На правах рукописи

РОМАШОВА ТАТЬЯНА ВЛАДИМИРОВНА

СЕЗОННЫЕ РИТМЫ КЛИМАТА И ИХ ВЛИЯНИЕ НА РАЗВИТИЕ ЭРОЗИИ ПОЧВ (на примере юга Томской области)

Специальность 25.00.23 – Физическая география и биогеография, география почв и геохимия ландшафтов

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата географических наук

Томск - 2004

Работа выполнена в Томском государственном университете на кафедре географии

Научные руководитель: доктор географических наук, профессор А.А. Земцов
кандидат географических наук, доцент Л.Б. Филандышева

Официальные оппоненты: доктор географических наук, профессор Д.А. Бураков
кандидат географических наук, доцент Л.В. Воронина

Ведущая организация: Институт почвоведения и агрохимия почв СО РАН (Новосибирск)

Защита состоится 15 декабря 2004 г. в_13 час. на заседании диссертационного совета Д 212.267.15 при Томском государственном университете по адресу: 634050, г. Томск, ул. Иванова, 49, 6 корпус ТГУ, _____ ауд.

С диссертацией можно ознакомиться в Научной библиотеке Томского государственного университета.

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 12 ноября 2004 г.

Ученый секретарь диссертационного совета,
кандидат географических наук Королева Т.В.

Общая характеристика работы

Актуальность темы. Проблема эрозии почв в России, как и в мире, весьма актуальна, поскольку площадь эродированных и эрозионноопасных сельскохозяйственных угодий в нашей стране колеблется от 56 до 66% [Горшков С., 1993; Лузгин Б. Н., 1995; Эколого-экономические проблемы..., 2002]. Высоки эти показатели и для юга Томской области, где по разным оценкам, степень эродированности пашни составляет от 40 до 80 % [Пашнева Г.Е., Изерская Л.А. с соавт., 1992; Хмелёв В.А., Каличкин В.К. с соавт., 2001]. В то же время работ, посвящённых этой теме недостаточно. Особенно это касается изучения климатических факторов, которые в значительной степени определяют развитие водной и ветровой эрозии.

В настоящее время пространственно-временные климатические исследования эрозионных процессов (ЭП) охватывают наиболее освоенные сельскохозяйственные районы страны и проводятся по календарным периодам без учета естественных сезонных ритмов климата. В отличие от этих исследований нами развитие эрозионных процессов предлагается рассматривать в границах естественных сезонов года, что позволит связать ритм климата с динамикой подстилающей поверхности.

Цель работы: *изучить естественные сезонные ритмы природы и оценить влияние их климатических условий на развитие эрозии почв юга Томской области.*

Для достижения поставленной цели потребовалось решить следующие **задачи**:

1) проанализировать современные представления о влиянии климатических факторов на развитие эрозионной деградации почв, а также изучить методические подходы к структурной периодизации года;

2) установить структуру годового цикла, охарактеризовать климатические условия сезонных ритмов года в динамике;

3) выявить наиболее эрозионноопасные структурные единицы годового цикла и дать им климатическую оценку;

4) разработать модель эрозионного потенциала климата.

Объект исследования – сезонные ритмы климата юга Томской области. **Предмет исследования** – климатические условия эрозионноопасных ритмов природы на пашне Томского, Асиновского, Бакчарского, Кожевниковского, Первомайского и Шегарского районов, территория которых является наиболее освоенной в сельскохозяйственном отношении и, одновременно, максимально подверженной эрозионным процессам.

Информационная и методологическая база. В основу настоящего исследования положены ежесуточные данные таблиц ТМ-14 за период с октября 1967 по декабрь 1997 года по 4 репрезентативным метеостанциям юга Томской области, которые расположены в разных агроклиматических и природных зонах юга Томской области (южную тайгу правобережья Оби представляют данные метеостанции Бакчар, южную тайгу левобережья Оби –

Первомайское, подтайгу – Томск, лесостепи – Кожевниково) и имеют сопоставимый ряд наблюдений.

В основу анализа положены следующие показатели: температура воздуха (среднесуточная, максимальная, минимальная), скорость ветра (среднесуточная, максимальная), суммы осадков (суточные и максимальные за каждый ливень), суточные значения относительной влажности и дефицита влажности воздуха, мощность промерзания и оттаивания почв, высота снежного покрова (ежесуточная по снегомерной рейке на метеостанции и ежедекадная на постоянных участках наблюдения), запасы воды в снеге и его плотность, запасы воды в почве по декадам теплого периода года, фенологические явления. Автор также принимал участие в полевых исследованиях на территории Томь-Яйского междуречья в период с 1987 по 1997 г.

Теоретическую основу диссертационного исследования по эрозионной проблематике составили идеи и концепции С.И. Сильвестрова, М.Н. Заславского, В.В Сластихина, Г.П. Сурмач, К.С. Кальянова, А.Д. Орлова, Г.И. Швебса, А.Ф. Путилина и др. Теоретической основой по сезонной ритмике климата стали работы Н.Н. Галахова, Н.В. Рутковской, Л.Б. Филандышевой.

Основные применямые методы исследования - диалектический, математический, сравнительно-географический, исторический, комплексно-генетический, а также метод моделирования.

Научная новизна работы состоит в том, что впервые применен подход к изучению эрозионных процессов с позиций сезонной ритмики, позволивший изучить этот процесс на функциональном и динамическом уровнях. Также впервые для исследуемой территории за период с 1967 по 1997 г.:

- установлены средняя многолетняя и погодичная структуры сезонного ритма годового цикла и проведена типизация;
- получены количественные климатические показатели всех структурных единиц года и дана оценка их пространственно-временной динамики;
- уточнён температурный критерий для выделения центральной фазы зимы;
- выявлены ведущие эрозионноопасные сезонные ритмы годового цикла и дана оценка их климатическим особенностям;
- изучены во взаимосвязи процессы водной и ветровой эрозии, а также ритмичность их проявления;
- разработана модель эрозионного потенциала климата.

Практическая значимость проведенных исследований заключается в том, что предложенный автором подход к изучению влияния климата на развитие эрозии почв с позиций сезонной ритмики позволяет определить в каждом конкретном районе наиболее эрозионноопасные периоды в течение года, что может служить основой для прогнозирования интенсивности эрозионных процессов и перспективного территориального планирования развития сельскохозяйственных предприятий. Результаты исследований могут быть использованы природоохранными организациями для обоснования превентивных мер. Полученные данные могут также найти применение в

различных отраслях экономики (сельском, лесном и промысловом хозяйствах, здравоохранении) и науки (фенология, экология и ландшафтоведение). Теоретические и методологические положения работы могут быть использованы в курсах «Ландшафтоведение», «Физическая география» и др.

Апробация и реализация результатов исследования. Основные положения диссертации обсуждались на заседаниях кафедры географии геолого-географического факультета Томского государственного университета (2000–2004 гг.); были доложены на региональных и международных конференциях и опубликованы (Курган, 1997; Томск, 1998, 1999, 2000, 2002, 2003, 2004; Иркутск, 2001; Кемер (Турция), 2000; Греция, 2001). Исследования поддержаны грантом «Университеты России» в 2002-2003 гг. (код 08.01.007).

Материалы исследования используются в учебном процессе на кафедре географии геолого-географического факультета Томского государственного университета.

Публикации. По материалам диссертации опубликовано 18 работ, в том числе в центральной печати – 6, в которых отражены основные результаты проведенных автором исследований.

Объем работы. Диссертация изложена на 166 страницах машинописного текста при общем объёме 227 стр., состоит из введения, четырех глав, заключения, 27 приложений. Текст диссертации иллюстрирован 59 таблицами и 15 рисунками. Список литературы включает 309 источников, в том числе семь иностранных.

Структура работы определена последовательностью решаемых в ней задач. *Во введении* обосновывается выбор темы, определяются цель и задачи исследования, его объект и предмет, научная новизна и практическая значимость. *В первой главе* рассматривается изученность темы, характеризуется влияние климатических факторов на эрозию почв. *Во второй главе* представлены исходные материалы, а также рассматриваются методологические подходы к структурной периодизации года и описана методика исследования. *В третьей главе* даётся характеристика сезонного ритма природы по частям и сезонам года (их временные и гидротермические особенности). *Четвёртая глава* посвящена эрозионной оценке климатических условий фаз годового цикла, на основе которой разработана модель эрозионного потенциала климата. *В заключении* подведены итоги исследования.

