УДК 551.583.15 (571.12+571.5)+911.2

ИЗУЧЕНИЕ РИТМОВ ЗИМНЕГО СЕЗОНА НА ЮГО-ЗАПАДЕ ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ РАВНИНЕ В СВЕТЕ ГЛОБАЛЬНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА

© Л.Б. Филандышева, А.С. Сорока

Ключевые слова: ритм; зимний сезон года; структура сезона; изменение временных границ.

На основе ежегодных данных о естественной структуре зимнего сезона года по ст. Леуши (южная тайга) и ст. Омск (лесостепная зона) дана оценка изменений временных характеристик (дат начала, конца и продолжительности) структурных единиц (фаз) сезона на юго-западе Западно-Сибирской равнины в условиях меняющегося на глобальном уровне климата.

Проблема изменения климата в последние десятилетия становится все более актуальной. Сегодня роль климата стала настолько серьезной, что его влияние отражается не только на экономике, но и в социально-политической жизни народов. Актуальна эта проблема и для России. В настоящее время на ее территории климатические условия существенно изменяются [1]. Для выявления региональных особенностей данного процесса необходима организация и проведение климатического мониторинга, задачей которого является накопление банка климатических данных, в числе которых научно и практически значимыми являются климатические характеристики сезонов года в их естественных границах.

Под естественными климатическими сезонами понимаются «обособленные этапы годового цикла климатического компонента географической среды, характеризующиеся однотипностью, единой общей направленностью климатообразующих факторов и явлений и внешне выражающиеся в определенных взаимосвязанных становлениях других компонентов среды, изменениях аспектов ландшафтов» [2, с. 41]. Под сезонной структурой годового цикла понимается количество сезонов, из которых состоит год, а под структурой сезона – количество фаз (структурных единиц), входящих в него [3].

В соответствии с вышесказанным в разных регионах они могут наблюдаться неодновременно, а в одном и том же существенно варьировать во времени. В связи с этим важным при рассмотрении климатических режимов территорий является вопрос о естественной климатической структуре годового цикла, критериях разделения его на сезоны, а последних – на фазы (еще более однородные по ходу климатических показателей и состоянию ландшафтов отрезки времени).

Пространственно-временные исследования сезонной ритмики климата имеют значение для понимания взаимоотношения между отдельными компонентами ландшафта и позволяют осуществить статический и динамический подходы к его изучению. Рассчитанные для каждой структурной единицы годового цикла климатические характеристики в рамках естественных границ в отличие от формальных календарных сроков отражают реальные условия функционирования ландшафтов. Они также позволяют увидеть проявление глобальных климатических изменений на региональном уровне.

Зональные структурные модели естественных сезонных ритмов годового цикла для природных зон юго-запада Западно-Сибирской равнины (ЗСР) нами были установлены и обоснованы с использованием комплексно-генетического метода [4–5]. Этот метод предусматривает анализ графиков комплексного климатического режима, на которых показан ход ежесуточных многолетних значений показателей гидротермического режима, отражающих как динамику климатообразующих факторов, так и живой природы в течение года. По особенностям хода характеристик гидротермического режима внутри сезонов года выделяются отрезки времени (фазы), отличающиеся определенным направлением, амплитудой и интенсивностью изменения этих величин, а также набором фенологических явлений и соответствующим состоянием ландшафта [2–4].

Все количественные показатели, используемые в качестве критериев начала (конца) сезонов года подтверждаются важными фенологическими индикаторами, свидетельствующими о начале (конце) соответствующего сезона года или его структурных единиц. Такая взаимосвязь позволяет при анализе изменений климатических характеристик естественных сезонных ритмов оценить возможные ответные реакции на них биотической составляющей экосистем. Актуальность данного направления исследований показана в целом ряде работ [6–9].

Наше исследование посвящено характеристике естественных ритмов зимнего сезона года и изучению многолетних изменений их временных характеристик (дат начала, конца, продолжительности) зимнего сезона года и его структурных единиц (фаз) на юго-западе ЗСР, где выделяются зоны южной тайги, подтайги, лесостепи и степи. Зима для умеренных широт является основным сезоном годового цикла, погодные условия которого в значительной степени определяют как особенности функционирования природных геосистем, так и организацию различных сфер хозяйственной деятельности человека.

