

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Томский государственный университет»



Национальный
исследовательский
**Томский
государственный
университет**



**Геолого-
географический
факультет**

Томского
государственного
университета

ДИНАМИКА И ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ГЕОСФЕР ЗЕМЛИ

Материалы Всероссийской конференции с международным участием,
посвященной 100-летию подготовки в Томском государственном университете
специалистов в области наук о Земле

8-12 ноября 2021 года

ТОМ III

Томск 2021

Выводы. Пыльцевые спектры в районе исследования несут информацию как о региональной структуре растительного покрова (доминирование лесной растительности), так и об особенностях локальных фитоценозов (пыльца трав, кустарников и споры). Но при сравнении состава древесных спектров из ловушек Таубера с составом древостоя отражается преимущественно локальная растительность, т.е. до одного километра вокруг ловушек. Уточненный радиус, с которого поступает пыльца в ловушки Таубера, поможет значительно повысить точность реконструкции в палеопалинологических исследованиях, в экологической палинологии, при мониторинге экологического состояния растительного покрова, поможет в выявлении антропогенного воздействия на территорию и его изменениях. В долгосрочном мониторинге поможет отследить смену растительности в результате изменения климата.

Литература

1. Бляхарчук Т. А. Спорово-пыльцевой анализ в изучении прошлых изменений геобиосферы // Палеопочвы, природная среда и методы их диагностики / Новосибирск: ЗАО «ОФСЕТ», 2012. 264 с.
2. Лапшина Е.Д. Флора болот юго-востока Западной Сибири. Томск. Изд-во Томского университета. 2003. 296 с.
3. Лойко С.В., Герасько Л.И., Кулижский С.П. Природные условия западного макросклона Томь-Яйского междуречья: материалы к полевой части Первой Всероссийской школы-конференции по лесной экологии «Современные проблемы и методы лесной экологии» (Томск, 25–30 августа 2013 г.). Томск. Издательский Дом ТГУ. 2013. 56 с.
4. Носова М.Б. Исследования современных пыльцевых спектров: инструменты, подходы, современные направления // Ботанический журнал. 2020. Том 105, № 12, С. 1147–1168.
5. Davis, M.B. 2000: Palynology after Y2K – understanding the source area of pollen in sediments. Annual Review of Earth and Planetary Sciences 28, 1–18.
6. European Pollen Monitoring Programme [Электронный ресурс] / editors: Sheila Hicks, Brigitta Ammann, Malgorzata Latalowa, Heather Pardoe, Heather Tinsley. – URL: <http://www.cricyt.edu.ar/paleo/pmp/pmp.html> (дата обращения: 28.04.2021)
7. Hicks S., Latalowa M., Ammann B., Pardoe H., Tinsley H. (Eds.) 1996. European Pollen Monitoring Programme – Project Description and Guidelines, University of Oulu. 28 p.

УДК 631.459.23

ИНТЕНСИВНОСТЬ СНЕГОТАЯНИЯ И СМЫВА ПОЧВ В АГРОЛАНДШАФТАХ ТОМЬ-ЯЙСКОГО МЕЖДУРЕЧЬЯ

Н.С. Евсеева¹, А.И. Петров¹, А.В. Хон^{1,2}, М.А. Каширо¹,
З.Н.Квасникова¹, А.С. Гальченко¹, С.А. Потапова¹.

¹Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск, Россия,

²Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, Томск, Россия
avkhon@yandex.ru

В работе представлены данные по интенсивности снеготаяния в бассейне р.Басандайка (юго-восток Западной Сибири). Наибольшая суточная интенсивность снеготаяния для леса составила 11,8 мм/сут, для поля - 29,5 мм/сут. По данным ежегодных полевых измерений с 1988 по 2021 гг. определены параметры кривых обеспеченности модулей смыва почв тальными водами. Среднемноголетние значения модуля смыва почв колеблются в диапазоне от 4,0 до 9,4 м³/га, коэффициент вариации характеризуется диапазоном – 0,75–1,0, а отношение коэффициента асимметрии к коэффициенту вариации C_s/C_v составляет от 2,0 до 5,0.