Работа выполнена на кафедре географии геолого-географического факультета Томского государственного университета под руководством к.г.н., доцента Л.Б. Филандышевой, которому автор искренне признателен за постоянное внимание и своевременную поддержку. Автор благодарен своему Учителю, первому научному руководителю, ныне покойному, доктору географических наук, профессору А.А. Земцову. Сбор, систематизация и анализ климатических условий был бы невозможен без обширной первичной информации, полученной с помощью начальника отдела агрометеорологии Т.Н. Мангазеевой. Автор признателен за критические замечания в процессе обсуждения работы и помощь при её создании всем сотрудникам кафедры, чьи советы и участие способствовали выполнению работы.

Положения диссертации, представляющие предмет защиты

1. Основой для объективного выявления особенностей и взаимосвязей между отдельными географическими компонентами конкретной территории является комплексно-генетический метод изучения климата, который позволяет осуществить статический и динамический подходы к исследованию эрозионных процессов.

Анализ отечественной литературы позволил установить, что становление представлений о влиянии климата на эрозию в своем развитии прошло 5 этапов, начиная с XIV в., отличающихся продолжительностью и результативностью. Широкое развитие в настоящее время получили работы С.И. Сильвестрова (1965), М.Н. Заславского (1987), К.С. Кальянова (1985), А.Ф. Путилина (2002), в которых установлен механизм влияния и выявлены ведущие климатические показатели, активизирующие эрозию: режим увлажнения, термический и ветровой режимы во взаимосвязи с характером подстилающей поверхности. Однако он не учитывает естественной ритмичности – неотъемлемого свойства географической оболочки, которое распространяется на все её компоненты, а также процессы, происходящие в ней, в том числе эрозионные.

Наши исследования опираются на самые короткие по продолжительности ритмы – суточные, сезонные, годовые. Если выделение суточного ритма не вызывает проблем, то сезонный и годовой ритмы в их общепринятых календарных границах, как показывает практика, не совпадают с реальным ходом развития природных процессов. В то же время сезонность, как проявление ритмичности функционирования геосистем, является не только устойчивым повторением свойств бытия, но и типом связи, объединяющим компоненты живой и неживой природы в целостные функционально организованные образования [Сочава В.Б., 1978; Солнцев В.Н., 1981]. Следовательно, для установления взаимосвязи годовой динамики эрозионных процессов и климата необходим подход с позиций сезонной ритмики, который позволит детальнее изучить и оценить эрозию почв.

Первые попытки разделения года на сезоны как естественные периоды, в течение которых наблюдалось равномерное развитие природных процессов, были предприняты ещё в XIX в. М.Ф. Спасским (1847), К.С. Веселовским (1857), А.И. Воейковым (1881). С тех пор предлагались формальный, формально-генетический, фенологический и комплексно-генетический методы. Последний был разработан Н.Н. Галаховым и положен в основу нашего исследования. Позже комплексно-генетический метод был развит и дополнен Н.В. Рутковской (1979), Л.Б. Филандышевой (1982), Л.Н. Окишевой (1984). Мы сохранили преемственность данного научного направления.

Суть комплексно-генетического метода состоит в учёте и анализе особенностей хронологического посуточного хода ведущих климатообразующих факторов с синхронным анализом динамики фенологических явлений на определённых участках земной поверхности.

Изучение ритмичности климата во взаимосвязи с развитием ЭП, потребовало установления структуры годового цикла, под которой нами понимается совокупность последовательно сменяющих друг друга отрезков года, в течение которых постепенно изменяются показатели тепла, влаги и их соотношение, что сопровождается сменой фаз развития природных систем и носит циклический характер. Эти отрезки года называются структурными единицами и бывают трёх уровней (порядков) (рис. 1).

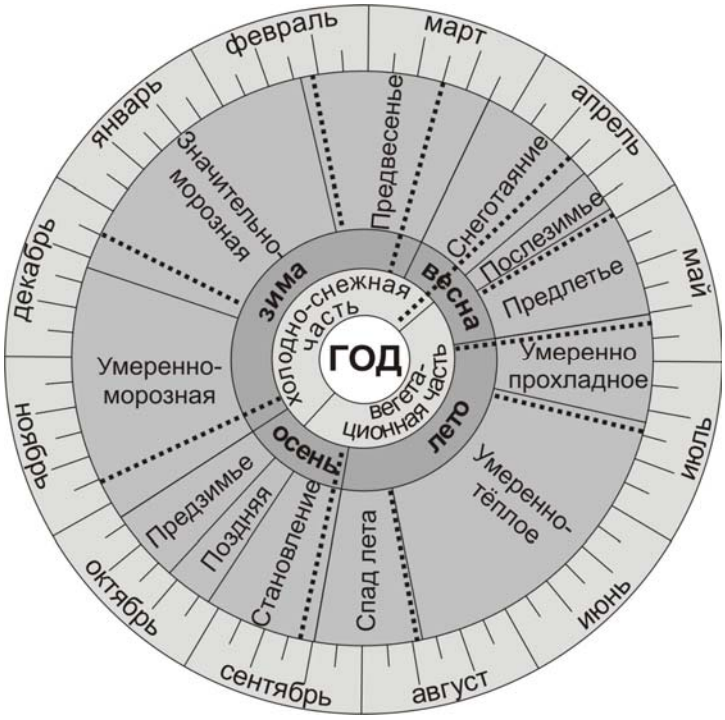


Рис. 1 – Структура сезонного ритма годового цикла для метеостанции Томск. Границы структурных единиц за период:
——— 1936–1970 гг. [Рутковская Н.В., 1982],
..... 1967–1997 гг. (данные автора).

Структурными единицами первого порядка являются холодно-снежная (ХСЧГЦ) и вегетационная (ВЧГЦ) части годового цикла.

К структурным единицам второго порядка относятся сезоны года: зима, весна, лето и осень. «Естественный сезон года – это обособленный этап годового цикла, характеризующийся однотипностью, единой общей направленностью климатообразующих процессов и явлений и внешне выражающийся в определенных взаимосвязанных становлениях других компонентов среды и изменениях аспектов ландшафта» [Галахов Н.Н., 1959, с. 41].

Сезоны в разные годы имеют разную продолжительность, а их начало и конец не совпадают с началом и концом календарных месяцев.

Структурными единицами третьего порядка считают фазы – сравнительно обособленные и однородные части сезонов года. Всего выделяют 12 фаз, из них 5 относят к ХСЧГЦ и 7 – к ВЧГЦ (рис. 1) [Рутковская Н.В., 1979].

Границы структурных единиц – это моменты наибольших количественных изменений показателей гидротермического режима, которые хорошо согласуются с качественными проявлениями в живой природе. Ведущим показателем гидротермического режима, по нашему мнению, является средняя температура воздуха, отражающая взаимодействие трёх основных факторов климатообразования и, вследствие этого, имеющая чётко выраженный сезонный ход.

2. Структурные и климатические изменения естественных сезонов и фаз годового цикла имеют разную тенденцию пространственно-временной динамики, что находит отражение в неравномерности развития эрозионных процессов.

Для определения динамики климатических условий за каждую структурную единицу года 30-летнего периода по четырём станциям были подсчитаны следующие параметры, играющие существенную роль в развитии эрозии: суммы среднесуточных температур воздуха, средние температуры воздуха, суммы осадков, среднее количество осадков, число дней с осадками, за ВЧГЦ – количество ливней, их средний и общий слой, среднюю и максимальную скорость ветра; за ХСЧГ– максимальную высоту снежного покрова.

