### Кнауб Роман Викторович

# ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ФАКТОРОВ ПОВЕРХНОСТНОГО СМЫВА И ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОЙ ЭРОЗИИ НА ПАХОТНЫХ ЗЕМЛЯХ ТОМЬ-ЯЙСКОГО МЕЖДУ-РЕЧЬЯ

(в пределах Томской области)

Специальность 25.00.23 — физическая география и биогеография, география почв и геохимия ландшафтов

#### Автореферат

диссертации на соискание учёной степени кандидата географических наук

Работа выполнена в Томском государственном университете на кафедре географии

Научный руководитель: кандидат географических наук,

доцент Евсеева Нина Степановна

18 час. 15 мин. на заседании диссертационного совета Д 212.267.15 при Томском государственном университете по адресу: 634050, г. Томск, пр. Ленина, 36, главный

Защита состоится 1 марта 2006 г. в

Официальные оппоненты: доктор биологических наук, профессор

Кулижский Сергей Павлинович

корпус ТГУ, ауд. 119

кандидат географических наук

Шерстобитова Людмила Владимировна

С диссертацией можно ознакомиться в Научной библиотеке Томского госу-

дарственного университета.

Ведущая организация: Томский государственный

педагогический университет

Отзывы на автореферат (в двух экземплярах), заверенные печатью, просим отправлять по адресу: 634050, г. Томск, пр. Ленина, 36, ТГУ, учёному секретарю.

Факс: (3822) 529-585

Автореферат разослан «27» января 2006 г.

Ученый секретарь диссертационного совета кандидат географических наук

Т.В. Королева

#### ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. В XX веке обществом осознана роль эрозии почв как главного фактора деградации почвенного покрова и основной причины снижения её естественного плодородия. Эрозия почв — это и один из наиболее мощных современных процессов рельефообразования, приводящий к перемещению огромных масс вещества в агроландшафтах: эрозионный вынос почвенного субстрата с пахотных склонов в Российской Федерации ежегодно составляет более 566 млн. тонн (Литвин, 2002). Эрозионные процессы в Западной Сибири наиболее изучены в степной и лесостепной зонах (Орлов, 1981; Путилин, 2002 и др.). В зоне тайги и подтайги они изучены слабо, в том числе и на территории Томской области, где площадь пашни составляет 680 тыс. га. Основная её часть сосредоточена в южной части области — около 500 тыс. га, относительная распаханность территории — доля пашни в общей площади сельскохозяйственных угодий здесь достигает 69,2 %, составляя в среднем 49,4 %. Основная часть пашни интенсивно используется последние 50–100 лет.

Маршрутные обследования пахотных угодий Г.Е. Пашневой (1992), З.И. Ястремской (1980) и др. показали, что эрозия почв развита и на пашне Томской области. Так, по оценкам З.И. Ястремской (1980) в южной части области эродировано до 300 тыс. га пашни, то есть около 60 %. Проводившиеся ранее исследования эрозии почв в регионе носили эпизодический характер, они не характеризовали факторы развития этого процесса, не освещали его динамики во времени и пространстве, зависимости величины смыва почв от состояния агрофона и т.д. Всё вышесказанное и определило цель работы.

**Цель работы** – комплексный анализ факторов поверхностного смыва и оценка интенсивности проявления современной эрозии почв подтайги юго-востока Западно-Сибирской равнины на примере Томь-Яйского междуречья.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

- 1. Провести комплексную оценку факторов поверхностной эрозии почв рельефа, геологического строения, климата, почв, растительного покрова и построить среднемасштабные (1:100000) оценочные карты:
  - эрозионного потенциала рельефа;
  - смываемости пахотных почв;
  - эрозионного индекса растительности при стоке талых вод;
    - 2. Провести стационарные и маршрутные наблюдения за развитием эрозионных процессов в агроландшафтах;
    - 3. Определить интенсивность проявления современной эрозии почв на пахотных угодьях;
- 4. Оценить величину потенциального смыва почв от стока талых вод и провести типизацию пахотных склоновых земель по интенсивности проявления потенциального смыва почв.

Основные источники информации. Основной объём фактического материала получен автором в ходе маршрутных и стационарных исследований динамики развития эрозии почв на территории Томь-Яйского междуречья (в пределах Томской области) в течение 2001–2005 гг. Кроме этого, автором в работе использованы результаты снегомерных съёмок на дату максимального снегонакопления и наблюдения за смывом почв Н.С. Евсеевой, А.И. Петрова; использованы фондовые материалы «Томскгипрозема», Отдела сельского хозяйства Администрации Томского района Томской области, ГНУ «ТГСХОС», НИИ ББ, общегеографические и тематические карты различных масштабов на изучаемую территорию, литературные источники.

**Теоретическую основу исследования** по эрозионной проблематике составили идеи и концепции С.С. Соболева, М.Н. Заславского, Г.А. Ларионова, Ю.Г. Жарковой, Л.Ф. Литвина и др.

**Объект исследования** – почвы склоновых земель агроландшафтов Томь-Яйского междуречья, как одного из наиболее освоенных в хозяйственном отношении участков Томской области, расположенном в зоне подтайги (Лапшина, 2003). Площадь его равна более 4,5 тыс. км², относительная распаханность территории составляет 61 %.

Предмет изучения – эрозия почв на склоновых пахотных землях Томь-Яйского междуречья.