Средняя многолетняя структура зимы во всех природных зонах исследуемого региона трехфазная [4–5]. Она включает в себя следующие структурные единицы: «умеренно-морозную фазу» (УМ), «значительно-морозную фазу» (ЗМ) и «предвесенье» (ПВ). Началу зимы (начало УМ) соответствуют даты образования устойчивого снежного покрова и начала устойчивых морозов, а концу (конец фазы ПВ) – дата прекращения устойчивых морозов и момент достижения максимальных запасов воды в снежном покрове [2, 5]. Холодное ядро зимы – фаза «значительно-морозная зима» – ограничивается в начале и конце устойчивым переходом среднесуточных температур воздуха через –16º С, соответственно, на ветви спада (начало) и роста (конец) кривой хода температур.

УМ фаза – первая структурная единица зимы раньше всего на юго-западе ЗСР начинается в южной тайге – 4 ноября и на 4–5 дней позднее в лесостепи и степи – 8–9 ноября. Дата конца зимнего сезона соответствует дате окончания его последней фазы «предвесенья» и отмечается повсеместно в третью декаду марта (20–26 марта).

Центральное ядро сезона (ЗМ) – на юго-западе ЗСР начинается 17 – 24 декабря, а заканчивается в период с 7 по 17 февраля. Конец данного ритма знаменует начало третьего (ПВ). Фаза «предвесенья» охватывает в среднем период с 8–18 февраля по 20–26 марта.

Продолжительность зимы в пределах данной территории изменяется от 140–142 дней (подтайга и южная тайга) до 133 дней (степь), что в процентном выражении от продолжительности года составляет 36–38 %, соответственно. В сравнении с длительностью других сезонов для большинства природных зон зима является самым продолжительным сезоном, за исключением степи, где она уступает по этому показателю лету. Из фаз зимнего сезона на юго-западе ЗСР самой продолжительной является фаза «значительно-морозная зима» – 61–57 дней, две другие (УМ и ПВ) короче – 40–44 дней и 32–39, соответственно. Приведенные выше временные показатели рассчитаны в среднем многолетнем за период с 1936 по 1995 гг.

В настоящее время актуален вопрос о региональном проявлении глобального потепления климата. С этой целью нами для ст. Омск (лесостепная зона) были рассчитаны средние многолетние среднесуточные температуры воздуха за два равных по продолжительности периода: первый – с 1936 по 1970 гг., второй – с 1971 по 2006 гг. и построены графики хронологического хода этих показателей (рис. 1).

Из рис. 1 видно, что в течение всего года значения средних многолетних среднесуточных температур воздуха второго периода выше значений температур первого, особенно в холодное время (в период с температурами ниже 0 ºС). Так, если в первом периоде средняя многолетняя среднесуточная температура воздуха за указанный отрезок времени составила –13,4 ºС, то во втором она повысилась до –11,4 ºС, т. е. на 2 ºС, что согласуется с оценочными данными о уровне роста зимних температур в целом по Западной Сибири [10].

Различия в средних многолетних среднесуточных температурах за теплую часть года (за время с температурами устойчиво выше 0 ºС) оказались незначительными. Во втором периоде они в среднем стали выше на 0,5 ºС (+12,6 ºС) по сравнению с первым (+12,1 ºС). Средняя годовая температура на ст. Омск, рассчитанная за первый период, составила + 0,63 ºС, за второй – +1,79 ºС, т. е. увеличилась на 1,13 ºС. Полученные данные говорят о том, что климат на юго-западе ЗСР меняется в сторону его потепления, особенно в зимний сезон.

Накопленные данные о ежегодной естественной структуре зимнего сезона за 70 лет по ст. Леуши (южная тайга) и ст. Омск (лесостепная зона) позволили нам проанализировать изменения временных показателей за два указанных выше периода – с 1936 по 1970 гг. (первый период) и с 1971 по 2006 гг. (второй период). За границу между ними 1971 г. взят не случайно, т. к. в ряде работ указывается, что именно с начала 1970-х гг. глобальные изменения климата стали наиболее заметными [1, 10–12].

