛЕКСЕЯ АНИСИМОВИЧА

Томск 2020

ЭОЛОВАЯ СЕДИМЕНТАЦИЯ НА ЮГО-ВОСТОКЕ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

Н.С. Евсеева, З.Н. Квасникова, М.А. Каширо, А.С. Батманова
Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

Аннотация. В статье приведена оценка интенсивности эоловой седиментации на территории западного склона Томь-Яйского междуречья. Дефляция и аккумуляция развиваются преимущественно в холодное время года (октябрь-апрель). Сравнительный анализ гранулометрического и химического составов показал, что эоловые осадки имеют тесную генетическую связь с почвами региона.

Ключевые слова: эоловые процессы, седиментация, Томская область.

AEOLIAN SEDIMENTATION IN THE SOUTH-EAST OF THE TOMSK REGION

N.S. Evseeva, Z.N. Kvasnikova, M.A. Kashiro, A.S. Batmanova
National research Tomsk state University, Tomsk, Russia

Abstract. Intensity of aeolian sedimentation is evaluated for the western slope of the Tom-Yaya interfluve. Deflation and accumulation develop principally in the cold season (October to April). Comparative analyses of particle-size distribution with the chemical composition of the samples showed that aeolian sediments have genetic relation to the region's soils.

Key words: aeolian processes, sedimentation, Tomsk region.

Эоловые процессы, связанные с дефляцией, транспортировкой и аккумуляцией осадков, распространены преимущественно в аридных и семиаридных природных зонах. Необходимыми условиями для их развития являются сильные ветры, рыхлые поверхностные отложения, отсутствие или слабое развитие растительного покрова. В результате в атмосфере вышеуказанных природных зон формируются эоловые потоки песка, пыли, солей и аэрозолей. Концепция потоков создана работами В.И. Вернадского, Б.Б. Полынова, М.А. Глазовской, А.И. Перельмана, В.П. Чичагова и др. Особенностью эоловых потоков, по сравнению с водными, является большой фронт распространения в длину, ширину и высоту. Ветер, как движение атмосферы, охватывает всю 8–10-километровую воздушную оболочку Земли и проникает в виде почвенного воздуха в поверхностные горизонты планеты [1].

Работы, посвященные изучению глобальных потоков и миграции минерального вещества на уровне межгеосферного обмена, показывают, что в период до антропогенного воздействия на литосферу ежегодный вынос пыли в атмосферу не превышал 0,05 т/га. В настоящее время общее мировое продуцирование пыли, по разным оценкам, достигает 0,34 т/га. Скорость седиментации эоловых осадков меняется в зависимости от климатических зон и в среднем для всего мира составляет 0,1–1 мм / 1000 лет или 0,0001–0,001 мм/год [8, 13].

Влияние эоловых процессов на компоненты ландшафта и природные процессы в биосфере сложнее и многообразнее, по сравнению с влиянием водной эрозии. Это связано с огромными масштабами площади контакта эоловых потоков с сушей, акваторией, атмосферой [1]. Экологическое значение эоловых процессов имеет как отрицательные, так и положительные стороны. Во многих странах мира проводится изучение эоловых процессов. Например, ученые США в последние годы уделяют большое внимание изучению интенсивности дефляции и аккумуляции эоловых наносов, формируемому ими рельефу, а также исследованию гранулометрического, химического, минералогического состава наносов, их геоэкологического влияния на растительный покров и на геосистемы в целом на локальном и региональном уровнях [16–19]. Проводятся подобные работы и в России [2, 9, 13, 14]. Исследований по изучению интенсивности локальных эоловых процессов в отдельных регионах, особенно в лесной зоне юго-востока Западной Сибири, немного. Чаще всего юго-восток Западно-Сибирской равнины относят к зоне накопления эолового материала из потоков воздуха, поступающих из Казахстана [13]. Наши полевые наблюдения в течение 1989–2019 гг. на примере Томь-Яйского междуречья (юго-восток Томской области) показали, что локальные процессы выдувания, переноса и аккумуляции вещества происходят во все сезоны года [3–5].