**Основные применяемые методы исследования:** комплексный географический, геоморфологический, картографический, геоинформационный. В качестве программного обеспечения геоинформационных технологий для построения карт использовались настольный ГИС-пакет ArcView GIS 3.2a с модулями расширения 3D Analyst и Spatial Analyst, векторизатор Easy Trace 6.0. Проводились стационарные и маршрутные наблюдения за залеганием снежного покрова, снеготаянием и интенсивностью проявления эрозии почв (метод С.С. Соболева).

**Научная новизна работы.** 1. Впервые в пределах Томь-Яйского междуречья (в границах Томской области) путём комплексного подхода и детального изучения основных факторов эрозии дан анализ территориального развития эрозионных процессов на пахотных землях.

- 2. Получены количественные значения показателей основных факторов эрозии: эрозионного потенциала рельефа, смывае-мости почв при стоке талых и дождевых вод, эрозионного индекса растительности, потенциального смыва почв от стока талых вод и их территориальное распределение.
- 3. Интенсивность проявления современной эрозии почв на пашне подтайги юго-востока Западно-Сибирской равнины, в соответствии с классификацией М.Н. Заславского (1987), изменяется от слабой (0,5–1) до очень сильной (более 10 т/га в год), что обусловлено различным сочетанием факторов поверхностного смыва.
- 4. В целях рационального природопользования и охраны почв от эрозии предложена схема потенциального смыва пахотных земель Томь-Яйского междуречья (в пределах Томской области) от стока талых вод.

Основные положения, выносимые на защиту.

- 1. Условия развития поверхностного смыва пахотных почв на территории Томь-Яйского междуречья определяются пространственно-временными закономерностями варьирования следующих факторов: рельефа, литологии пород, климата, почвенного покрова, растительности и хозяйственного использования земель.
- 2. Интенсивность проявления современной эрозии почв на пашне подтайги юго-востока Западно-Сибирской равнины изменяется от слабой (0,5-1) до очень сильной (более 10 т/га в год).
- 3. Сочетание факторов развития поверхностного смыва почв Томь-Яйского междуречья, их пространственно-временная изменчивость обуславливают выделение четырёх основных классов пахотных земель по эрозионной опасности.

**Практическая значимость работы**. Данные диссертационной работы могут быть использованы в практике землепользования при проектировании противоэрозионных мероприятий на пашне Томь-Яйского междуречья. Они внедрены в Департаменте природных ресурсов и охраны окружающей среды Администрации Томской области, а также в ГНУ «Томская ГСХОС (справки о внедрении).

Апробация и публикации результатов исследований. Основные положения диссертации были доложены и опубликованы в материалах региональных, Всероссийских и Международных конференций и совещаний: «Проблемы гляциогидроклиматологии Сибири и сопредельных территорий» (г. Томск, 2002 г.), «Эрозионные и русловые процессы в Сибири» (г. Барнаул, 2003 г.); «Александр фон Гумбольдт и проблемы устойчивого развития Урало-Сибирского региона» (г. Тюмень, 2004 г); «Теоретические и прикладные вопросы современной географии» (г. Томск, 2005 г.). По теме диссертационной работы опубликовано 14 работ.

Структура и объём работы. Диссертация представляет собой рукопись объёмом 149 страниц машинописного текста, включающую 33 таблицы, 34 рисунка, и состоит из введения, четырёх глав, заключения, приложений, содержащих 2 таблицы и списка литературы из 149 наименований. Приведённые в работе фотографии, рисунки, таблицы, если это не оговорено особо, являются авторскими.

Во введении раскрывается актуальность темы, цель и задачи, научная новизна, практическая значимость исследований и сформулированы основные защищаемые положения.

В первой главе рассматриваются научные основы и методика исследования поверхностного смыва почв.

Во второй главе охарактеризованы природные условия, влияющие на развитие эрозионных процессов на пашне Томь-Яйского междуречья (в пределах Томской области).

В третьей главе дана количественная оценка основных факторов эрозии почв и их территориальное распределение.

В четвёртой главе рассматриваются стационарные исследования динамики поверхностной эрозии почв на ключевых участках.

В заключении сформулированы основные выводы по результатам проведённого исследования.

**Благодарности.** Автор выражает искреннюю благодарность своему научному руководителю к.г.н, доценту Н.С. Евсеевой, сотрудникам кафедры гидрологии ТГУ А.И. Петрову и С.Ю. Краснощёкову, всем сотрудникам кафедры географии ТГУ.

В работе с благодарностью учтены ценные замечания: д-ра геогр. наук, профессора А.В. Позднякова, д-ра геогр. наук, доцента В.В. Севастьянова, д-ра геогр. наук, профессора А.М. Малолетко, д-ра геогр. наук, профессора П.А. Окишева, оказавших автору существенную помощь.

#### ПОЛОЖЕНИЯ ДИССЕРТАЦИИ, ПРЕДСТАВЛЯЮЩИЕ ПРЕДМЕТ ЗАЩИТЫ

1. Условия развития поверхностного смыва пахотных почв на территории Томь-Яйского междуречья определяются пространственно-временными закономерностями варьирования следующих факторов: рельефа, литологии пород, климата, почвенного покрова, растительности и хозяйственного использования земель.

Степень потенциальной опасности проявления ускоренной антропогенной эрозии почв определяется как функция от действия многих факторов – рельефа, геологического строения, климата, почвенного и растительного покровов, хозяйственной деятельности человека. Между всеми факторами существует тесная связь, но при изучении эрозии почв важна характеристика каждого из них.