Ключевые слова: снежный покров, толщина, плотность, интенсивность снеготаяния, модуль смыва почвы.

The paper presents data on the intensity of snow melting in the Basandayka river basin (south-east of Western Siberia). The highest daily intensity of snow melting for the forest was 11.8 mm/day, for a field - 29.5 mm/day. Based on annual field measurements from 1988 to 2021. the parameters of the curves of the availability of soil washout modules with melt waters have been determined. The average long-term values of the soil washout modulus range from 4.0 to 9.4 m³/ha, the coefficient of variation is characterized by the range – 0.75–1.0, and the ratio of the asymmetry coefficient to the coefficient of variation C_s/C_v is from 2.0 to 5.0.

Key words: snow cover, thickness, density, intensity of snow melting, soil washout module.

Эрозия почв на сельскохозяйственных полях – одна из глобальных проблем, определяющей национальную безопасность многих стран мира, поскольку она приводит к деградации почв, изменению природных

ландшафтов, загрязнению окружающей среды (Гудзон, 1974; Литвин, 2006; Рациональное ..., 2010; Ли-сецкий и др., 2012; Renard at al, 1997; Nearing ..., 2001; Barry, 2009; Climate change, 2007; Spreitzhofer at al.,

2012) Изучение водной эрозии проводятся как в нашей стране, так и за рубежом. В данной работе обобщены 34-летние (1988–2021 гг.) исследования водной эрозии почв тальми водами на пахотных угодьях Томь-Яйского междуречья в пределах Томской области.

Авторами показана вариативность ряда характеристик снежного покрова (толщины, плотности, запаса воды в снеге, интенсивности снеготаяния, длительности залегания) на основе снегосъемок в микромасштабе (замеры толщины снежного покрова через 5–20 м в зависимости от микрорельефа) в течение 1988–2021 годов на полигоне «Лучаново», что в 20 км на юго-восток от г. Томска. Полигон расположен на правобережье бассейна р. Басандайка в пределах водораздельной равнины с абсолютными высотами 120–160 м и относительными – 0,2–25 м. Рельеф участка является типичным для Томь-Яйского междуречья в пределах Томской области. Большую часть территории полигона занимают агроландшафты (более 54 га), расположенные на приводораздельных поверхностях и склонах междуречья. Крутизна склонов изменяется от 0–1° до 5–7°, местами более.

Наибольшая толщина СП на изучаемом полигоне наблюдалась в конце зимы 2009–2010 гг. и составила на пашне северного склона 85 см, на южном – 80 см. Наименьшая толщина СП, равная 27 см, в кедровом лесу наблюдалась в 2012 г., что примерно в 2,1 раза меньше среднемноголетней, а наибольшая, равная 71 см, наблюдалась в 2010 г., что примерно в 1,2 раза больше среднемноголетней, равной 58 см. При сравнении данных толщины СП за многолетний период на распаханых полевых участках северного и южного склонов отмечается, что в 78 % случаев на распаханном поле северной экспозиции толщина СП выше, чем на склонах пашни южной экспозиции.

Для полевых участков (пашня) наблюдается явная закономерность в динамике коэффициента вариации

СП: в малоснежные зимы коэффициенты вариации в 1,5–2,0 раза превышают таковые в многоснежные зимы (Петров, Евсеева, 2000; Евсеева, Петров и др, 2016). Для однородной в физико-географическом отношении территории разница в толщине СП северного и южного склонов связана как с экспозицией склона, так и с метелевым переносом снега, особенностями микрорельефа и сменой агрофона. Плотность СП за 1988–2021 гг. на полевых распаханых участках также выше, чем в кедровом лесу и варьирует в основном от 0,22 до 0,31 г/см³. Наибольшие значения плотности снега характерны для возвышенных мест на пашне, где в конце зимы наблюдается наименьшая толщина СП, за счет значительного уплотнения снега в результате влияния метелевого переноса и единичных оттепелей: в разрезах снежной толщи в отдельные годы наблюдалось до 2–7 ледяных прослоек (например, в 2020 г).