На основе изучения перечисленных показателей нами проведена типизация всех структурных единиц годового цикла, исходя из сравнения величины отклонения (А) значений названных параметров в конкретный год с величинами среднемноголетних за рассматриваемый период и величины стандартного отклонения (σ). В соответствии с этим все характеристики разделены на нормальные ($A < \sigma$) и аномальные двух типов: аномальные (при $2\sigma > A > \sigma$) и экстремально аномальные (при $A > 2\sigma$). В соответствии с этим были получены следующие типы сезонов и фаз:

- по термическому режиму: очень теплые, теплые, нормальные, холодные и очень холодные;
- по режиму увлажнения: очень влажные, влажные, нормальные, сухие, очень сухие;
- по продолжительности: очень длинные, длинные, нормальные, короткие, очень короткие;
- по датам начала и конца: очень ранние, ранние, нормальные, поздние, очень поздние;
- по структуре: нормальные (для сезонов – это трёхфазные, для ВЧГЦ – семифазные, для ХСЧГ – пятифазные) и аномальные от 5 до12 разновидностей.

После определения границ структурных единиц года и расчёта климатических показателей за каждую из них мы провели сравнительный

анализ полученных данных с периодом 1935-1970 г. В результате анализа были установлены основные тенденции пространственно-временных изменений климата, отраженные в табл. 1.

Таблица 1 – Основные тенденции климатических условий на юге Томской области за период 1935-1997 гг.

Климатический показатель	Тенденция показателя	Структурная единица	Наличие тенденции по метеостанциям			
			Б	П	Т	К
Даты начала структурных единиц	Смещение на более поздние сроки	ХСЧГ	+	+	+	+
		Зима	+	+	+	+
		ЗМЗ	–	–	+	+
		ВЧГЦ	+	–	–	–
		Лето	+	+	+	–
		УТЛ	+	+	+	+
		Весна	–	–	–	–
		Осень	+	+	+	+
Даты конца структурных единиц	Смещение на более поздние сроки	ХСЧГ	+	–	–	–
		Зима	–	–	–	–
		ЗМЗ	+	–	–	+
		ВЧГЦ	+	+	+	+
		Лето	+	+	+	+
		УТЛ	–	+	+	+
		Весна	+	+	+	+
		Осень	+	+	+	+
Продолжительность	Уменьшение	ХСЧГ	–	+	+	+
		Зима	+	+	+	+
		ЗМЗ	+	+	+	+
		ВЧГЦ	+	–	–	–
		Лето	+	+	+	–
		УТЛ	+	+	+	+
		Весна	–	–	–	–
		Осень	–	–	–	–
Средняя температура воздуха	Повышение	ХСЧГ	+	+	+	+
		Зима	+	+	+	+
		ЗМЗ	+	+	+	+
		Весна	–	–	–	–
		Осень	–	+	+	–
Сумма осадков	Увеличение	ХСЧГ	+	+	+	+
		Зима	+	+	+	+
		ВЧГЦ	+	+	+	+
		Лето	–	+	+	+
СП:						
образование	Позже	ПЗ	+	+	+	+
разрушение	Раньше	СТ	+	+	+	+
Высота СП	Увеличение		+	+	+	+
Запасы воды в снеге	Увеличение		+	+	+	+

Примечание. Названия метеостанций: Б – Бакчар, П – Первомайское, Т – Томск, К – Кожевниково.
Тенденция: «+» — указанная тенденция, «–» – противоположная.
Структурные единицы: ХСЧГ – холодно-снежная часть года, ВЧГЦ – вегетационная часть, ЗМЗ – цетральная фаза зимы, УТЛ – центральная фаза лета, ПЗ – предзимье, СТ – снеготаяние. СП – снежный покров.

Наиболее существенно изменились временные характеристики, которые проявились, *во-первых*, в смещении дат начала и конца всех сезонов и фаз на более поздние сроки, за исключением весны и её первых двух фаз – «снеготаяние» и «послезимье», что наглядно видно на рис. 1. *Во-вторых*, это отразилось на продолжительности естественных сезонов и фаз года. Наибольшей изменчивостью отличаются переходные сезоны года (они стали продолжительнее), а также ХСЧГ, зима и её центральная фаза, которые стали короче (на 8 дней в Бакчаре и Первомайском и на 13 – в Томске и Кожевниково). Изменение продолжительности в пользу увеличения весеннего сезона, особенно его фаз «послезимье» и «предлетье», имеет эрозионноопасное значение, учитывая незащищенность почвы растительностью перед осадками и ветром. Из природных зон наибольшей изменчивостью характеризуются подтайга и лесостепь. Истинность сравнений проверялась с помощью критериев значимости, которые оказались во всех случаях $P<0,05$, что признаёт сравнения достоверными. *В-третьих*, выявлены изменения структуры сезонов, особенно весны, повторяемость трёхфазных типов которой сократилась на 12–25 %.

Динамика временных характеристик сопровождалась изменениями термического режима, которые проявились в повышении температуры ХСЧГ, «предзимья», зимы и её центральной фазы. Так, за ХСЧГ средние температуры увеличились на 1,2 (Томск) – 1,9 °С (Бакчар) и составили, соответственно, –11,1–11,6 °С вместо –12,3–13 °С. Намного теплее стала «значительно морозная» фаза зимы – самая холодная её часть, средние температуры которой повысились при движении с юга на север изучаемого района с –22,6–23 до –18,9–19,5 °С. Это сказалось на термическом критерии выделения данной фазы. По методике Н.В. Рутковской (1979), для периода 1935-1970 г. ядро зимы отграничивалось с обеих сторон датами устойчивого перехода среднесуточных температур воздуха через –18 °С, в наш период – через –16 °С.

Выявлена высокая корреляционная связь между средней температурой за ХСЧГ и среднегодовой температурой воздуха во всех изучаемых природных зонах ($r = 0,95$), что свидетельствует об определяющей роли термического режима ХСЧГ в температурном фоне всего года. При этом тёплые ХСЧГ стали встречаться чаще в 2-3 раза, зимы - в 2-2,8 раза по сравнению с периодом 1935-1970 г. Наши данные согласуются с результатами исследований Кочуговой Е.А. (1998), Буфала В.В. с соавт. (2003), Ипполитова И.И. с соавт. (2003), Шишлова В.И. (2003) в пользу потепления климата за счёт холодного периода.

Тенденция потепления сопровождалась изменениями и главного эрозионноопасного фактора - режима увлажнения, в частности, увеличением годовой суммы осадков – в 1,1–1,3 раза, а также неравномерностью их

выпадения в течение годового цикла. Выявлена следующая пространственная закономерность – влажные ВЧГЦ и летние сезоны более свойственны южной тайге, в то время как подтайга и лесостепь отличаются большим количеством осадков зимой.

Таким образом, основные тенденции многолетнего хода показателей гидротермического режима (с учётом зональных и меридиональных закономерностей циркуляционных процессов, а также формирование местных климатов в зависимости от орографического и почвенного фона), существенно отличающиеся от нормы, создают большую мозаичность разнонаправленных предпосылок для развития эрозионных процессов по разным природным зонам, что свидетельствует о необходимости пространственно-временного подхода к изучению эрозии.

3. Дифференциация годового цикла на структурные единицы с целью потенциальной оценки возможности развития водной и ветровой эрозии позволила выявить эрозионноопасные климатические ритмы и установить, что предпосылки для её развития создаются в течение всего годового цикла, а само развитие и проявление их на местности происходит преимущественно на протяжении 5 фаз.

Известно, что ЭП в течение года проявляются неравномерно. Поэтому наиболее важно было выявить и рассмотреть условия тех фаз, когда эти процессы получали наиболее интенсивное развитие.

Эрозионноопасным признаком двух последних фаз ВЧГЦ - *«становление осени» и «поздняя осень»* – является режим увлажнения, поскольку запасы влаги в почве перед её замерзанием играют существенную роль в формировании поверхностного стока на склоновых землях. Сильно увлажненный осенью пахотный слой почвы с заплывшей выровненной поверхностью при замерзании формирует внутрипочвеннную ледяную прослойку, практически не пропуская талые воды [Комаров В.Д., 1957; Гедеонов А.Д., 1973; Хмелев В.А., 1988; Путилин А.Ф., 2002]. Опытами Е.Н. Цыкина (1958) установлено, что при влажности почвы 30 % впитывания не происходит. В условиях юга Томской области влажность почв в эти фазы колеблется от 25 до 42 %, создавая тем самым практически ежегодно условия для образования запирающего слоя. Поэтому главным эрозионноопасным критерием этих фаз является количество осадков выше нормы. Например, в 1996 г. в эти фазы выпало осадков в южной тайге в 2,6, а в лесостепи в 8 раз больше нормы.