Рельеф территории — один из ведущих факторов развития эрозии почв. Для оценки эрозионной опасности земель по условиям рельефа использовалась методика Г.А. Ларионова (1984) по определению эрозионного потенциала рельефа (ЭПР) — фактора, учитывающего влияние длины и крутизны склона на формирование стока, его концентрацию, эродирующую и транспортирующую способность. ЭПР определялся нами по топографическим картам 1:100000, где произведено более 2000 замеров. При совмещении карт углов наклона и длин склонов с помощью номограммы определён ЭПР и составлена карта масштаба 1:100000, показывающая эрозионную опасность рельефа изучаемой территории.

Результаты вычислений показали, что ЭПР Томь-Яйского междуречья изменяется от 0,28 до 20 при среднем значении 6,7 (Кнауб, Евсеева, 2004). При этом чем выше ЭПР, тем сильнее эрозионная опасность. Величина ЭПР существенно зависит как от крутизны, так и от длины склонов, что и определяет различия ЭПР при одинаковых углах наклона (таблица 1).

Таблица 1 - Величины эрозионного потенциала рельефа, определённые по карте масштаба 1:100000 и интенсивность проявления эрозии почв (Кнауб, Евсева, 2004)

Крутизна склонов, градусы	ЭПР	Интенсивность эрозии по М.Н. Заславскому (1983), т/га в год	Натурные наблюдения за эрозией талых вод, м <sup>3</sup> /га
0-1	$\frac{0.3 - 0.75}{0.57} *$	от незначительной (< 0,5) до средней 1–5	от 0,1 до 5
1–3	$\frac{1,2-6,0}{3,9}$	от слабой (0,5–1) до сильной (5– 10)	от 0,5 до 10
3–5	$\frac{2,4-11,0}{7,3}$	от средней (1–5) до очень сильной (> $10$ )	от 1 до 30
5–7	$\frac{3,6-18}{10,8}$	сильная (5–10) и очень сильная (> 10)	до 40, возможно более

Примечание: \*  $\frac{0.3-0.75}{0.57}$  — значения ЭПР в числителе от минимального до максимального, в знаменателе — среднее.

Полевые исследования показали, что при ЭПР, равном 0,57 смываемость почв достигает 5 м<sup>3</sup>/га (таблица 1).

Литология пород — важный фактор развития эрозии почв. Оценка влияния фактора литологии пород на поверхностный смыв проводилась нами по показателю допустимых неразмывающих скоростей, определяющему критические скорости водного потока, при которых начинается процесс размыва горной породы. Рыхлые отложения, в которых развивается поверхностный смыв на территории Томь-Яйского междуречья, имеют высокую размываемость − это в основном лёссовидные суглинки. Согласно данным П.Г. Киселёва (1957), размыв суглинков начинается при скоростях потока от 0,17 до 0,27 м/с, тогда как во время снеготаяния скорость потоков талой воды по полевым наблюдениям достигают 1,5 м/с. Таким образом, водные потоки способны производить не только смыв, но и размыв почвогрунтов.

Климат один из важных факторов развития поверхностного смыва почв. Для развития талой эрозии почв важное значение имеют запасы влаги в снеге на дату максимального снегонакопления. Годовое количество осадков на изучаемой территории составляет 517 мм, причём зимой выпадает около 15 % годовой суммы (Климат Томска, 1982). Стационарные наблюдения за залеганием снежного покрова на ключевых участках пашни на дату максимального снегонакопления (Евсеева, Петров, 2001), а также автора (Евсеева, Петров, Кнауб, 2005) показали, что ежегодно на исследуемой территории формируется устойчивый снежный покров. Высота его изменяется от 0 см на возвышенных участках пашни до 241 см в сугробах возле лесополос и на опушках леса. Среднемноголетние значения приведены в таблице 2.

Таблица 2 — Характеристика высоты снежного покрова за 2001-2005 гг. в разных угодьях Лучановского стационара (Евсеева, Петров, Кнауб и др., 2005)

Год	Средняя высота снежного покрова, см			
	кедровый	южный склон	северный	полевой водо-
	лес	(пашня)	склон (пашня)	сбор (на пашне)
2001	58	53	60	43
2002	53	52	63	41
2003	57	55	61	46
2004	69	67	68	55
2005	59	47	50	38
среднее многолетнее (за 1988–2005 гг.)	60	50	53	35

Различия в высоте снежного покрова зависят от условий поступления твёрдых осадков, от мезо— и микрорельефа поверхности, наличия леса, колков и лесополос как механических барьеров и экранов, состояния почвы, метелевого переноса снега, а также большого испарения с открытых участков в переходные (осенний и весенний) сезоны года. Всё вышесказанное обусловливает значительные изменения коэффициента вариации снежного покрова по профилям. Средние значения коэффициента вариации снежного покрова за период 1988–2005 гг. на Лучановском стационаре составляют, соответственно: кедровый лес 0,14, южный склон (пашня) 0,68, северный склон (пашня) 0,50, полевой водосбор (пашня) 0,88.

Плотность снега на пашне также выше, чем в лесу (таблица 3) и варьирует от 0,21 до 0,31 г/см<sup>3</sup>. Наибольшие значения плотности снега характерны для возвышенных участков пашни с минимальной толщиной снежного покрова, где снег в марте часто сильно уплотнён в результате влияния ветра, оттепелей. В разрезе снежной толщи встречается до 2–3 прослоек льда, мощность которых колеблется от 3–5 до 15 мм.