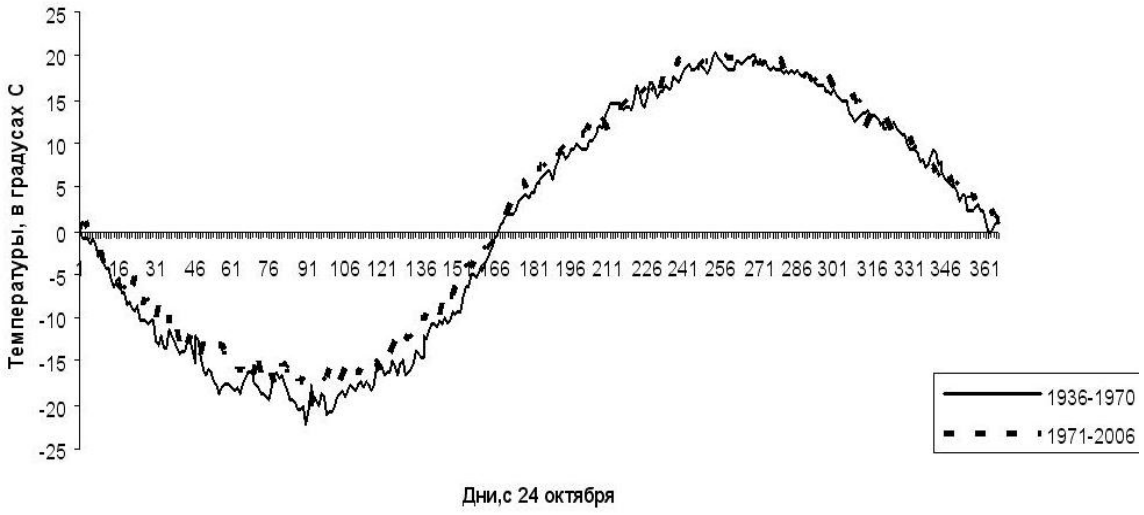

Рис. 1. Хронологический ход средней многолетней среднесуточной температуры воздуха на ст. Омск

Таблица 1

Временные характеристики зимнего сезона года и его структурных единиц

Периоды (годы)	Структурные единицы зимнего сезона года (фазы)									Зима
	Умеренно-морозная			Значительно-морозная			Предвесенье			
	Дата начала	Дата конца	Δl в днях	Дата начала	Дата конца	Δl в днях	Дата начала	Дата конца	Δl в днях	Δl в днях
Леуши										
1936–1970	3.11	9.12	37	10.12	22.02	75	23.02	23.03	29	141
	σ ± 10							σ ± 10		σ ± 13
1971–2006	14.11	16.12	33	17.12	17.02	63	18.02	15.03	26	122
	σ ± 15							σ ± 11		σ ± 22
1936–2006	8.11	13.12	36	14.12	20.02	69	21.02	17.03	25	130
	σ ± 14							σ ± 12		σ ± 21
Омск										
1936–1970	8.11	12.12	35	13.12	21.02	71	22.02	20.03	27	133
	σ ± 9							σ ± 9		σ ± 15
1971–2006	14.11	18.12	35	19.12	11.02	55	12.02	17.03	34	124
	σ ± 13							σ ± 11		σ ± 18
1936–2006	11.11	15.12	35	16.12	15.02	62	16.02	18.03	31	128
	σ ± 12							σ ± 10		σ ± 17

Примечание: Δl – продолжительность структурных единиц, σ – среднее квадратическое отклонение.

Временные характеристики структурных единиц зимнего сезона рассматриваемых периодов представлены в табл. 1, и они имеют существенные различия между собой. Так, средняя многолетняя дата начала зимы (начала фазы «умеренно-морозная зима»), рассчитанная за второй временной отрезок, сместилась по сравнению с первым на более поздние сроки. Это отмечается как в южной тайге (с 3.11 на 14.11), так и в лесостепи (с 8.11 на 14. 11). В то же время дата конца зимнего сезона (конца фазы «предвесенья») стала в среднем многолетнем наступать раньше – 15.03 против 23.03 (южная тайга) и 17.03 против 20.03 (лесостепь).

В результате продолжительность зимнего сезона за второй период стала короче на севере на 19 дней (7,1 %), а на юге – на 10 дней (7,4 %) по сравнению с первым и составила 122 дня (против 141 дня) и 124 (против133 дней) соответственно (табл. 1).