Запасы влаги в СП, измеренные в кедровом лесу, варьируют от наименьшего значения, равного 51 мм, в 2012 г. до наибольшей величины, равной 171 мм, в 2013 г. На пашне на склонах северной и южной экспозиций запасы влаги изменялись, соответственно, от 67 мм в 2012 г. до 220 мм в 2017 г. (на северном склоне) и от 67 мм в 2012 до 200 мм в 2015 г. (на южном склоне), при среднем многолетнем 155 и 144 мм. Различия в толщине и плотности сказываются и на запасах воды в СП. Так, в ложбине (склон южной экспозиции) запасы влаги в снеге изменялись от 10 мм (1999 г.) до 161 мм (2010 г.) при среднем многолетнем значении в 105 мм.

Интенсивность снеготаяния в работе определялась по методу температурного коэффициента, предложенного в 1959 г. В.Д. Комаровым и по методу Е.Г. Попова (Бураков, Маркова, 2007; Догановский, Орлов, 2011). Расчеты суточной интенсивности снеготаяния показали близкие результаты (табл. 1)

Таблица 1. Интенсивность снеготаяния, мм/сут в разные годы, определенные разными методами

Интенсивность снеготаяния (мм/сут) рассчитанная по методу Е.Г. Попова	Интенсивность снеготаяния (мм/сут) рассчитанная по методу температурных коэффициентов (метод В.Д. Комарова)
Максимальная – 22,9 (1994–1995 г.)	Максимальная – 22,6 (1994–1995 г.)
Минимальная – 8,7 (1997–1998 г.)	Минимальная – 9,8 (1997–1998 г.)
Средняя – 13,6 за период 1965–2017 гг.	Средняя – 13,6 за период 1965–2015 гг.
Средняя – 15,9 за период 1988–2020 гг.	Средняя – 12,9 за период 1988–2020 гг.

Высокие показатели интенсивности снеготаяния (20 мм/сут и более) наблюдались и в 1996–1997; 2007–2008, 2008–2009; 2009–2010 и 2014–2015 гг. В данной работе на примере метеорологических данных и проведенной снегомерной съемки произведен расчет интенсивности снеготаяния по выше указанным методам за 2019–2020 г для кедрового леса и пашни (северный склон). Наибольшая суточная интенсивность снеготаяния для леса составила по методу температурного коэффициента 11,8 мм/сут; для открытого поля (се-

верный склон) – 29,5 мм/сут и, соответственно, 52,5 мм/сут. Причем эта максимальная суточная интенсивность приходится на середину второй фазы таяния СП. При расчете разными методами интенсивности снеготаяния необходимо учитывать, что в заключительную фазу снеготаяния за отдельные сутки интенсивность получается чуть выше (на 3–5 мм). В это период времени на открытых полевых участках снежный покров почти полностью сошел, остались только отдельные пятна снега, сохранившиеся близ лесных полос и зна-

чительных понижениях рельефа. В заключительную фазу снеготаяния водоотдача значительно превосходит интенсивность снеготаяния, на склонах наблюдается ручейковый сток.

Многолетние наблюдения за эрозией почв в агроландшафтах Томь-Яйского междуречья показали, что на пашне ежегодно развивается эрозия почв от стока талых снеговых вод. Интенсивность процесса зависит от ряда причин: запасов воды в снежном покрове, продолжительности и интенсивности снеготаяния, микро-рельефа, крутизны склонов, состояния агрофона (зябь, стерня и т.д.), глубины оттайки почв, длины и формы склона и др. Смыв почв со склонов микробассейнов (ложбина, промоина), на прямых участках склонов в зависимости от вышеперечисленных факторов изменялся по годам от 0,5–1,0 до 50–80 м³/га. Смыв почв определялся замером объема струйчатых размывов, частота замеров в зависимости от формы размыва изменялась от 1–2 м до 10 м, кроме того, применялся почвенно-геоморфологический метод.