В фазу *«предзимье»* формируется устойчивый снежный покров (СП). В среднем многолетнем это происходит 25-30 октября, что на 8 дней позже периода 1935-1970 гг. Затем идет интенсивный процесс накопления снега. Как показывает анализ данных, режим увлажнения характеризуется преобладанием нормальных по этому признаку фаз и высокой долей «влажных» (выше нормы) по сравнению с «сухими» (ниже нормы). Сухое и очень сухое «предзимье» также имеет эрозионноопасное значение. По мнению Л.В. Ворониной (1992), факт раннего промерзания и интенсивного охлаждения почв из-за резкого снижения температур воздуха (–-8–10 °С) при маломощном СП (8-10 см) может

приводить к их длительному оттаиванию весной. Чаще всего подобная ситуация наблюдается в случае выпадения фазы «предзимье», которое происходит в 12 (лесостепь) –30 % (Первомайское) случаев. В годы, когда рассматриваемая фаза не выпадает, а продолжительность её близка к среднемноголетним значениям или длинная, активная циклоническая деятельность приводит к быстрому накоплению снежной толщи. Таким образом, эрозионноопасными признаками фазы «предзимье» являются количество осадков выше и ниже нормы и отсутствие этой фазы в структуре осени (тип осени – двухфазная без «предзимья»).

«Умеренно-морозная зима» – это фаза быстрого роста высоты снежного покрова и основного накопления снега вследствие ещё значительного влагосодержания воздушных масс, а также интенсивной циклонической деятельности. С этими причинами связаны обильные снегопады, приводящие к быстрому росту высоты СП в эту фазу: на открытых участках она достигает в среднем многолетнем 25–27 см, а к концу фазы (15–27 декабря) 60–65 % от наибольшей высоты за зиму.

Частые вторжения воздушных масс с севера и юга в фазу «умеренно-морозная зима» делают погоду крайне неустойчивой: межсуточная изменчивость температуры воздуха достигает наибольших значений за год, что приводит к увеличению плотности снега и запасов воды в нем. Уплотнению снега способствуют также сильные ветры и метели. Если выпадение твёрдых осадков сопровождается штилевой погодой, то СП распределяется равномерно. В действительности же снегопады лишь в редких случаях наблюдаются в безветренную погоду. Чем чаще и продолжительнее метели, тем выше неравномерность распределения СП, его плотность и запасы воды, а, значит, проявление эрозионных процессов даже на небольших площадях в условиях ровной местности почв будет мозаичным. Такие неоднородные физико-механические свойства снега затрудняют его количественную оценку и требуют непосредственных метелевых измерений [Копанев И.Д., 1971].

В целом, в фазу «умеренно-морозная» зима создаются основные запасы снега и происходит его переотложение на разных формах рельефа, т.е. формируются предпосылки для развития эрозионных процессов.

К концу зимы (в фазу *«предвесенье»*) высота снежного покрова достигает наибольших значений. В зависимости от максимальной величины снежного покрова выделяют среднеснежные, малоснежные и многоснежные зимы [Коженкова З.П., Рутковская Н.В., 1966; Нефедьева Е.А., Яшина А.В., 1985]. При преобладании среднеснежных зим на всей территории (64–73,4 %) резко выделяется Бакчар удельным весом многоснежных зим, которые здесь бывают в 1,7–2 раза чаще, чем на других станциях. В целом, аномальностью по снежности отличаются зимы левобережья Оби. На всей изучаемой территории многоснежными, например, были 1977, 1991 и 1993 гг.

Таким образом, фаза «предвесенье» – период значительного ослабления темпов роста высоты снежного покрова и достижения его наибольшей мощности.

Формирование большой высоты СП происходит в зимы «с неустойчивым термическим режимом» и «безъядерные», характеризующиеся высоким термическим фоном и активной циклонической деятельностью. «Безъядерными», например, были зимы 1982/83, 1988/89 и 1992/93 гг. Повторяемость аномальных зим увеличилась, особенно после 1980 г. и составила от 17 до 20 %. В связи с этим при изучении ЭП необходимо учитывать термический режим и структуру зимнего сезона в целом.

Непосредственное эродирующее воздействие талой воды на почву начинается в первую фазу весны и последнюю фазу ХСЧГ – *«снеготаяние»*, когда происходит уплотнение снега, кратковременное подтаивание и частичное или полное пропитывание его водой. Наибольшие значения плотности снежного покрова варьируют от 0,24 в Первомайском и 0,26 в Бакчаре до 0,31 г/см^3 в Томске. Максимальная плотность снега в декаду его наибольшей высоты фиксировалась по станциям в разные годы: в Бакчаре –- в 1995, 1970, 1988 гг., в Первомайском – в 1988, 1983, 1991 гг., в Томске – в 1989, 1993, 1997 гг. и в Кожевниково – в 1991, 1997 гг. (года приведены в порядке уменьшения максимальной плотности). В указанные годы создавались наиболее благоприятные условия для развития эрозии.

С плотностью СП связана и другая важная характеристика снежного покрова – запасы воды в нём. Имеются значительные пространственные вариации (по орографическим причинам): наименьшие средне многолетние значения запасов воды в снеге характерны для Первомайского (87,8±10,4 мм), а наибольшие – для Томска (188±13 мм). В отдельные годы этот показатель достигал максимальных значений, соответственно, 149 мм в 1997 г. и 319 мм в 1991 г. Как видно, СП аккумулирует в себе значительные запасы воды к моменту таяния, составляющие 32–38 % от общей суммы годовых осадков, что несопоставимо даже с ливневыми осадками. Поэтому юг Томской области правомерно отнесён С.И. Сильвестровым (1965) к районам ливнево-снежного типа влияния климата на эрозию с ведущей ролью снеготаяния. Кроме того, по сравнению с предыдущим периодом (1935–1970 г.), наблюдается увеличение высоты СП на 5 см, а запасов воды в снеге – на 40-55 мм, что, несомненно, имеет эродирующее значение и ставит эрозию от действия талых вод на первое место.

В фазу «снеготаяние», в основном, происходит разрушение устойчивого СП (11–17 апреля), а окончательный его сход – неделей позже. По сравнению с периодом 1935-70 г. [Рутковская Н.В., 1973, 1979], это раньше на 10–15 дней. Изучение периода снеготаяния необходимо и потому, что важнейшая характеристика СП – интенсивность его таяния – прямо пропорциональна продолжительности фазы. В среднем многолетнем она составляет 32–35 дней, но бывают и короче: в южной тайге – 8 (1984 г.), в подтайге и лесостепи – 13 дней (1982,1995). За 30-летний период повторяемость коротких фаз составила 25–31 %. При глубоком промерзании почвы (в среднем 97–120 см) за такой небольшой отрезок времени она не успевает оттаять и её поверхностный слой смывается по водоупорному промёрзшему горизонту. Количество смытого материала зависит от крутизны и длины склонов. Так, полевые наблюдения показали, что даже на пологих и коротких склонах 1-3° формируется 8–10

промоин на 1 га, с которых выносится от 0,09 до 0,46 м³ мелкозёма [Евсеева Н.С., Филандышева Л.Б. с соавт, 1990].

Как показали наблюдения, проводимые на Томь-Яйском междуречье за период 1987-1997 г., выпуклые участки пашни на склонах южной экспозиции уже в фазу «снеготаяние» свободны от снега. Хотя почва находится, как правило, в мёрзлом состоянии, ветер скоростью более 5 м/с способен переносить не только снег, но и частицы такой почвы диаметром 2-3 мм. Выдутые с обнаженной поверхности почвы частицы уносятся на разные расстояния от очага дефляции и при ослаблении ветровых струй у лесополос и возвышенностей пашни отлагаются на поверхности снега, образуя эоловую рябь и создавая эффект «чёрных зим». В пределах южного склона Лучановского стационара площадью около 10 га такая рябь покрывает до 70 % поверхности снега при мощности почвенных отложений на снегу от долей миллиметра до 30 мм. Подобные отложения за период наблюдений отмечались ежегодно. Например, в 1989 году на южном склоне стационара снег с куполов пашни сошел 31 марта, почва обсохла. Максимальные скорости ветра над поверхностью пашни достигали 25 м/с при средних значениях 5 м/с. После свежевыпавшего снега ветровая деятельность усилилась, купола пашни вновь обнажились и частицы почвы вовлекались в снегоперенос, отлагаясь на заснеженных участках. За период с 31 марта по 8 апреля с куполов пашни было снесено от 240 до 420 кг почвы с 1 га [Евсеева Н.С., Квасникова З.Н. с соавт., 2001].