Таблица 3 – Средняя плотность снежного покрова за 2001–2005 гг. в разных угодьях Лучановского стационара (Евсеева, Петров, Кнауб и др., 2005)

Год	Средняя плотность снежного покрова, г/см <sup>3</sup>			
	кедровый	южный	северный склон	полевой водосбор
	лес	склон	(пашня)	(на пашне)
		(пашня)		
2001	0,22	0,28	0,28	0,27
2002	0,21	0,3	0,27	0,28
2003	0,22	0,31	0,29	0,29
2004	0,21	0,31	0,31	0,31
2005	0,19	0,28	0,28	0,28
среднее многолетнее (за 1988–2005 гг.)	0,21	0,27	0,27	0,28

Различия в высоте снежного покрова и его плотности сказываются на запасах влаги в снеге (таблица 4). На пашне запасы влаги в снеге изменяются от 53 мм (1990 г) до 208 (2004 г) при среднем многолетнем 141 мм (Евсеева, Петров, Кнауб, 2005). Накопление и сход снежного покрова в разных угодьях весной происходит разновременно: вначале снежный покров сходит на склонах пашни южной экспозиции, затем на северных склонах, позднее – в депрессиях и у лесополос и, наконец, в лесу.

Таблица 4 — Влагозапасы снежного покрова за 2001–2005 гг. в разных угодьях Лучановского стационара (Евсеева, Петров, Кнауб и др., 2005)

Год	Влагозапасы в снежном покрове, мм			
	кедровый	южный	северный	полевой водосбор
	лес	склон (паш-	склон (пашня)	(на пашне)
		ня)		
2001	127	147	169	116
2002	111	156	169	114
2003	125	170	177	133
2004	144	208	208	172
2005	113	132	140	107
среднее многолетнее (за 1988–2005 гг.)	126	135	142	96

Таким образом, наши исследования показали, что к периоду снеготаяния на полевых участках Томь-Яйского междуречья запасы воды в снеге значительны, и распределяются они неравномерно, что способствует стоку талых вод и развитию эрозионных процессов.

Ливневая эрозия почв вызывается осадками тёплого периода года. По данным А.Г. Сморкаловой (1976) наибольшее количество осадков выпадает в теплый период года, около 40 % годовой суммы, причём 38–42 % от всех осадков тёплого периода года приходится на июль, август. Отмечается от 38 до 51 дня с ливнями, которые могут производить не только смыв, но и размыв почв.

Интенсивность эрозионных процессов зависит не только от устройства поверхности и массы стекающей с неё воды, но и от свойств почв. На Томь-Яйском междуречье развиты тёмно-серые, серые, светло-серые лесные почвы, дерново-подзолистые и др. По методике Г.А. Ларионова (1984) нами определена эродируемость для 38 подтипов почв Томь-Яйского междуречья, под которой понимается количество почвы, смываемой с эталонного участка чёрного пара при выпадении дождя с эрозионным потенциалом равным единице. Расчеты велись на основе данных по механическому составу и содержанию гумуса. Средняя эродируемость пахотных почв изучаемой территории от стока дождевых осадков изменяется от 1,9 до 3,45 т/га на единицу эрозионного индекса осадков. Полученные автором данные количественно подтвердили закономерности, выявленные многими исследователями (С.С. Соболевым, 1948; В.П. Лидовым, 1981; З.П.Кирюхиной, З.В. Пацукевич, 2001): тесную связь эродируемости почв с их генетической принадлежностью, следовательно, и большие изменения в территориальном распределении этого показателя. Наиболее устойчивы к эрозии на междуречье тёмно-серые лесные почвы с высоким содержанием гумуса. Устойчивость к смыву серых, светлосерых лесных и дерно-подзолистых почв ниже.

Большое влияние на интенсивность смыва и возможность его возникновения оказывают почвозащитные свойства растительности. Автором по методике Ю.Г. Жарковой (1987) для территории Томь-Яйского междуречья были рассчитаны эрозионные индексы растительности. Под эрозионным индексом растительности понимается отношение смыва с поля, занятого конкретной культурой или группой культур, по отношению к смыву с пара (Ларионов, 1993). В соответствии с методикой почвозащитные свойства рассчитывались как средневзвешенный коэффициент по сельскохозяйственным предприятиям, входящим в пределы Томь-Яйского междуречья. Эрозионный индекс растительности изменяется от 0,01 до 0,98. Такой широкий диапазон изменения

эрозионного индекса обуславливается сочетанием агрофонов: если в посевах значительную долю занимают многолетние травы, то эрозионный индекс агроценозов мал. Следовательно, почвозащитные свойства агроценозов в этом хозяйстве высоки, и наоборот, в тех хозяйствах, где в посевах значительную долю занимает зябь, там эрозионный индекс имеет высокие значения. При этом почвозащитные свойства агрофонов низкие.

Полученные количественные данные факторов развития эрозии почв позволили рассчитать потенциальный смыв почв от стока талых вод, величина которого изменяется от 0,5 до 10 т/га и более. По величине потенциального смыва, производимого стоком талых вод, участки пашни изучаемой территории группировались в четыре класса эрозионной опасности. Под классами эрозионной опасности следует понимать участки земель с одинаковыми условиями рельефа, почв, интенсивности эрозионных процессов, степени смытости почв и требующие применение определённого комплекса противоэрозионных мероприятий, обеспечивающих снижение потенциального смыва почв до уровня допустимых величин (Эрозия почв..., 1999):

1— эрозионно-неопасные земли (смыв < 0,5 т/га), 2 — слабо эрозионно-опасные земли (0,5—1 т/га), 3 — средне эрозионно-опасные земли (1—5 т/га), 4 — сильно эрозионно-опасные земли (5—10 т/га), 5 — потенциально опасные в эрозионном отношении земли (в настоящее время заняты лесной и луговой растительностью).