Нами также были рассчитаны аналогичные параметры за весь семидесятилетний ряд в целом, в которых тенденции второго периода стали менее выраженными за счет вошедших во временной ряд значений первого периода (табл. 1). Это говорит о необходимости уточнения границ временного интервала, который целесообразно использовать для расчета средних климатических показателей принимаемых за норму при исследовании особенностей современного климата.

Еще большие отличия выявились при сравнении временных характеристик центральной фазы сезона (ЗМ). Если фаза ЗМ в первом периоде начиналась в южной тайге – 10.12, в лесостепи – 13.12, заканчивалась, соответственно, 22.02 и 21.02, имела продолжительность 75 дней и 71 день, то во втором эти показатели оказались следующие: 17.12, 17.02 и 63 дня (ст. Леуши) и 19.12, 11.02 и 55 дней (ст. Омск). Таким образом, продолжительность холодного ядра зимы в среднем за период с 1971 по 2006 гг. сократилась в южной тайге на 12 дней (на 16 %), а в лесостепи на 16 дней (на 22,5 %). Эти изменения произошли как за счет более позднего начала фазы ЗМ (на 8 дней), так и более раннего ее окончания (на 10 дней). В соответствии с вышеуказанной динамикой сроков начала и конца зимнего сезона года и его центральной фазы меняется от первого периода ко второму и продолжительность первой и последней фаз зимы: «умеренно-морозной» и «предвесенья» (табл. 1).

Выявленные особенности в изменение временных характеристик подтверждают данные табл. 2–4, где представлены сведения о повторяемости разных типов зимнего сезона года по началу, концу и продолжительности. Тип устанавливался путем сопоставления величины отклонения рассматриваемого показателя в конкретный год от его средней многолетней нормы со значением среднего квадратического отклонения (σ). За нормальный случай принимался такой, когда полученное отклонение не превосходило среднее квадратическое отклонение, при другом соотношении он рассматривался как аномальный. В соответствии с вышесказанным зимние сезоны года по датам начала и конца были разделены на следующие типы: нормальные, поздние, ранние, очень поздние, очень ранние; по продолжительности – нормальные, короткие, длинные, очень короткие, очень длинные. Их повторяемость представлена в табл. 2–4.

В южной тайге и в лесостепи во втором периоде по сравнению с первым заметно сократилась повторяемость ранних по началу зим – на 6–9 %.

В повторяемости типов зим по дате окончания сезона во втором периоде отмечаются такие особенности: в южной тайге доля ранних случаев возросла с 8 до 21 %, практически настолько же уменьшилась повторяемость нормальных по концу зим. В лесостепной зоне на 21 % выросла повторяемость нормальных по окончанию зим, а частота ранних и поздних убавилась на 12–15 % (табл. 3).

Таблица 2

Повторяемость (%) типов зимнего сезона по дате его начала

Периоды	о/р	р	н	п	о/п
Южная тайга (ст. Леуши)					
1936–1970	–	17	69	11	3
1971–2006	3	11	69	14	3
Лесостепь ст. (Омск)					
1936–1970	–	17	63	17	3
1971–2006	3	8	68	18	3

Примечание: н – нормальное начало (конец); р – ранее начало (конец); п – позднее начало (конец); о/р – очень раннее начало (конец); о/п – очень позднее начало (конец).

Таблица 3

Повторяемость (%) типов зимнего сезона по дате его конца

Периоды	о/р	р	н	п	о/п
Южная тайга (ст. Леуши)					
1936–1970	6	8	77	9	–
1971–2006	3	21	68	9	–
Лесостепь (ст. Омск)					
1936–1970	–	20	60	20	–
1971–2008	3	8	81	5	3

Таблица 4

Повторяемость (%) типов зимнего сезона по его продолжительности

Периоды	о/к	к	н	д	о/д
Южная тайга (ст. Леуши)					
1936–1970	–	17	63	20	–
1971–2006	3	20,5	62	14,5	–
Лесостепь (ст. Омск)					
1936–1970	3	14	66	17	–
1971–2006	5	8	73	11	3

Примечание: н – нормальная продолжительность; к – короткая продолжительность; д – длинная продолжительность; о/к – очень короткая продолжительность; о/д – очень длинная продолжительность.