Таким образом, фаза «снеготаяние» является первой фазой года, когда реально возникает разрушение почвенного покрова талыми водами и ветром, хотя эродирующий потенциал закладывается в предыдущие фазы годового цикла. Величина стока и выдувания зависят от погодных условий фазы и её продолжительности. Чем короче фаза и теплее (при ясной погоде и быстром нарастании температур), тем активнее проявляется плоскостной смыв, как, например, наблюдалось в Бакчаре в 1984 г., в Первомайском – 1987 г., в Томске – в 1991 и 1995 гг., в Кожевниково – в 1972 г. В указанные годы продолжительность «снеготаяния» была примерно в три раза короче средних многолетних значений и составила от 9 до 14 дней при температурном фоне выше нормы. Запасы воды в снеге к началу таяния (объем действующего фактора) и скорость таяния (интенсивность действия) являются наиболее важными и точными показателями процесса снеготаяния. Развитию повсеместной и более масштабной ветровой эрозии, наоборот, способствует длинная по продолжительности фаза, которая бывает в случае холодного или близкого к норме термического режима.

На фазу *«послезимье»* – первую фазу ВЧГЦ и одновременно центральную фазу весны – приходится окончательный сход СП. В зависимости от погодных условий фазы могут возникнуть предпосылки для развития или водной, или ветровой эрозии.

В отдельные годы весной после разрушения устойчивого снежного покрова при понижениях температуры воздуха и выпадении снега образуется один или два временных снежных покрова. Снег в среднем лежит 2-3 дня при средней высоте 2-5 см, но максимальные значения повторяемости, продолжительности

его залегания и высоты могут существенно отличаться. Так, в 1989 г. временные СП формировались от 5 (Первомайское) до 9 (Кожевниково) раз. Максимальная высота достигала 14-15 см. Дополнительное увлажнение в виде временных СП отрицательно отражается на состоянии почвы, приводя в многоснежные и среднеснежные годы к появлению повторных ручейков в местах схода устойчивого СП, ухудшению водно-физических свойств почвы и усилению выноса питательных веществ и, главное, усилению эрозии.

В фазу «послезимье» создаются чрезвычайно благоприятные условия для развития ветровой эрозии вследствие контраста дневной и ночной температур, низкой относительной влажности воздуха, слабого увлажнения фазы и высоких скоростей ветра. Критические скорости ветра для почв с суглинистым механическим составом, которые преобладают на юге Томской области, колеблются от 5–6 до 9–12 м/с [Аристархова Л.Б., 1992]. Средние скорости ветра на территории исследования изменяются от 2,2 (Томск) до 5,6 м/с (Бакчар). Следовательно, в фазу «послезимье» только в Бакчаре регистрируется скорости ветра, имеющие эрозионноопасное значение, на других же станциях они фиксировались не ежегодно. Если же брать во внимание максимальную скорость ветра (6–8,4 м/с), то условия для дефляции имеются во всех районах. Зная, что ветер вблизи земной поверхности характеризуется турбулентностью (порывистостью), которая связана со средней скоростью ветра параболической зависимостью [Большаков С., 1957], можно определить воздействие ветра на почву. Так, при средней скорости 13 м/с воздействие усиливается в 17 раз по сравнению с ветром со скоростью 4 м/с. Проведённые нами подобные расчёты позволили принять за эрозионноопасные ветры – те, скорость которых выше 6 м/с. Повторяемость случаев со скоростью ветра эрозионноопасных градаций составляет в фазы «послезимье», а также «предлетье» и «умеренно-прохладное лето» более 50 %. Эти же фазы отличаются возможностью появления бурных ветров (>15 м/с). При среднем незначительном их количестве в отдельные годы повторяемость увеличивалась в 3-13 раз (табл. 2).

Таблица 2 – Количество случаев с бурными ветрами по фазам ВЧГЦ

Станция	Количество дней со скоростью ветра ≥ 15 м/с за фазу					
	«послезимье»		«предлетье»		«умеренно-прохладное лето»	
	сред-нее	максималь-ное, год	сред-нее	максималь-ное, год	сред-нее	максимальное, год
Б	0,8	3(1969,1985)	2,3	16 (1981)	1,9	7 (1990)
П	0,6	5 (1993)	1,6	8 (1976)	1,1	8 (1990)
Т	0,5	3 (1993)	0,8	6 (1971)	0,5	5 (1970)
К	0,3	4 (1993)	1,2	4(1968,1980)	1,6	7(1970,1980)

Сокращения названий станций см. к табл. 1.

Анализ погодных условий фазы «послезимье» за 30-летний период говорит о том, что в эту фазу главной причиной возникновения смыва является высокая

влажность почвы в связи с окончательным сходом снежного покрова и полным оттаиванием почв, а в отдельные годы – формирование временных СП, как, напрмер, было в 1972, 1989 и 1997 гг. Развитию ветровой эрозии способствуют «сухие» по увлажнению и «ветренные» (выше 6 м/с) условия фазы, как в 1983 и 1993 гг.

Эрозионноопасными климатическими характеристиками фазы *«предлетье»* являются: для ветровой эрозии – высокие скорости ветра, количество осадков ниже нормы, большое число дней с низкой относительной влажностью (менее 30 %), термический режим выше нормы. На всех станциях одновременно такое сочетание наблюдалось в 1981 г. Развитию водной эрозии способствуют количество осадков больше нормы, осадки слоем более 3 мм (особенно, более 10 мм), наличие неоттаявшей полностью почвы при термическом фоне фазы ниже нормы (1984 г.). Самыми эрозионноопасными являются ливневые осадки (10 мм и более), имеющие в «предлетье» разную повторяемость - от 2,2 и 3,7 % в Первомайском и Кожевниково до 9,4 и 10,6 % в Бакчаре и Томске, соответственно, от общего количества случаев за ВЧГЦ. Не смотря на их низкую частоту повторяемости за фазу (0,1-0,7 раз), велика их эрозионная опасность, учитывая средний слой ливня (15,6 – 16 мм). Бывают случаи выпадения ливней два дня подряд. Например, в «предлетье» 1978 г. в Томске за два ливня 26 и 27 мая выпало 57,2 мм (93% весеннего количества осадков), нанеся огромный ущерб почвенному покрову пашни.

Сухие типы фазы по режиму увлажнения опасны возможностью развития дефляции. Как показали исследования К.С. Кальянова (1985), более быстрому просыханию почвы и развитию ветровой эрозии благоприятствует относительная влажность воздуха ниже 50 %. В фазу «предлетье» наиболее вероятно понижение минимальной влажности воздуха даже до 30 % и ниже (в среднем 5 дней). За 30 лет наблюдений встречались и более длительные периоды с относительной влажностью ниже 30% - от 12 до 19 суток. Были годы, когда за две фазы («предлетье» и «умеренно-прохладное лето») в сумме насчитывалось от 16 до 26 дней с засушливыми условиями: 1995 г. в Бакчаре, 1990 г. в Первомайском, 1994 г. в Томске и 1997 г. в Кожевниково. «Предлетье» характеризуется самой высокой среди фаз повторяемостью бурных ветров (табл. 2). При этом всеми метеостанциями одновременно только трижды зафиксированы суховеи – в 1981, 1983 и 1994 гг.

Общей эрозионноопасной характеристикой для разных форм эрозии является продолжительность фазы длиннее нормы (1971 и 1984 гг.).