Автором проведён анализ влияния основных факторов на развитие эрозии почв для выявления их зонального проявления. С этой целью построен профиль широтной трансекты (окрестности Томска, устьевая часть р. Басандайки – устье р. Щербак, с. Димитрово) демонстрирующий соотношение распределения основных факторов эрозии почв и среднемноголетней интенсивности потенциального смыва (рис. 1).

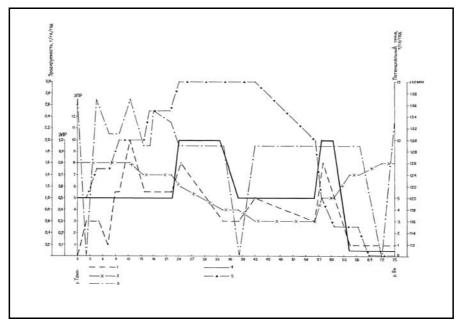


Рис. 1 – Пространственное соотношение основных факторов эрозии и интенсивности смыва почв на Томь-Яйском междуречье (широтная трансекта)

Условные обозначения: 1 – эрозионный потенциал рельефа, 2 – эрозионный индекс культурной растительности, 3 – эродируемость почв, т/га в год, 4 – потенциальный смыв, т/га в год, 5 – запасы воды в снеге, мм,

Анализ рисунка показывает, что территориальное распределение современной земледельческой эрозии почв на Томь-Яйском междуречье отражает почвенно-климатическую зональность, но наилучшим образом коррелирует с рельефом территории. Это подтверждают и данные Л.Ф. Литвина (2002), проводившего подобную оценку для всей территории России. Это связано с несовпадением географического направления изменения отдельных факторов, сложностью и неоднородностью их территориальных взаимосвязей.

Количественная оценка основных факторов эрозии почв зоны подтайги в пределах Томь-Яйского междуречья (рельефа, литологии пород, климата, почв, растительности) показала, что они благоприятны для развития эрозии почв.

## 2. Интенсивность проявления современной эрозии почв на пашне подтайги юго-востока Западно-Сибирской равнины изменяется от слабой (0,5–1) до очень сильной (более 10 т/га в год).

На ряде схем районирования территории России по эрозионной опасности Томь-Яйское междуречье относится к не эрозионно-опасным районам (Соболев, 1960; Алексеев, 2001). С.И. Сильвестровым (1965) южная часть Томской области по эрозионной опасности отнесена к районам ливнево-снежного типа развития эрозии почв с ведущей ролью снеготаяния. Как показали исследования З.И. Ястремской (1980), Г.Е. Пашневой (1992), Н.С. Евсеевой и А.И. Петрова (2001) и др. в пределах пашни Томской области происходит смыв и размыв почв.

Основные данные о величине смыва почв получены автором на стационаре «Лучаново» в течение 2001–2005 гг. Для сопоставления полученных результатов на Лучановском стационаре с другими районами Томь-Яйского междуречья проведен сокращённый объём исследований на ключевом участке близ с. Аникино («10-й километр») и маршрутные исследования.

Для обеспечения сравнимости опытов, при изучении эрозионных процессов выбрали серые лесные почвы. Они наиболее распространены, а главное – составляют основной фонд сельскохозяйственных угодий на исследуемой территории. Наблюдения проводились на склонах южной и северной экспозиций, которые можно рассматривать как антиподы по количеству получаемого тепла и другим условиям.

Исследования на ключевых участках свидетельствуют о том, что условия для развития процессов поверхностного смыва в этих районах практически не отличаются от условий стационара «Лучаново». Поэтому наши выводы, базирующиеся главным образом на результатах стационарных исследований в районе с. Лучаново, можно распространить на серые лесные почвы всего Томь-Яйского междуречья.

Динамика интенсивности талой эрозии почв на Лучановском стационаре, определённая методом водороин (метод Соболева), представлена в таблице 5.

Таблица 5 - Средние данные по смыву почв талыми водами на Лучановском стационаре, м <sup>3</sup> /га (т/га) (Кнауб, Евсеева, 2005	Габлица 5 - Средние данные по смыву почв талыми водами	на Лучановском стационаре	, м <sup>3</sup> /га (т/га) (Кнауб, Евсеева, 2005)
---	--	---------------------------	--

Г.	0		C
Год	Склоны южной экспозиции		Склон северной
	поле с оврагом	поле между кедрачём и	экспозиции
		лесополосой	
2001	5-6 (6-7), зябь	2-3 (2-4), зябь, вспашка	2-3 (2-4), зябь
		поперёк склона	
2002	1–2 (1–3), по	9–10 (10–12), зябь	5-6 (6-7), зябь
	клеверу		
2003	13–14 (16–17),	1-2 (1-3), стерня	0,5 (0,6), стерня
	зябь		
2004	11–12 (13–14),	9–10 (11–12), зябь	6-7 (7-8), вспашка
	зябь		поперёк склона
2005	9–10, зябь	5-6, зябь	4–5, зябь
средний	11–13 (13–16)	10–12 (12–14)	6–7 (7–8)
многолетний			
смыв по зяби			