Из таблицы повторяемости типов зим по продолжительности (табл. 4) видно, что во втором периоде годы с длинными типами зим в южной тайге и в лесостепи стали отмечаться реже, чем в первом.

Следует также отметить, что исследуемые временные отрезки заметно различаются по повторяемости т. н. мягких зим – «безъядерных зим» (Б/Я) и зим с «неустойчивым термическим режимом» (НТР). «Безъядерные зимы» – это зимы, когда фаза «значительно-морозная зима» выпадает из-за сравнительно теплой погоды центральных месяцев сезона; зимы с «неустойчивым термическим режимом – это зимы, в течение которых неоднократно сменяются волны тепла волнами холода, продолжительностью меньше месяца [3].

Как показали наши исследования, типы зим с НТР и Б/Я по термическому режиму чаще всего бывают либо близки к среднему многолетнему уровню (58 %), либо его выше (42 %). Суммарная частота случаев зим указанных выше типов в первом периоде составляла 20–28 % , а во втором их доля выросла до 45 % от общего числа рассмотренных лет. Зимы этих лет, как правило, на 3–4 ºС и более бывают теплее обычного.

Таким образом, проведенное нами исследование ритмов зимнего сезона года и их временных характеристик, свидетельствует о том, что с 1970-х гг. на юго-западе ЗСР наблюдается потепление климата, главным показателем которого является зимний сезон, в основном за счет сокращения его продолжительности (особенно центрального ядра) и уменьшения суровости. Эти обстоятельства имеют положительное значение для экономики региона (энергетики, сельского хозяйства, рекреации и т. д.) и делают его климатические условия более благоприятными для населения.

В заключение хочется подчеркнуть, что при очевидной актуальности исследований сезонной составляющей в проблеме изменения климата работы, где климатические показатели сезонов года и их структурных единиц рассматриваются в реальных, а не календарных границах, практически единичны. Однако именно они дают возможность более детально составить представления о важнейших тенденциях развития естественных процессов и перспективах изменений природной обстановки, позволяют выявить современные тенденции в динамике сезонных ритмов природы в свете глобальных изменений климата, что важно не только с теоретической точки зрения, но и для различных сфер практической жизни человека.

ЛИТЕРАТУРА

1. Стратегический прогноз изменений климата Российской Федерации на период до 2010–2015 гг. и их влияния на отрасли экономики России. Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет). М., 2005. 30 с.
2. *Галахов Н.Н.* Изучение структуры климатических сезонов года. М.: Изд-во АН СССР, 1959. 183 с.
3. *Рутковская Н.В.* Климатическая характеристика сезонов года Томской области. Томск: Изд-во Томск. ун-та, 1979. 116 с.
4. *Филандышева Л.Б., Окишева Л.Н.* Сезонные ритмы природы Западно-Сибирской равнины. Томск: Изд-во «Пеленг», 2002. 402 с.
5. *Филандышева Л.Б.* Обоснование зональных структурных моделей сезонных ритмов годового цикла на юго-западе Западно-Сибирской равнины // Вопросы географии Сибири: сборник статей. Томск: Томск. гос. ун-т, 2009. Вып. 27. С. 148-156.
6. *Минин А.А.* Фенология Русской равнины: материалы и обобщения. М.: АБФ, 2000. 160 с.
7. *Минин А.А.* Фенологические особенности состояния экосистем Русской равнины за последние десятилетия // Изв. РАН. Серия географическая. 2006. С. 75-80.
8. *Воскова А.В.* Фенологическая оценка реакции биоты на современные изменения климата // Ландшафтная экология: межвуз. сб. науч. тр. М.: РИЦ «Альфа», 2005. Вып. 5. С. 69-73.
9. *Кузнецова В.П., Гребенюк Г.Н.* Сезонная динамика метеоусловий северных территорий (на примере Нижневартоаского района. URL: http://www.sworld.com.ua/konfer21/196.htm. Загл. с экрана.
10. МГЭИК (IPCC): Изменения климата: Третий оценочный доклад Межправительственной группы экспертов по изменению климата (IPCC). 2001.
11. *Груза Г.В., Ранькова Э.Я.* Колебания и изменения климата на территории России // Известия РАН. Физика атмосферы и океана. 2003. № 2. С. 166-185.