Сходной по эрозионной опасности с предыдущей фазой считается фаза *«умеренно-прохладное лето»*. В начале фазы появляются всходы овса, яровой пшеницы, ячменя, но они не являются преградой для воздействия воздушных и водных потоков, что подтверждается исследованиями М.Н. Заславского (1979) и Г.И. Швебса (1981). Поэтому осадки слоем 0-0,3 мм считались нами, в соответствии с исследованиями А.Г. Сморкаловой (1976), как несущественные, а осадки слоем 0,4–3,0 мм – как слабые, не оказывающие влияния на размыв и смыв почв [Виноградов Ю.Б., 1988; Росновский И.Н., Воробьев В.Н., 1998]. Осадки более 3,1 мм (умеренные) в первую фазу лета, как и в «предлетье»,

рассматривались уже как потенциально эрозионноопасные. Их доля в общей структуре осадков составляет от 48 (Бакчар) до 67 % (Томск).

Важен и общий режим увлажнения данной фазы. На «умеренно-прохладное лето» приходится только 16-20 % от общего количества летних осадков, но в годы экстремального увлажнения фазы их удельный вес повышался до 42-52 % (1974, 1987 гг.). В любом случае, эродирующее влияние осадков «умеренно-прохладного лета» на почву с учётом слабого проективного покрытия её растительностью более существенно, чем в следующие фазы лета. По сравнению с предыдущей фазой – «предлетьем» – увеличивается вероятность ливневых осадков в 5-7 раз по ст. Кожевниково и Первомайское, 0,7 раза - по ст. Томск при одинаковом значении по ст. Бакчар. Средний слой ливня за фазу составляет 10-15,5 мм (сильный ливень), а максимальные его значения колеблются от 27,3 до 52,6 мм, что считается эрозионноопасным признаком.

В годы, когда в эту фазу складываются засушливые условия, как и в фазу «предлетье», то появляется опасность развития ветровой эрозии. Наибольшее сочетание факторов для активизации смыва в эту фазу наблюдалось в 1974 г., а для дефляции – в 1991 г.

Несмотря на различия климатических и фенологических признаков следующих фаз лета – *«умеренно-теплое лето» и «спад лета»* - в эрозионном отношении они имеют схожие черты, позволившие рассматривать их вместе. Главная черта – максимальное развитие листовой поверхности у сельскохозяйственных культур, имеющих наибольшее проективное покрытие почвы за ВЧГЦ. Поэтому эрозионное воздействие на почвы пашни (за исключением паров) в эти фазы могут оказывать только ливневые осадки. Экспериментами Г.И. Швебса (1981) и И.Н. Росновского (2001) установлено, что в зависимости от слоя дождя перехват осадков напочвенным растительным покровом подчиняется такой закономерности: чем больше слой, тем больше воды попадает на поверхность почвы (при слое 3 мм – 45, 5 мм – 61, 10 мм – 78 %). Это подтверждает факт эрозионной опасности дождей слоем 10 мм, которые считаются ливневыми [Трифонова Л.И., 1988; Ларионов Г.А., 1993], причем последние подразделены на крупные ливни (20-30 мм) и выдающиеся (более 30 мм). Анализ осадков, выпаших за две эти фазы, показал, что в виде ливней выпадает 37–46 % осадков от общего количества за лето, доля их в виде ливней слоем выше 10 мм составила 29–33 %, доля крупных ливней – 8–12%.

В отдельные дни фазы «умеренно-теплое лето» может выпадать почти месячное количество осадков – 80,5 мм 16 августа 1994 г. на станции Томск; 79,3 мм и 78,7 мм, соответственно, 24 июля 1993 г. и 25 июля 1996 г. на станции Бакчар. На других станциях выпало 61,9 мм 13 сентября 1974 г. в Кожевниково и 74,4 мм 9 августа 1985 г. в Первомайском районе (табл. 3). В целом, за эти две фазы лета бывает 5 дней с ливневыми осадками, причем крупные ливни повторяются ежегодно на всей территории, а выдающиеся – раз в полтора (Томск), два (Бакчар) или три года (Первомайское, Кожевниково).

Подобные ливни формируют большой объем поверхностного стока, как, например выдающиеся ливни летнего сезона 1987 г., наблюдаемых на стационаре «Лучаново». 30 июня 1987 г. выпало 53,7 мм осадков за один ливень

продолжи тельностью 5,5 часов. Второй ливень шел 1 июля в течение 4 часов, за которые выпало 20,6 мм (табл. 3) . Совместное воздействие этих двух ливней оказалось очень разрушительным: с выпуклого склона длиной 50-100 м крутизной 3-11° снесено только в 145 струйчатых размывах 4-5 м³/га почвы.

Таблица 3 – Характеристика крупных и выдающихся ливней на юге Томской области

Дата выпадения	Коли-чество осадков, мм	Сила ливня*	Последствия
Томск			
30 июня 1987	53,7	7	Сильные смывы и размывы почв
1 июля 1987	20,6	3,2	Умеренный смыв и размывы почв
22 июля 1988	29,8	4	
26 июля 1988	37,8	5	Смыв и размыв почв
28 июля 1988	21,1	3,5	Умеренный смыв
2 августа 1988	36,9	6	Сильные смывы и размывы почв на парах и пропашных культурах
5 августа 1988	42,8	6,3	
16 августа 1994	80,5	8,8	Очень сильные смывы почв и размыв почво-грунтов
Бакчар			
17 июня 1972	47,1	6,5	Сильные смывы и размывы почв на парах и пропашных культурах
18 августа 1979	47,6	6,5	
31 июля 1983	49,4	6,7	
30 июля 1992	45,5	6,5	
31 июля 1992	49,2	6,8	
24 июля 1993	79,3	8,8	Очень сильные смывы почв и размыв почвогрунтов
25 июля 1996	78,7	8,7	
Первомайское			
10 августа 1985	74,4	8,5	Очень сильные смывы почв и размыв почвогрунтов
19 июня 1991	38,4	5	Смыв и размыв почв
12 июля 1994	41,1	5,2	
28 июля 1996	35,7	4,8	
Кожевниково			
1 августа 1969	33,2	4	Умеренный смыв и размывы почв
16 июля 1970	49,8	6,8	Сильные смывы и размывы почв на парах и пропашных культурах
9 августа 1974	56,7	7,1	
28августа 1989	41,7	5,2	Смывы и размывы почв

Там же, но на прямом склоне длиной 400-500 м крутизной 3-8°, занятом посадками картофеля и рапса, обнаружено много струйчатых размывов и промоин. Длина наиболее крупной промоины составила 200 м при ширине от 0,3 до 1,5 м и средней глубине 0,4 м. Общий объем снесенного материала составил 40-100 м³/га. Другой замер был осуществлен к юго-западу от пос. Аникино на территории лесопитомника, где были заложены 3 площадки размерами 20х10 м на склоне длиной 50 м крутизной 3-5°. По ним тянулся струйчатый размыв, образованный этими же двумя ливнями, из которого было вынесено 1,5-4 м³. Размыв переходил в крупную промоину длиной 250 м, появившуюся в 1984 г. За 4 года её существования объем вынесенного грунта составил 150 м³, т.е. 30 м³/год, из них 70 м³ грунта вымыто талыми водами [Евсеева Н.С., Филандышева Л.Б. и соавт., 1990]. Для оценки эрозионных последствий дождей использовалась формула силы дождя В.В. Сластихина и П.В. Синявского (1964). Оказалось, что ливень 30 июня считается большим проливным, а ливень 1 июля – умеренно проливным, ущерб от которых составил до 100 м³ смытых почв. Была рассчитана сила дождя и для других выдающихся ливней (табл. 3).