Цель работы – определение генезиса и оценка интенсивности седиментации атмосферных выпадений в пределах западного макросклона Томь-Яйского междуречья в Томской области.

Объектом исследования является ключевой участок западного макросклона Томь-Яйского междуречья (юго-восток Томской области). Это один из наиболее возвышенных участков территории области, абсолютные высоты достигают 200–270 м, а относительные изменяются от долей метра до 80 м. Западный склон междуречья расчленен густой сетью малых рек (Басандайка, Ушайка, Киргизка, Тугояковка). С поверхности междуречье перекрыто чехлом покровных отложений, в основном, лессовидных суглинков, супесей. Преобладающей фракцией для лессовых отложений является пылеватая (55–86%), основную массу обломочного материала составляют кварц (30–70%) и полевые шпаты (15–44%). Климат территории континентальный, среднегодовая температура воздуха изменяется от -0,6 до + 1,22°С. Среднегодовая сумма осадков – около 600 мм. Исследуемый район расположен в зоне мелколиственных лесов. В почвенном покрове междуречья доминируют серые лесные оподзоленные почвы и их подтипы. Более подробная характеристика исследуемой части Томь-Яйского междуречья приведена в [3–5].

Ветер – один из основных агентов ветровой эрозии почв, в том числе, и в холодный период года, когда земная поверхность закрыта снегом. Рыхлый снег легко взметается даже при небольших скоростях ветра – примерно 2,8 м/с. Наибольшая скорость метелевого переноса наблюдается на ровных открытых пространствах. В результате дефляции снежной толщи на наветренных участках агроландшафтов образуются обнаженные пятна – очаги дефляции почв.

Изучение ветрового режима территории России и Томской области в последние годы показало, что Томь-Яйское междуречье относится к району развития сильного ветра [6, 7, 11]. Согласно районированию территории России по максимальной скорости ветра, а также с учетом порывов, они могут достигать на исследуемой территории 25–34 м/с, а продолжительность порывов изменяется от 1 до 10 часов. Сильные ветры быстро иссушают почвы на поверхности пашни и вызывают их выдувание, перенос и аккумуляцию. Так, ветры со скоростью в 11–13 м/с способны переносить сухие частицы размером 1,0–1,5 мм. Скорости ветровой эрозии варьируют в широких пределах и зависят от текстуры почв или осадка и степени сцепления почвенной корки. Самые высокие показатели выноса мелкозернистых отложений связаны с почвами суглинистой структуры, особенно там, где их поверхность была нарушена антропогенной деятельностью.

Пашенное земледелие в пределах Томь-Яйского междуречья началось с приходом русских людей в XVII в.: вначале были распаханы земли в районе г. Томска, в 20-е годы – в районе с. Спасское (ныне Коларово). С появлением дефляции почв столкнулись уже первые земледельцы. В настоящее время на территории Томь-Яйского междуречья, площадью более 4,5 тыс. км^2 (в пределах области), в сельскохозяйственном отношении освоены около 30 %.

Для выявления генезиса атмосферных выпадений и оценки интенсивности эоловой седиментации нами были использованы различные приемы и методы:

1) полевые исследования дефляционных процессов, включающие ежегодную снегосъемку по опорным профилям на ключевом участке в микромасштабе; наблюдения за накоплением эолового наноса в снежной толще и на его поверхности; определение глубины оттаивания почв на склонах разной экспозиции; измерение скорости ветра;

2) ежегодный отбор проб снега и почв по общепринятым методикам [12]. Для полевого определения интенсивности дефляции почв в холодное время года нами производился отбор верхнего слоя снега (до 2 см) с единицы площади по профилям. Методика опробования описана в ряде работ [3- 5]. В настоящей работе использована выборка проб за 2001–2019 гг.