Как известно, в настоящее время существуют различные полевые методы и приемы исследования эрозии почв, свидетельствующие о темпах эрозии в различных климато-ландшафтных условиях – учет эрозии по замеру объема струйчатых размывов, метод шпилек, микронивелирования, коротко-дистанционный стереофотометрической съемки, почвенно-геоморфологический, метод радиоизотопов и др. (Кнауб, Евсеева и др., 2003; Егоров, 2009).

Объем смыва почв талыми снеговыми водами контролируется экспозицией склона, его крутизной и формой, запасами воды в снежном покрове, интенсивностью снеготаяния, глубиной оттайки почв. Снеготаяние на склонах южной экспозиции происходит раньше, чем на северных и длится 10–15 дней, но в отдельные годы продолжается 5–7 дней (2012 г.), а на северных склонах достигает 56 дней (2002 г.) составляя в среднем 30–32 дня. Интенсивность снеготаяния, рассчитанная по методу температурных коэффициентов, изменяется от 5,4–8,0 мм до 55–88,6 мм/сут. По данным наблюдений смыв почв наиболее интенсивно протекает в годы с коротким периодом снеготаяния по зяби и оказывается значительным даже в годы с относительно небольшими запасами влаги в снежном покрове (табл. 2).

Кроме того, в таблице 2 приведены оценки параметров кривых распределений вероятностей ежегодного превышения модулей смыва почвы талыми снеговыми водами, рассчитанные по материалам наблюдений за 34-летний период на ключевом участке Лучаново. Среднемноголетние значения модуля смыва почв (q_{cp}) колеблются в диапазоне – от 4,0 до 9,4 м³/га, коэффициент изменчивости (C_v) составляет (0,75–1,0), соотношение коэффициентов асимметрии и вариации (C_s/C_v) находится в пределах от 2,0 до 5,0, относительные средние квадратические ошибки оценок параметров кривых распределений δq_{cp} и δC_v не превышают 20 %. В таблице 3 приведены значения модулей смыва почв талыми снеговыми водами ежегодной вероятности превышения (табл. 3).

Таблица 2. Оценки параметров кривых распределений вероятностей ежегодного превышения модуля смыва почв, определенные по материалам наблюдений за период с 1988 по 2021 гг.

Ключевые участки – урочища	период набл., лет	q_{cp} , м ³ /га	δq_{cp} , %	C_v	δC_v , %	C_s/C_v	$r(1)$
поле (пашня) склон южной экспозиции	31	9,4	12,5	0,75	15,9	3,5	0,12
поле (пашня) между кедровым лесом и лесополосой склон южной экспозиции	32	8,4	16,5	0,96	17,4	2,0	0,23
поле (пашня) склон северной экспозиции	32	4,0	18,3	1,0	18,3	5,0	-0,15

Таблица 3. Обеспеченные значения модулей смыва почвы, определённые по материалам наблюдений за период с 1988 по 2021 гг.

Ключевые участки – урочища	Модули смыва почв принятой обеспеченности, м ³ /га						
	0,1 %	1 %	5 %	25 %	50 %	75 %	95 %
поле (пашня) склон южной экспозиции	8,9	41,6	26,4	13,8	8,8	5,6	3,0
поле (пашня) между кедровым лесом и лесополосой склон южной экспозиции	43,6	29,0	19,1	9,1	4,7	2,1	0,40
поле (пашня) склон северной экспозиции	39,6	19,9	10,9	4,9	2,9	1,7	1,1

Модули смыва почв заданной обеспеченности определены по аналитическим кривым трех параметрического гамма – распределения Крицкого-Менкеля. Модули смыва почв для разных ключевых участков превышающие значения один раз в $n = 100$ лет, составляют 19,9–41,6 м³/га.