Среди ливней фаз «умеренно-теплое лето» и «спад лета» наибольшей эрозионной опасностью обладают такие, которые следуют за продолжительными дождями, успевшими хорошо промочить почву с поверхности. Нами установлено, что подобная ситуация происходит во влажные и очень влажные эти фазы и летние сезоны в целом. Частота таких совпадений наблюдается в 37 (Кожевниково) – 56 % (Бакчар) случаев за рассмотренный период. Ливни в фазы «умеренно-теплое лето» и «спад лета» также опасны из-за большой их средней интенсивности – 0,16 и 0,11 мм/мин, соответственно, при наибольшей повторяемости дождей интенсивностью, равной 0,03-0,05 мм/мин (23 и 30 % случаев за фазы). Только для «умеренно-теплого лета» характерны дожди с интенсивностью более 0,4 мм/мин, их вероятность составляет 13,5 %. Исследования показали, что в Томске максимальная интенсивность имеет следующую повторяемость: 41,7 % - дожди с максимальной интенсивностью 0,11-0,5 мм/мин, 21,7 % - 0,51-1 мм/мин, 34,9 % - 1-3 мм/мин и лишь отдельные дожди (1,7 %) имели максимальную интенсивность более 3 мм/мин.

Таким образом, наибольшую потенциальную опасность для развития водной эрозии в указанные фазы имеют следующие условия: ливневые осадки и количество осадков больше нормы, создающие фон переувлажнения почвы, чем особенно запомнился 1996 г.

Анализ климатических условий всех структурных единиц года позволил выделить 39 эрозионноопасных показателей для водной эрозии и 16 для ветровой. При этом оказалось, что одновременного их проявления за рассмотренный период не наблюдалась. Наибольший набор признаков для водной эрозии пришёлся на 1995/96 г. и для ветровой – на 1981 г.

На интенсивность развития ЭП оказывает влияние не только набор эрозионноопасных показателей, но и их сочетания, изучение которых позволило нам разработать модель эрозионного потенциала климата (ЭПК) (см. цв. вкл.).

Как известно, модель – это упрощённое воспроизведение реальности, описывающее в обобщённой форме её существенные черты и взаимосвязи. Предложенная модель в соответствии с классификацией П. Хаггета (1971) является образно-знаковой идеальной моделью, аналоговой по степени абстрагирования от действительности и конструктивно–систематизирующей по функции.

В качестве уровней, на которых строится структура системы, выбраны сезоны года и их фазы. Климатические показатели являются переменными, их характеристики (изменения) – темпом, в целом создающими цепи взаимной связи. Темпы (интенсивность) переменных (больше или меньше нормы) определялись по методике, описанной на с. 8.

Созданная модель предполагает параллельное развитие разных видов эрозии (водной и ветровой), но отличающихся темпами переменных. Естественно, что эти сценарии не развиваются идеально в виде предложенных вариантов в течение одного года, кроме того наблюдаются в разные годы. При этом сочетание эрозионноопасных климатических факторов может изменяться - уменьшаться или дополняться. Эта модель подтверждает наличие мультипликационного эффекта климатического фактора в развитии эрозии в течении годового цикла. Достоверность модели проверена на реальном объекте – Лучановском полустационаре.

Таким образом, подход к изучению эрозионных процессов с позиций сезонной ритмики позволил изучить их всесторонне и детально на функциональном и динамическом уровнях, выявив эрозионноопасные ритмы. Зная тенденции климатических изменений, можно использовать их для прогнозирования развития эрозионных процессов.

Основные выводы

1. Важнейшей единицей изучения и прогноза динамики климатических условий являются естественные структурные единицы года (части, сезоны, фазы), характеризующиеся наиболее однородным состоянием подстилающей поверхности и метеопараметров.
2. Эрозия на юге Томской области развивается ежегодно, отличаясь во времени степенью интенсивности в зависимости от типа года, сезонов и фаз по аномальности их структуры, термического и ветрового режимов, а также влаго-обеспеченности.
3. На территории юга Томской области имеются условия для развития и водной, и ветровой эрозии, проявление которых не совпадает во времени, а наблюдается чередование периодов активизации этих видов как в течение года, так и по годам. При этом эрозионные процессы разного генезиса тесно взаимосвязаны между собой - смытые почвы более подвержены дефляции, чем несмытые и, наоборот. Установлена общность видов эрозии по климатическим причинам возникновения и результатам проявления.
4. На юге Томской области нет почв, абсолютно устойчивых к эрозии, при этом интенсивность её проявления зависит как от длительности, так и

постоянства действия разных климатических факторов. Однако эрозионный потенциал задается преимущественно режимом увлажнения – это фактор прямого воздействия, остальные – косвенного;

5. Предпосылки для развития водной и ветровой эрозии создаются в течение всего годового цикла, но проявляется эрозия на протяжении пяти фаз («снеготаяние», «послезимье», «предлетье», «умеренно-прохладное лето», «умеренно-теплое лето»). При этом развитие водной и ветровой эрозии вызывается разными сочетаниями гидротермических условий перечисленных фаз.

6. Наибольшая потенциальная эрозионная опасность характерна для Томского, Асиновского, Первомайского, значительная – для Кожевниковского и Шегарского, наименьшая – для Бакчарского районов юга Томской области, поэтому мероприятия по защите почв должны быть локально-зональными с учётом сезонных ритмов.

Список работ по теме диссертации

1. Изучение и картирование эрозионно-опасных земель Томь–Яйского междуречья// Экология и практика: материалы конференции. – Томск: Изд-во Томского ун-та. 1989. – С. 58–61. (соавторы – Евсеева Н.С., Филандышева Л.Б., Пашнева Г.Е.)
2. О проявлении эрозии почв на Томь–Яйском междуречье// Экология и практика: материалы конференции. – Томск: Изд-во Томского ун-та. 1989. С. 32–40. (соавторы – Евсеева Н.С., Филандышева Л.Б., Пашнева Г.Е.)
3. Эрозия — № 4. – С. 98–104. (соавторы – Евсеева Н.С., Филандышева Л.Б., Пашнева Г.Е.)
4. О роли климатических условий холодно-снежной части года в развитии эрозии почв (на примере Томской области)// Современные проблемы географии России и родного края: Материалы межвузовской научной конференции. – Курган: Изд-во Курганского ун-та, 1997. – С. 47–48. (соавтор – Филандышева Л.Б.)
5. К оценке снежного покрова как одного из факторов развития эрозии почв на юге Томской области// Вопросы географии Сибири. – Томск: Изд-во Томского ун-та, 1997. Вып. 22. С. 56-60. (соавтор – Филандышева Л.Б.)
6. Климатическая обусловленность дефляции почв юга Томской области// Актуальные проблемы геологии и географии Сибири. Материалы научной конференции, посвященной 120-летию основания ТГУ. Томск, 1–4 апреля 1998 г. – Томск: Изд-во Томского ун-та, 1998. С. 80-82. (соавтор – Филандышева Л.Б.)
7. Об особенностях зимнего сезона в подтайге и лесостепи Томской области// География в Томском университете: итоги, проблемы, перспективы. Материалы конференции. – Томск: Изд-во Томского ун-та, 1999. С. 104–105.
8. Динамика временных характеристик холодно-снежной части года на юге Томской области// Проблемы географии на рубеже XXI века. Материалы