Из анализа таблицы следует, что средний многолетний смыв почв за период 1988 –2005 гг. на пашне со склонов южной экспозиции составляет 11–13 м³/га, а северной экспозиции 6–7 м³/га. Наблюдения показали, что смыв почвы со склонов неравномерен в пространстве из-за мезорельефа пашни, лесополос и может существенно различаться на двух соседних участках. Данное положение хорошо иллюстрирует пример Лучановского стационара, где склон южной экспозиции площадью около 10 га осложняют две мезоформы – ложбина и овраг, разделённые между собой местным водоразделом. Во время снеготаяния снег быстрее сходит с водосбора ложбины, а в вершине оврага ежегодно образуются сугробы с большими запасами влаги. Интенсивное таяние сугробов вызывает образование промоин глубиной до 70–80 см. В результате объём смытых почв в бассейне оврага больше, чем в бассейне ложбины. Так, в 2004 г. смыв почв в бассейне ложбины составил 3–4 м³/га, а в бассейне оврага — 20–25 м³/га.

Маршрутные наблюдения автора и Н.С. Евсеевой за интенсивностью смыва почв от стока талых вод на других участках пахотных угодий Томь-Яйского междуречья показаны в таблице 6.

Таблица 6 - Смыв почв от стока талых вод Томь-Яйского междуречья по данным маршрутных наблюдений 2004 г.

Географическое положение точки наблюдения	Смыв, м <sup>3</sup> /га
в 12 км северо-восточнее с. Халдеево, склон северной экспо-	1–2
зиции крутизной 2-5 <sup>0</sup> , зябь, вспашка поперёк склона	
в 2 км северо-восточнее с. Семилужки, склон северо-	27–28
восточной экспозиции крутизной 3-90, зябь	
в 0,5 км западнее с. Новомихайловка, склон южной экспози-	28–29
ции крутизной от 3–9 <sup>0</sup> , многолетние травы	

Анализ таблиц 5 и 6 показывает, что интенсивность смыва талыми водами сильно зависит и от состояния агрофона. Вспашка и обработка зяби поперёк склона уменьшает смыв в 1,5-2 раза по сравнению со вспашкой и обработкой почвы вдоль склона. Так, на склонах пашни с продольной вспашкой смыв наиболее велик и изменяется от 3-4 до 25-29 м $^3$ /га. При поперечной вспашке смыв уменьшается до 6-7 м $^3$ /га. По уплотнённой пашне (озимые зерновые, многолетние травы, стерня) смыв изменяется от 0,1-0,3 до 1-3 м $^3$ /га. Среднемноголетний смыв по зяби на поле № 1 склона южной экспозиции составил 11-13 м $^3$ /га.

По данные многолетних исследований (1988–2005 гг.) на Лучановском стационаре смыв почв (в %) очень сильным (> 10 т/га) был в 56 % случаев (рис. 2).

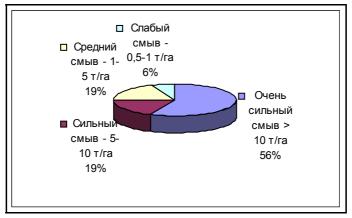


Рис. 2 – Смыв почв на Лучановском стационаре с 1988 по 2004 гг. (Евсеева, Петров, Кнауб и др., 2005)

Наблюдения за стоком дождевых осадков показали, что в случае интенсивных ливней (более 30 мм/сутки) со склонов может быть смыто до 110 т/га почв, наиболее подвержены эрозии светло-серые лесные и дерново-подзолистые почвы.

По данным наших наблюдений на территории Томь-Яйского междуречья доминирует эрозия почв, вызываемая стоком талых вод. Интенсивность эрозии почв на пашне Томь-Яйского междуречья в зависимости от сочетания основных факторов поверхностного смыва изменяется от очень слабой  $(0,5-1 \text{ m}^3/\text{га})$  до очень сильной  $-29 \text{ m}^3/\text{га}$ . Согласно классификации интенсивности смыва М.Н. Заславского (1983), «Защита почв от эрозии в Западной Сибири. Рекомендации» (1980) и Г.П. Сурмача (1985) интенсивность эрозии почв изучаемого района относится к слабой и очень сильной.

## 3. Сочетание факторов развития поверхностного смыва почв Томь-Яйского междуречья, их пространственно-временная изменчивость обуславливают выделение четырёх основных классов пахотных земель по эрозионной опасности.

Количественные значения основных факторов склонового смыва (эрозионного потенциала рельефа, смываемости почв, эрозионного индекса растительности) на рассматриваемой территории существенно варьируют. Причём эти изменения часто разнонаправлены: при уменьшении роли одного фактора влияние другого увеличивается. При наложении факторных карт друг на друга получен набор контуров с различной комбинацией параметров. Для каждого контура проведён расчёт потенциальных среднегодовых потерь почвы. На основе этих расчётов автором выделено четыре основных категорий склоновых земель с разной интенсивностью потенциального смыва (рис. 3).

Земли первой категории (потенциальный смыв < 0.5 т/га) занимают 32.7 % площади пашни изучаемого района. Это земли не подверженные смыву и размыву талыми снеговыми водами. Расположены они в основном на склонах крутизной  $0-0.5^{\circ}$ .

