

УДК 577.49:574:502.72

## ВЗАИМОСВЯЗЬ ФЕНОЛОГИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ ЗИМНЕГО СЕЗОНА СЕВЕРНОГО МАКРОСКЛОНА ХРЕБТА ХАМАР- ДАБАН (ЮЖНОЕ ПРИБАЙКАЛЬЕ) С ТЕПЛОВЫМИ СВОЙСТВАМИ ПОЧВЫ

© 2013 О.Д. Ермакова

Байкальский государственный природный биосферный заповедник

Поступила в редакцию 13.05.2013

Представлены результаты многолетних исследований продолжительности субсезонов зимнего периода, а также дат их наступления и окончания на северном макросклоне хребта Хамар-Дабан. Охарактеризована корреляционная связь между некоторыми фенологическими явлениями зимнего сезона. Обосновано применение параметров теплового состояния почвы в качестве дополнительного фенологического индикатора для описания природного комплекса.

Ключевые слова: *фенологические субсезоны, корреляция, тепловое состояние почвы, хребет Хамар-Дабан*

Основными временными показателями в фенологии считаются фенодаты, т.е. календарные даты наступления сезонного явления. Границы фенологических сезонов года определяются температурным фактором, поскольку он легко поддается объективному количественному учёту, а также и в силу его ведущей роли, обуславливающей сезонные изменения природы [7]. В данной работе характеризуется фенологическая зима северного макросклона хребта Хамар-Дабан. В Южном Прибайкалье она подразделяется на три субсезона: первозимье, глубокая зима, предвесенье [4]. Границы естественных субсезонов зимы определялись по индикационным метеорологическим явлениям. Также было интересно проследить, каким образом экологические свойства почвы, в нашем случае теплообеспеченность, могут быть встроены в систему фенологических координат зимнего сезона.

**Цель исследования:** оценить статистически даты границ субсезонов зимы и их продолжительность, установленные по метеорологическим явлениям и по тепловым свойствам почвы, выявить возможность использования тепловых свойств почвы в качестве дополнительного фенологического индикатора при описании экосистемы.

**Материал и методы.** Использовались данные метеостанции «Танхой» (472 м над ур. м.), а также личные наблюдения. Пограничными для субсезонов зимнего сезона фенологическими

явлениями традиционно приняты следующие: а) для первозимья – установление постоянного снежного покрова; б) для глубокой зимы – относительно регулярный переход максимальной температуры воздуха ниже  $-5^{\circ}\text{C}$ ; в) для предвесенья – относительно регулярный переход максимальной температуры воздуха выше  $-5^{\circ}\text{C}$  [1, 4-6]. Наблюдения за ходом температуры почвы (бурозём кислый грубогумусный супесчано-легкосуглинистый под кедрово-берёзовым чернично-анемоновым лесом, 550 м над ур.м.) осуществлялись посредством электротермометра АМ-29; статистический анализ – с использованием компьютерной программы Microsoft Excel.

**Результаты и обсуждение.** Согласно классификации В.Н. Димо [2] в бурых почвах горной области описываемой территории терморегим на подтиповом уровне в годовом и летнем циклах определяется как холодный, в зимнем цикле – как умеренно холодный, по континентальности климата почвы – как мягкий океанический. На глубине почвы 20 см за время наблюдений отрицательных температур не отмечено. Ниже даны термопоказатели на различных глубинах почвы, соответствующие началу наступления субсезонов зимы (табл. 1).

В табл. 2 помещены результаты статистической обработки дат начала и окончания субсезонов зимы и их продолжительности, определённых как по метеорологическим явлениям, так и по тепловым свойствам почвы. Изученные признаки подчиняются закону нормального распределения и в основном укладываются в интервал значений  $4\sigma$ . Степень изменчивости

Ермакова Ольга Дмитриевна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник. E-mail: olerm@list.ru

рассматриваемых параметров оценивалась посредством коэффициента вариации  $V$ , интерпретация которого проводилась согласно рекомендациям Г.Ф. Лакина [3], когда признаки с  $V$  до 10% характеризуются слабой изменчивостью, с  $V$  от 10 до 25% – средней, больше 25% – сильной. Слабо изменяются даты начала и окончания первозимья, дата начала глубокой зимы, дата начала предвесенья, определённая по температуре

почвы. Для длительности субсезонов показательна средняя и сильная изменчивость; продолжительность сезона в целом изменяется слабо. Следует отметить, что коэффициент вариации для параметров, определённых по теплу почвы, меньше, иногда в два-три раза, чем аналог, определённый по метеорологическим явлениям.

**Таблица 1.** Термопоказатели бурозёма кислого грубогумусного, характеризующие переходы субсезонов зимнего периода

Название субсезонов зимы	Температура почвы (°C) на глубине (см):			
	10 см	20 см	60 см	100 см
первозимье	около 1,0°C	около 2,0°C	ниже 5,0°C	выше 5,0°C
глубокая зима	0,0 °C	0,0 °C	1,0 °C	2,0 °C
предвесенье	-0,0 °C	0,0 °C	1,0 °C	2,0 °C

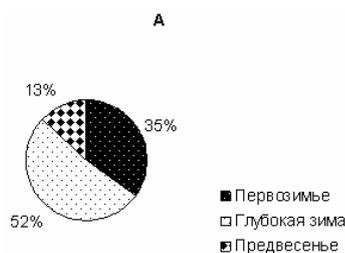
**Таблица 2.** Статистика субсезонов зимы природного комплекса северного макросклона хребта Хамар-Дабан (1983-1998 фенологические гг.)