Всероссийской научной конференции 24–26 февраля 2000 г. – Томск: Изд-во Томского ун-та, 2000. С. 157-158.
9. Климатическая обусловленность активности эрозионных процессов в почвах южных районов Томской области// Проблемы региональной экологии. Вып. 6: Материалы I региональной научно-практич. конференции молодёжи. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2000. – С. 143.
10. Геоэкологическое значение мониторинга климатических сезонов года городских территорий (на примере г. Томска)// VII научное совещание по прикладной географии: Материалы научной конференции. Иркутск, 22–23 мая 2001 г. – Иркутск: Изд-во Института географии СО РАН, 2001. С. 174-176.
11. Полевые исследования дефляции почв Томь-Яйского междуречья в холодный период// Экологический риск: Материалы Второй Всероссийской конференции. Иркутск, 16-20 сентября 2001 г. – Иркутск: Изд-во Института географии СО РАН, 2001. – С. 256–258. (соавторы – Евсеева Н.С., Квасникова З.Н., Осинцева Н.В.)
12. Мониторинг естественных сезонов года и прогнозирование экологических последствий их изменений// X Международный форум «Медико-экологическая безопасность, реабилитация и социальная защита населения»: материалы докладов. Турция Кемер, 7-14 октября 2001 г. – М., 2001. С. 122–125. (соавторы – Соколович Г.Е., Пеккер Я.С., Коломеец В.И., Валеева Ю. Ф.)
13. Сезонно-климатические изменения как один из факторов влияния на динамику и функционирование геосистем на примере юга Томской области// География Азиатской России на рубеже веков/ Материалы XI научного совещания географов Сибири и Дальнего Востока. Иркутск, 28–30 ноября 2001 г. – Иркутск: Изд-во Института географии СО РАН, 2001. С. 76-77.
14. Скрытые закономерности изменения климата г. Томска в период 1967–1997 гг.// Измерения, моделирование и информационные системы как средства снижения загрязнений на городском и региональном уровне: Программа и тезисы международной конференции «ENVIROMIS 2002». Томск, 6–12 июля 2002 г. – Томск: Изд-во Томского ЦНТИ. 2002. С. 97. (соавторы – Соколович Г.Е., Пеккер Я.С., Коломеец В.И., Валеева Ю. Ф.)
15. Климатические флуктуации с позиций сезонной ритмики// Проблемы гляциогидроклиматологии Сибири и сопредельных территорий: Материалы научно-практической конференции, посвящённой 110-летию со дня рождения М.В. Тронова. Томск, 18–19 ноября 2002 г. – Томск: Изд-во Томского ун-та, 2002. С. 118–119. (соавтор – Коломеец В.И.)
16. Мониторинг естественных сезонов года как составная часть климатического мониторинга// Проблемы геологии и географии Сибири/ Материалы научной конференции, посвящённой 125-летию основания Томского государственного университета и 70-летию образования геолого-географического факультета. Томск, 2–4 апреля 2003 г. – Томск: Изд-во Томского государственного университета..№ 3 (IV). 2003. С. 90. (соавторы – Филандышева Л.Б., Соколович Г.Е., Пеккер Я.С., Коломеец В.И.).

17. Ветровая эрозия почв в холодный период года на Томь-Яйском междуречье (Западная Сибирь) // География и природные ресурсы. – 2003. – № 3. – С. 101–105. (соавторы – Евсеева Н.С., Квасникова З.Н., Осинцева Н.В.)
18. О влиянии климатических условий на развитие эрозии почв// «Контроль и реабилитация окружающей среды»: Материалы IV Международного симпозиума. Томск, 21-23 июля 2004 г. – Томск, 2004. С. 87.

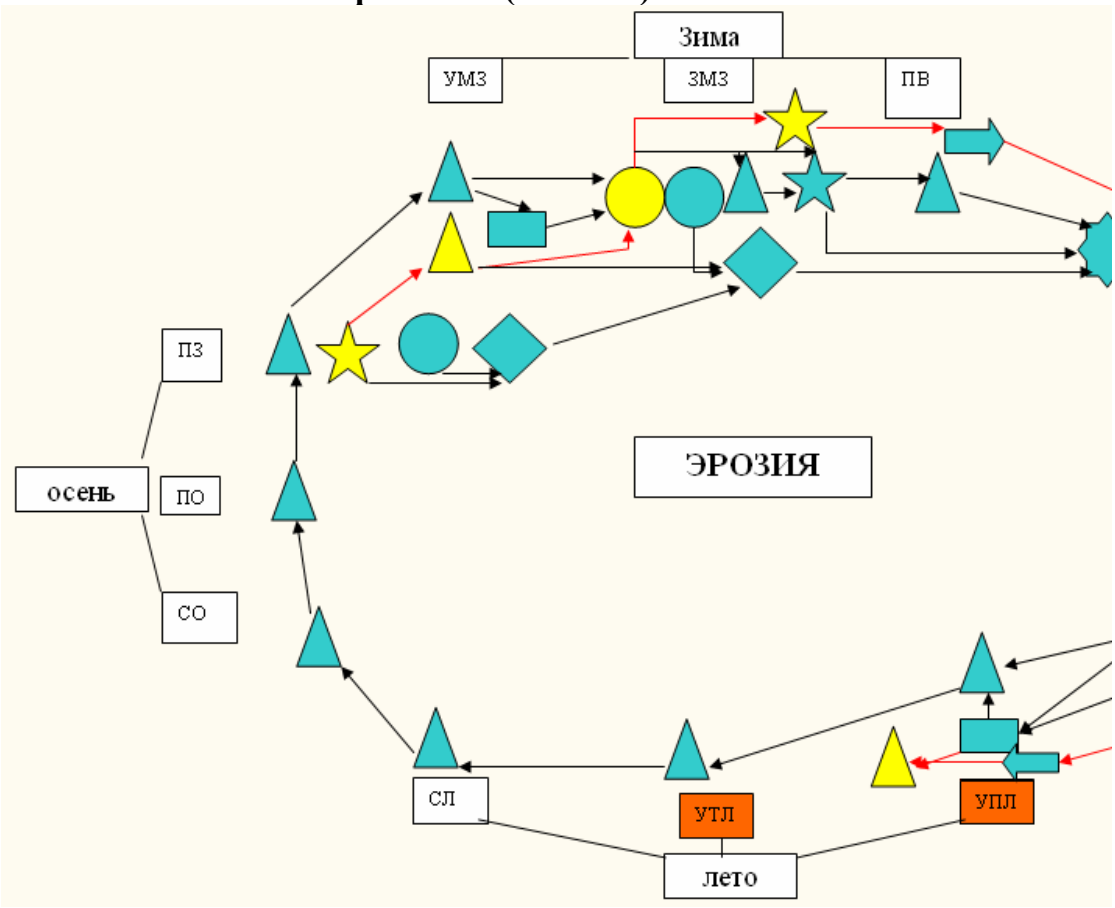
Содержание диссертации

ВВЕДЕНИЕ
ГЛАВА 1. Современные представления о влиянии климата на развитие эрозии почв
1.1. Становление представлений о влиянии климата на эрозию почв
1.2. Роль климатических условий и механизм их воздействия на эрозию по
1.2.1. Влияние режима увлажнения
1.2.1.1.Снежный покров: его формирование и режим его таяния
1.2.1.2. Роль дождей в поверхностном смыве почв
1.2.2. Ветровой режим
ГЛАВА 2. Материал и методы исследования
2.1. Информационная база
2.2. Методическое обоснование работы
2.2.1. Методические подходы к выделению естественных сезонов года
2.2.2. Методика диссертационного исследования
ГЛАВА 3. Характеристика сезонного ритма природы юга Томской области
3.1. Холодно-снежная часть года
3.1.1. Структура и временные характеристики
3.1.2. Анализ гидротермического режима
3.1.3. Зима как центральный ритм холодно-снежной части
3.2. Вегетационная часть года
3.2.1. Структура и временные характеристики
3.2.2. Анализ гидротермического режима
3.2.3. Лето как основной сезон вегетационной части
3.3. Переходные сезоны года
ГЛАВА 4. Эрозионная оценка климатических условий сезонных ритмов
4.1. Особенности развития эрозионных процессов по фазам годового цикла
4.1.1. Предзимье
4.1.2. Умеренно-морозная зима
4.1.3. Предвесенье
4.1.4. Снеготаяние
4.1.5. Послезимье
4.1.6.. Предлетье
4.1.7. Умеренно-прохладное лето
4.1.8. Умеренно-теплое лето и спад лета
4.1.9. Становление осени и поздняя осень

Примечан

4.2. Структурная модель эрозионного потенциала климата
4.2.1. Описание модели
ЗАКЛЮЧЕНИЕ
ЛИТЕРАТУРА
ПРИЛОЖЕНИЯ

Модель эрозионного потенциала климата с позиций сезонной ритмики (см. с. 19)



Условные обозначения и сокращения к модели:

Фазы сезонов:

лето: упл – умеренно прохладное лето, утл – умеренно-теплое лето, сл – спад лета;

осень: со – становление осени, по – поздняя осень, пз –предзимье;

зима: умз – умеренно-морозная зима, змз – значительно-морозная зима, пв – предвесенье;

весна: ст – снеготаяние, пз– послезимье, пл – предлетье.

ПЗ - наиболее опасные фазы по проявлению эрозии почв

Переменные:

осадки температура продолжительность снежный покров ветер

промерзание почв запасы воды

Интенсивность переменных:

больше нормы меньше нормы

Направление связей (потоков) при развитии эрозии:

водной ветровой