Земли второй категории (потенциальный смыв 0,5-1 т/га) занимают 4,1 % площади пашни и расположены большей частью в нижней части склонов крутизной  $0,5-1^0$ . Обработка почвы на них осуществляется вдоль склонов. На данной категории земель следует размещать пропашные культуры на ровных и слабопологих склонах крутизной не более  $1^0$ , тогда потери почвы в среднем на 1 га севооборотной площади не превысят допустимого предела.

*Третья категория земель* (потенциальный смыв 1-5 т/га), расположенная в средней части склонов, крутизной  $1-3^0$  подвержена эрозии в средней степени. Их целесообразно занимать однолетними культурами сплошного сева (овёс, пшеница), у которых значительно выше почвозащитная способность, при этом почва почти не эродируется. Они занимают  $49,4\,\%$  площади пашни. Это земли умеренного использования.

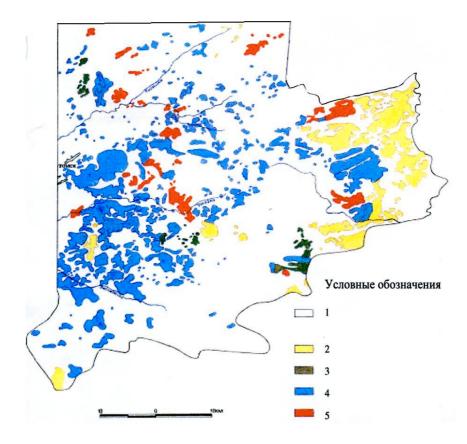


Рис. 3 - Схема потенциального смыва пахотных почв Томь-Яйского междуречья по эрозионной опасности от стока талых вод

*Условные обозначения*: 1 – территории, занятые лесной и луговой растительностью; Пахотные угодья: 2 – эрозионно не опасные земли (смыв < 0.5 т/га); 3 – слабо эрозионно-опасные земли (0.5–1 т/га); 4 – средне эрозионно-опасные земли (1–5 т/га); 5 – сильно эрозионно-опасные земли (5–10 т/га и более т/га)

Большую эрозионную опасность представляют земли *четвёртой категории*, расположенные в основном на склонах крутизной 3–5<sup>0</sup> и более. Потенциальный смыв почв на этих землях может достигать 5–10 т/га в год. Земли данной категории занимают 13,8 % площади пашни Томь-Яйского междуречья. Для снижения среднегодовых потерь почвы целесообразно вводить почвозащитные севообороты с максимальным (до 50 % и более) насыщением многолетними травами и другие элементы контурного земледелия. Их следует отнести к землям ограниченного использования.

Таким образом, автором на территории Томь-Яйского междуречья выделено четыре основных класса пахотных земель, различающихся по интенсивности проявления потенциального смыва. Установлено, что интенсивность потенциального смыва изменяется от менее 0,5 до 10 и более т/га в год.

#### выводы

Современную эрозию принято называть ускоренной. Интенсивность смыва и размыва пахотных почв в сотни и тысячи раз превосходит интенсивность этих процессов на целинных участках склонов, покрытых густым покровом растительности, поэтому в количественном отношениях ускоренная эрозия резко отличается от природной. При изучении современной эрозии почв зоны подтайги мы исходили из многофакторности эрозии почв и вариаций интенсивности воздействия тех или иных факторов во времени и пространстве. Впервые проведённый по картам среднего масштаба (1:10000) комплексный анализ факторов эрозии почв – рельефа, геологического строения, климата, почв, – показал, что каждый из них эрозионно-опасен, сдерживающим фактором является растительность.

Основные результаты работ, полученные автором во время стационарных наблюдений за смывом почв, а также в ходе маршрутных исследований эрозии почв сводятся к следующему:

- в подтайге юго-востока Западно-Сибирской равнины в условиях интенсивного сельскохозяйственного использования территории процесс современной эрозии почв начинает развиваться на склонах 0,5°, сложенных с поверхности суглинистоглинистыми отложениями;
- основная роль в смыве почв со склонов принадлежит деятельности снеговых вод, меньшее значение имеют дождевые осадки летне-осеннего периода;
- интенсивность талой эрозии почв на пашне Томь-Яйского междуречья в зависимости от крутизны склона, запасов влаги в снеге, интенсивности снеготаяния и состояния агрофона изменяется от очень слабой (0,5–1 м<sup>3</sup>/га) до очень сильной 29 м<sup>3</sup>/га.

- Согласно классификации по интенсивности смыва М.Н. Заславского (1983), «Защита почв от эрозии в Западной Сибири. Рекомендации» (1980) и Г.П. Сурмача (1985) интенсивность эрозии почв изучаемого района относится к слабой и очень сильной, то есть от 0.5–1 до 5–10 м $^3$ /га и более.
- наблюдения за смывом почв от стока дождевых осадков показали, что в случае интенсивных ливней (более 30 мм/сутки) со склонов может быть смыто до 110 т/га почвенных частиц, наиболее подвержены смыву дерново-подзолистые и светлосерые лесные почвы;
- стационарные наблюдения позволили получить основные количественные показатели по смыву почв от стока талых и дождевых вод. Необходимо продолжить и расширить наблюдения с целью получения новых данных по смыву почв в зависимости от комплекса природных и антропогенных факторов, его обусловливающих.