Наши исследования за эоловыми процессами на территории Томь-Яйского междуречья позволили установить, что они развиваются круглый год и представлены дефляцией, переносом и аккумуляцией. Одним из показателей интенсивности развития эоловых процессов является аккумуляция наносов. Интенсивность этого процесса определялась нами по накоплению осадка за период устойчивого залегания снежного покрова (СП), за отдельные отрезки времени во время

снеготаяния, когда на поверхности СП образуется эоловая рябь [4]. Установлено, что за 30-летний период наблюдений в снежной толще на пашне западного склона Томь-Яйского междуречья за 123–150 суток средняя интенсивность седиментации эолового материала, согласно Е.М. Любцовой [10], изменялась от слабой - < 50 г/м^2 (43,3% лет) до сильной – 200–500 г/м^2 (26,7%) и очень сильной 500–1000 г/м^2 (10%). На долю лет со средней интенсивностью аккумуляции – 100–200 г/м^2 и умеренной – 50–100 г/м^2 пришлось по 10% года. В таблице 1 приведены примеры ряда лет с разной степенью интенсивности седиментации в снежной толще.

Таблица 1 – Примеры интенсивности эоловой седиментации в разные годы наблюдений на пашне южной экспозиции ключевого участка западного склона Томь-Яйского междуречья

Сроки наблюдений	Кол-во суток	Интенсив-ность аккумуляции, пашня, г/м^2	Толщина снежного покрова, см	Кол-во загрязнен-ных прослоек в шурфе	Агрофон
30.10.1989–25.03.1990	144	301,0	53	5	Зябь боронованная
27.10.1991–24.03.1992	147	4,23	52	-	Чередование зяби и всходов трав
15.10.2002–15.03.2003	150	550,0	51	1–3	Зябь с куртинами трав
29.10.2011–02.03.2012	123	752,4	29	1–4	Чередование зяби и всходов многолетних трав
15.10.2016–15.03.2017	150	22,0	70	-	Зябь с контурным боронованием
26.10.2018–16.03.2019	130	23,2		-	Зябь боронованная

Наши наблюдения показывают, что минимальное количество эолового материала накапливается на наветренных склонах пашни, в глубине кедрового леса, а максимальные – в депрессиях рельефа, у лесополос и кромки кедрового леса [4]. В снежной толще в глубине кедрового леса аккумуляция эоловой пыли даже в максимальном значении в 40 раз меньше, чем, в среднем, на южных склонах пашни.

Дефляция почв ежегодно развивается и во время снеготаяния, когда с освободившейся от снега почвы сильные ветры выдувают частицы почвы, переносят их на разные расстояния и отлагают на поверхности снега, образуя эоловую рябь (волны). В годы активного развития дефляционных процессов эоловая рябь покрывает до 75–80% площади пашни ключевого участка (рис. 1). Отложение пыли на эоловых волнах неравномерное – от долей грамма до 320 г/м2 (табл. 2). Сравнительный анализ данных, представленных в таблице 2, показывает, что развитие ветровой эрозии во время снеготаяния также неравномерно во времени и пространстве. Интенсивность осаждения эолового наноса на пашне различается на много порядков. Таким образом, на пашне формируются эоловые потоки местного (локального) значения.

А Б

Рисунок 1 – Интенсивность развития эолового процесса (аккумуляции) в холодный период года на пашне ключевого участка западного склона Томь-Яйского междуречья: А – 2016 год со слабым развитием, Б – 2015 год с сильным развитием ветровой дефляции

Основной акцент в определении генезиса атмосферных выпадений в холодный период года был направлен на сравнительный анализ гранулометрического и химического составов частиц, заключенных в снежной толще, а также верхних горизонтов почв пашни ключевого участка. Исследования показали, что в гранулометрическом составе атмосферных выпадений, как в снежной толще, так и на поверхности снега преобладают пылевые частицы различных фракций (в среднем, крупная пыль – 37,5%; средняя пыль 9,45 %, мелкая пыль – 10,98 %).