12. *Груза Г.В., Ранькова Э.Я.* Обнаружение изменений климата: состояние, изменчивость и экстремальность климата // Метеорология и гидрология. 2004. № 4. С. 50-66.

Поступила в редакцию 28 сентября 2012 г.

Filandysheva L.B., Soroka A.S. STUDY OF WINTER SEASON PERIODS ON SOUTH-WEST OF WEST SIBERIAN PLAIN WITHIN GLOBAL CLIMATE CHANGES

The changes in time characterizations (dates of the beginning, end and duration) of the structural units (phases) of the season in the south-west of the West Siberian Plain is estimated. The estimate is based on annual data on the natural structure of the winter season by the meteorological stations Leushi (southern taiga) and Omsk (forest-steppe zone) in global changes of the climate.

Key words: rhythm; winter season; structure of season; changing time limits.

УДК 631.459; 631.6.02

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЭРОЗИОННОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ПАХОТНЫХ ЗЕМЕЛЬ БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ

© Е.В. Хорина, Г.В. Лобанов

Ключевые слова: эрозионная устойчивость почв; эколого-экономический ущерб; радиационное загрязнение почв; противоэрозионные мероприятия.

Рассматривается картографическая модель эрозионной устойчивости пахотных земель Брянской области. Обоснованы способы комплексной оценки ущерба от склоновой эрозии. Приводится прогноз интенсивности выноса элементов минерального питания и гумуса с пахотных земель Брянской области.

Поверхностная склоновая эрозия – одно из самых экологически значимых явлений, имеющее неблагоприятные экономические и социальные последствия [1]. К основным видам эколого-эрозионного ущерба относятся: эрозионная деградация почв и снижение их плодородия; эрозионно-почвенное загрязнение окружающей среды; деградация агроландшафтов и малых рек.

Количественная оценка последствий ускоренной эрозии – загрязнения окружающей среды, деградации малых рек, выполняется на основании математико-картографических моделей, определяющих факторы и результаты почвенной эрозии через коэффициенты и критерии устойчивости почв или величины смыва. Содержание картографических моделей включает территориальное распределение участков смыва, транспорта и аккумуляции склоновых наносов, скорости эрозионных процессов.

Теоретической основой модели эрозионной устойчивости почв для пахотных земель Брянской области предложен подход, разработанный Г.В. Баст раковым [2].

Содержание карты – территориальное распределение величины безразмерного критерия эрозионной устойчивости почв, определяющегося выражением (рис. 1):

$$P = R/\rho g h(\sin\alpha)^m S_y \lambda,$$

где P – эрозионная устойчивость (безразмерная величина); R – сопротивление почв размыву, в ньютонах; ρ – плотность воды (1000 кг/м^3); g – ускорение силы тяжести (9,8 м/с^2); h – среднегодовой слой активного поверхностного склонового стока, м; α – крутизна поверхности, в градусах; m – показатель степени, зависящий от сопротивления почвы размыву; S_y – условная площадь водосбора, м^2; λ – коэффициент, учитывающий влияние на эрозионную устойчивость экспозиции склона.

Распределение значений критерия приводится для территорий сельскохозяйственных предприятий, границы которых во многом соответствуют природным рубежам – долинам рек, крупным балкам.

Картографическая модель в общем виде дает представление об опасности всех видов эколого-эрозионного ущерба для Брянской области, однако в первую очередь позволяет оценить экологическую опасность эрозии для агроландшафтов региона. Сравнительный анализ фактической эродированности пахотных земель региона и их эрозионной устойчивости позволяет обосновать прогноз динамики смытых почв [3].

Уже сегодняшнюю опасность представляет вынос питательных веществ с пахотных склонов. Сопоставление данных ФГУ «Брянскагрохимрадиология» о содержании важнейших питательных веществ в верхних эродируемых горизонтах пахотных почв [4] со значениями интенсивности смыва, рассчитанными по эрозионной устойчивости, позволяет рассчитать интенсивность их потенциального эрозионного выноса (табл. 1).

В модели Г.В. Баст ракова интенсивность смыва соотносится с эрозионной устойчивостью почв следующим образом:

$$M = 0{,}15\overline{P}^{1,75},$$

где M – величина среднегодового смыва, т/га в год; P – эрозионная устойчивость.