Особенности факторов поверхностного смыва Томь-Яйского междуречья, их пространственно-временная изменчивость обуславливают развитие эрозии почв на пашне. На территории Томь-Яйского междуречья автором выделено четыре основных класса пахотных земель, различающихся по интенсивности проявления потенциального смыва. Установлено, что интенсивность потенциального смыва изменяется от менее 0,5 до 10 и более т/га в год.

#### СПИСОК РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

- 1. Кнауб Р.В. Измерения снежного покрова в агроландшафтах Томь-Яйского междуречья // Роль географии в решении проблем устойчивого развития: Материалы Региональной школы-семинара 24–25 апреля 2002 г. Томск: Томский государственный университет, 2002. С. 22–23.
- 2. Евсеева Н.С., Петров А.И., <u>Кнауб Р.В.</u>, Краснощёков С.Ю. Изучение снежного покрова в агроландшафтах Томь-Яйского междуречья // Проблемы гляциогидроклиматологии Сибири и сопредельных территорий. Материалы научно-практической конференции, посвящённой 110 летию со дня рождения М.В. Тронова (18—19 ноября 2002 г., г. Томск). Изд-во Томского ун-та, 2002. С. 57 -58.
- 3. Евсеева Н.С., <u>Кнауб Р.В.</u>, Тепловодский В.В. Использование ГИС для оценки эрозионной опасности рельефа // Роль географии в решении экологических проблем современности: Материалы II Региональной школы—семинара 28–29 апреля 2003 г. Томск: Томский государственный университет, 2003. С. 24–25.
- 4. <u>Кнауб Р.В.</u>, Евсеева Н.С., Петров А.И., Краснощеков С.Ю. Рельеф как фактор развития водной эрозии почв // Вестник Томского государственного университета / Приложение № 3 (IV), апрель 2003. Изд-во Томского ун-та, 2003. С. 58–60.
- 5. Евсеева Н.С., <u>Кнауб Р.В.</u>, Тепловодский В.В. Использование ГИС для оценки эрозионной опасности рельефа // Эрозионные и русловые процессы в Сибири. Барнаул: Изд-во Алтайского ун-та, 2003. С. 39–42.
- 6. Кнауб Р.В. Эрозионный индекс растительности Томь-Яйского междуречья при стоке талых вод // Проблемы устойчивого развития в современной географической науке и образовании: Материалы Всероссийской молодёжной школы—семинара 20–22 апреля 2004 г. Томск: Дельтаплан, 2004. С. 108 -109.
- 7. Евсеева Н.С., <u>Кнауб Р.В.</u> Оценка потенциального смыва почв на юго-востоке таёжной зоны Западно-Сибирской равнины от стока дождевых осадков (на примере Томской области) // Рельефообразующие процессы: теория, практика, методы исследования: Материалы XXVIII Пленума Геоморфологической комиссии РАН. Новосибирск, ИГ СО РАН, 20–24 сентября 2004 года. Новосибирск, 2004. С. 105–107.
- 8. Евсеева Н.С., Петров А.И., <u>Кнауб Р.В.</u> Гидрологический аспект эрозионно-склоновых процессов в агроландшафтах // Александр фон Гумбольдт и проблемы устойчивого развития Урало-Сибирского региона: Материалы российско-германской конференции. Тюмень, Тобольск, 20–22 сентября 2004 г. Тюмень: ИПЦ «Экспресс», 2004. С. 203–205.
- 9. Евсеева Н.С., <u>Кнауб Р.В.</u>, Пашнева Г.Е. Водная эрозия почв пахотных земель, вызываемых талыми снеговыми водами (на примере Томь-Яйского междуречья) // Экологический мониторинг: Состояние окружающей среды Томской области в 2003 г. Томск: Дельтаплан, 2004. С. 68–72.
- 10. <u>Кнауб Р.В.</u>, Евсеева Н.С. Эрозионный потенциал рельефа юго-востока таёжной зоны Западно-Сибирской равнины // Рельеф и человек: Материалы Иркутского геоморфологического семинара (Иркутск, 27–29 сентября 2004 г.). Иркутск: Институт земной коры СО РАН, 2004. С. 115–116.
- 11. Евсеева Н.С., <u>Кнауб Р.В.</u> Эрозионно-склоновые процессы юго-востока таёжной зоны Западно-Сибирской равнины // Материалы Всероссийской конференции «5-е Щукинские чтения: Новые и традиционные идеи в геоморфологии» (Москва, 18-22 мая 2005 г.). Москва, 2005.-247-250.
- 12. Кнауб Р.В. Процессы талой эрозии почв в агроландшафтах Томь-Яйского междуречья // Теоретические и прикладные вопросы современной географии: Материалы Всероссийской молодёжной школы-семинара 27–28 апреля 2005 г. Томск: Дельтаплан, 2005. С. 218–222.
- 13. Кнауб Р.В. Эрозионное районирование пахотных земель Томь-Яйского междуречья от стока талых вод // Вестник Томского государственного университета / Приложение № 15 (I) Август 2005 г. «Современные проблемы почвоведения Сибири и оценки земель» 13–15 сентября 2005 г. Томск, 2005. С. 268–270.
- 14. Евсеева Н.С., Петров А.И., <u>Кнауб Р.В.</u>, Голубева Л.В. Исследование снежного покрова в различных ландшафтах Томь-Яйского междуречья // Вестник Томского государственного университета / Приложение № 15 (I) Август 2005 г. «Современные проблемы почвоведения Сибири и оценки земель» 13–15 сентября 2005 г. – Томск, 2005. – С. 92–96.