Таблица 2 – Примеры интенсивности аккумуляции эолового наноса на поверхности снега ключевого участка во время снеготаяния (март-апрель

Годы сроки наблюдений	Кол-во суток	Интенсивность аккумуляции, г/м^2					
		Пашня, южный склон				Кедровый лес	
		макс.	мин.	среднее	за сутки	макс.	мин.
1990 25.03–08.04	14	102,4	18,2	67,2	4,8	1,8	0,1
1993 16.03–24.03	8	7,8	0,1	2,5	0,3	-	-
2002 14.04–17.04	3	224,5	28,6	101,7	33,9	0,5	0,2
2011 10.03–18.03	7	92,6	0,1	46,3	6,6	-	-
2015 14.03–11.04 11.04–25.04	 28 14	 36,5 320,0	 0,1 3,9	 8,2 74,1	 0,3 5,3	 - -	-
2017 15.03–15.04	31	3,3	0,2	1,5	0,1	-	-
2019 18.04–27.04	9	10,6	1,2	5,4	0,6	-	-

На фотографии образца (рис. 2) присутствуют мелкие угловато-округлые зерна кварца и полевых шпатов среди частиц глинистых минералов. Состав осадка аналогичен подстилающей породе в исследуемом районе – лёссовидным суглинкам.

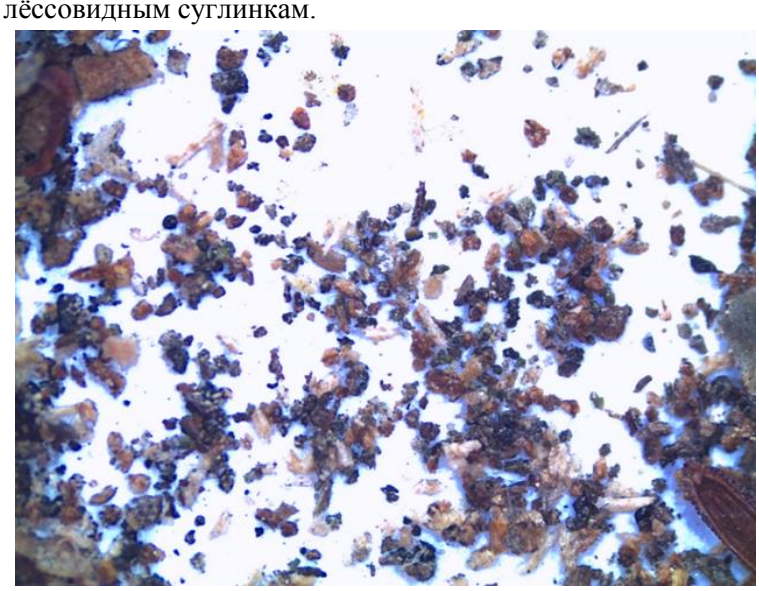

Рисунок 2 – Фотография образца эолового осадка с поверхности снега на ключевом участке (увеличено под микроскопом

Сравнение среднего содержания тяжелых металлов в эоловых отложениях также показывает близость их химического состава с литогенным субстратом верхних горизонтов почв пашни плакорных местоположений (рис. 3).

	Pb	Cu	Sn	Mn	Ba	Co	V	Sr	Cr	Ni	Zn
эоловые отложения	19,1	25,8	2,8	694,2	299,2	12,6	70,1	216,7	46,9	30,2	58,7
почвы пашни	17,1	26	3,8	626	278,6	12	59,8	217	46	38	42

Рисунок 3 – Среднее содержание микроэлементов в эоловых отложениях и почвах пашни ключевого участка с 2001 по 2019 г., мг/кг

Влияние глобального и регионального переноса атмосферных выпадений, в том числе, антропогенного происхождения, безусловно, есть. Но его воздействие на химический состав эоловых отложений холодного периода года в исследуемого района незначительно. Эоловые отложения исследуемой территории имеют тесную генетическую связь с почвами региона, то есть, их гранулометрический и химический составы определяются прежде всего локальными дефляционными процессами.

Библиографический список

1. Бельгибаев М.Е. Типология эоловых процессов и их влияние на геосферы и ландшафты // Матлы XXXV Пленума Геоморфологической комиссии РАН. – Т. 1. – Симферополь, 2016. – С. 15–20.

2. Гендугов В.М., Глазунов Г.П. Ветровая эрозия почв и запыление воздуха. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. – 240 с.