Заключение

Многолетние полевые наблюдения на склонах северной и южной экспозиции на полигоне «Лучаново» показали, что смыв почв неравномерен по годам и зависит от совокупности процессов – состояния агрофона, наличия сугробов, крутизны склонов при прочих равных условиях. Наименьший склоновый смыв почв наблюдается по многолетним травам, стерне, глубокой поперечной вспашке, наибольший – по зяби в годы интенсивного снеготаяния. Из всех факторов, влияющих на интенсивность смыва, наиболее важным на наш взгляд, является состояние агрофона: если он представлен стерней, многолетними травами, глубокой поперек склона вспашкой, то в такие годы смыв с пашни слабый или умеренный в зависимости от интенсивности снеготаяния. Также полевые исследования показывают, что, видимо, ни один из известных методов исследования эрозии почв не лишен недостатков, и они требуют усовершенствований, поскольку смыв почв с пашни неравномерен в пространстве вследствие смены микрорельефа, уклонов, наличия стерни и др.

Литература

1. Бураков Д.А., Маркова Е.Э. Эрозия почв: учебное пособие / Д.А. Бураков, Е.Э. Маркова; Красноярский гос. аграр. ун-т. Красноярск, 2009. 160 с.
2. Гудзон Н. Охрана почвы и борьба с эрозией. М.: Колос, 1974. 304 с.
3. Догановский А.М., Орлов В.Г. Сборник задач по определению основных характеристик водных объектов суши. Учебное пособие. СПб.: РГГМУ, 2011, 315 с.
4. Егоров И.Е. Полевые методы изучения почвенной эрозии // Вестник Удмурт. ун-та. Биология. Науки о Земле, 2009. Вып.1 С. 157–169.
5. Евсеева Н.С., Петров А.И., Кужевская И.В., Харанжевская Ю.А. Характеристика снежного покрова Томской области // География и природопользование Сибири. Барнаул: Изд-во Алтай. гос. ун-та, 2016, С. 56–70.
6. Кнауб Р.В., Евсеева Н.С., Петров А.И., Краснощек С.Ю. Рельеф как фактор развития водной эрозии почв // Вестник Том. гос. ун-та, 2003. №3 (IV). С. 58–60.
7. Лисецкий Ф.Н., Светличный А.А., Черный С.Г. Современные проблемы эрозиоведения / Под ред. А.А. Светличного. Белгород: Константа. 2012, 456 с.
8. Литвин Л.Ф. География эрозии почв сельскохозяйственных земель России. М.: ИКЦ «Академкнига», 2006. 255 с.
9. Петров А.И., Евсеева Н.С. Некоторые итоги стационарных наблюдений за снежным покровом в юго-восточной части Западно-Сибирской равнины // Материалы Всероссийской научной конференции «Проблемы географии на рубеже XXI века». Томск: Изд-во ТГУ, 2000, С. 143–145.
10. Рациональное природопользование: международные программы, российский и зарубежный опыт. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2010. 412с.
11. Barry R.G. Cryosphere models // Encyclopedia of Complexity and Systems Science / Meyers R.A. (Ed.)/SpringerScience + BuisnessMedia, LLC, 2009. pp.1704–1718.
12. Climate Change: IPCC Fourth Assessment Report, 2007. URL: <https://www.ipcc.ch/assessment-report/ar4/-syr.html>. (дата обращения 10.12.2020)
13. Nearing M.A. Impacts of Climate Change on Erosivity in United States: 2000 -2050 // Soil erosion research for the 21st century. Proceedings of the International Symposium. Honolulu, 2001. pp. 268–270.
14. Renard K., Foster G., Weesies G., et. al. (coordinators). Predicting soil erosion by water: A guide to conservation planning with Revised Universal Soil loss Equation (RUSLE), Wash. (D.C.), 1997, 404 p (US Dep. of Agriculture.Handbook; № 703).
15. Spreitzhofer G., Sperka S., Steinacker R. MetGISTM: combination of Meteorological and Geographie information Systems to produce high resolution mountain weather forecasts // Meteorological Applications, 2012 doi: 10.1002 / met. 1299