3. Евсеева Н.С., Квасникова З.Н. Эоловые процессы холодного периода в агроландшафтах юго-востока Западно-Сибирской равнины и их ландшафтно-геохимическое значение // Вестник Томского государственного университета. 2009. – № 322. – С. 258–260.

4. Евсеева Н.С., Квасникова З.Н., Каширо М.А., Батманова А.С. Современный эоловый морфолитогенез холодного периода года на юго-востоке зоны подтайги Западно-Сибирской равнины // Геосферные исследования. 2017. – № 2. – С. 6–13.

5. Евсеева Н.С., Квасникова З.Н., Ромашова Т.Н., Осинцева Н.В. Ветровая эрозия почв в холодной период года на Томь-Яйском междуречье (Западная Сибирь) // География и природные ресурсы. 2003. – № 3. – С. 101–105.

6. Кадастр возможностей / Под ред. Б.В. Лукутина. – Томск: Изд-во НТЛ, 2002. – 280 с.

7. Климат России. – СПб.: Гидрометеоиздат, 2001. –656 с.

8. Кукал З. Скорость геологических процессов: Пер с чешск. – М.: Мир, 1987. – 246 с.

9. Ларионов Г.А. Эрозия и дефляция почв: закономерности и количественные оценки. – Изд-во МГУ, 1993 – 200 с.

10. 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.

11. Природные опасности России. Гидрометеорологические опасности. Т. 5 / Под ред. Г.С. Голицына, А.А. Васильева – М.: Издательская фирма «КРУК», 2001 – 296 с.

12. Сает Ю.Е., Ревич Б.А., Янин Е.П. Геохимия окружающей среды. – М.: «Недра», 1990. – 335 с.

13. Сажин А.Н. Современный эоловый морфогенез в семиаридном поясе Евразии // Рельефообразующие процессы: теория, практика, методы исследования: материалы XXVIII Пленума Геоморфологической комиссии. Новосибирск, 2004. С. 234–236.

14. Сажин А.Н., Васильев Ю.И., Чичагов В.П., Ларионов Г.А. Эоловый морфолитогенез и современный климат Евразии // Геоморфология. – 2012. № 3. С. 10–20.

15. Чичагов В.П. Всюдность и уникальность эолового рельефообразования // Проблемы устойчивого развития в современной географической науке и образовании. Томск, 2004. С. 29 –40.

16.Reheis M.S. Dust deposition in Nevada, California, and Utah, 1984–2002. U.S. Geological Survey, Open-File Report 03–138, 2003. 11 p.

17. Hagen L.J, Pelt S Van, Zobek T.M und Retta A. Dust Deposition Nesr an Eroding Sourse Field / Earth Surface Processes and Landforms, 2007. – V. 32, pp. 281–289.

18. Lancaster N. Aeolian features and processes / Geological Monitoring: Boulder, Colorado, 2009, pp. 1–25.

19. Munroe J.S. Properties of modern dust accumulating in the Uinta Mountains, Utah, USA, and implications for the regional dust system of the Rocky Mountains / Earth Surf. Process. Landf. 2014.

СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДЕФОРМАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ГРУНТОВ СТРОЙПЛОЩАДКИ ПО УЛ. СТОЛЕТОВА В Г. НОВОСИБИРСКЕ

Н.А. Зарипова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, СибАутсорсПроект, г. Новосибирск, Россия

Аннотация. Изучение деформационных характеристик основания является важнейшей составляющей при выборе проектных решений в строительстве. Приведено сравнение результатов определения деформационных характеристик грунтов разными полевыми и лабораторными методами на примере проведения инженерно-геологических изысканий на площадке по ул. Столетова в Калининском районе г. Новосибирска. Приведены корректирующие коэффициенты между деформационными характеристиками, полученными в лабораторных условиях, при полевых испытаниях грунтов статическим зондированием, дилатометром, статическими нагрузками свай.

Ключевые слова: грунт, модуль деформации, статическое зондирование, дилатометр, испытание статической нагрузкой