Даты начала и окончания сезона и субсезонов; продолжительность сезона и субсезонов	$\bar{X}$	$X_{\min}$	$X_{\max}$	$\sigma^2$	$\sigma$	$V, \%$	$S_{\bar{x}}$
Характеристика границ субсезонов по метеорологическим явлениям (n=16)							
<b>Сезон зима</b>							
начало сезона (дата)	20,10	7,10	3,11	77,03	8,777	3,7	2,19
окончание сезона (дата)	24,03	13,03	9,04	51,32	7,164	30,0	1,79
длительность сезона (дни)	155,6	130	172,0	137,3	11,72	7,5	2,93
<b>Субсезон Первозимье</b>							
начало (дата)	20,10	7,10	3,11	77,03	8,777	3,7	2,19
окончание (дата)	13,12	8,11	7,01	357,2	18,89	6,6	4,72
длительность (дни)	54,3	10,0	88,0	387,3	19,67	36,2	4,92
<b>Субсезон глубокая зима</b>							
начало (дата)	14,12	9,11	8,01	357,2	18,9	6,5	4,73
окончание (дата)	4,03	20,02	23,03	82,03	9,057	28,1	2,26
длительность (дни)	80,75	54,0	121,0	452,2	21,27	26,3	5,32
<b>Субсезон предвесенье</b>							
начало (дата)	5,03	21,02	24,03	81,8	9,044	27,2	2,26
окончание (дата)	24,03	13,03	9,04	51,32	7,164	30,0	1,79
длительность (дни)	19,94	1,0	38,0	79,53	8,917	44,7	2,23
Характеристика границ субсезонов по тепловым свойствам почвы (n=11-17)							
<b>Сезон зима</b>							
начало сезона (дата)	23,10	10,10	11,11	60,18	7,758	3,3	1,88
окончание сезона (дата)	28,03	17,03	2,04	35,07	5,922	21,5	1,78
длительность сезона (дни)	153,3	118,0	169,0	177,8	13,33	8,7	4,02
<b>Субсезон первозимье</b>							
начало (дата)	23,10	10,10	11,11	60,18	7,758	3,3	1,88
окончание (дата)	15,11	8,11	20,11	18,54	4,306	1,7	1,24
длительность (дни)	23,6	11,0	32,0	30,24	5,499	23,3	1,59
<b>Субсезон глубокая зима</b>							
начало (дата)	16,11	9,11	21,11	20,4	4,517	1,7	1,36
окончание (дата)	22,02	12,02	2,03	33,65	5,8	26,8	1,75
длительность (дни)	95,9	65,0	114,0	159,5	12,63	13,2	3,8
<b>Субсезон предвесенье</b>							
начало (дата)	23,02	13,02	3,03	33,65	5,801	1,6	1,75
окончание (дата)	28,03	17,03	2,04	35,07	5,922	21,5	1,78
длительность (дни)	34,2	21,0	46,0	54,76	7,4	21,6	2,23

Как видно на рис. 1, в количественной структуре зимнего сезона, представленной по различным системам подсчёта, существует

заметная разница. Так, например, средняя продолжительность субсезонов глубокая зима и предвесенье, выделенных по термопоказателям

почвы, больше, чем продолжительность данных субсезонов, рассчитанная по метеоданным. Очевидно, что экологические свойства почвы, изолированной мощным снежным покровом от прямого воздействия перепадов суточных температур атмосферного воздуха, гораздо быстрее приобретают определённую стабильность и благодаря длительному морозному периоду находятся в этом состоянии гораздо дольше, чем фенологические явления на дневной поверхности. Этим же тезисом объясняется и укороченность первозимья, рассчитанная по тепловым свойствам почвы.



**Рис. 1.** Соотношение (%) средней продолжительности субсезонов зимы на северном макросклоне хребта Хамар-Дабан. Определено: А – по метеорологическим явлениям; Б – по тепловым свойствам почвы

Традиционно для описания зимнего сезона в Южном Прибайкалье служат 14 фенологических

явлений, из них относятся: к субсезону первозимье – 5, к субсезону глубокая зима – 3, к субсезону предвесенье – 6. Далее приводим корреляционную зависимость между датой наступления субсезонов зимы, установленной по теплообеспеченности почвы, и датами наступления некоторых других фенологических явлений зимы (табл. 3). При данном уровне значимости ( $p=0,05$ ) для оцениваемой выборки достоверным является коэффициент корреляции в пределах 0,47-0,6.

В субсезоне первозимье дата его начала, выведенная по температуре почвы, достоверно коррелирует с датами наступления только двух общепринятых метеорологических феноявлений (установление постоянного снежного покрова, относительно регулярный переход максимальной температуры воздуха ниже  $0^{\circ}\text{C}$ ). Поэтому автором дополнительно были установлены метеорологические факторы, обнаруживающие с исследуемым явлением тесную корреляционную связь. Это: а) дата с минимальной температурой воздуха около  $-3^{\circ}\text{C}$ ; б) окончательный переход среднесуточной температуры воздуха ниже  $+3^{\circ}\text{C}$ ; в) окончательный переход минимальной температуры воздуха ниже  $-1^{\circ}\text{C}$  (см. табл. 3). С прочими явлениями из пяти, принятыми для описания этого времени года, как биотическими, так и абиотическими, корреляция недостоверна.

**Таблица 3.** Корреляционная связь между фенологическими явлениями зимнего сезона в природном комплексе северного макросклона хр. Хамар-Дабан

№ п/п	Достоверная корреляция между фенологическими явлениями природного комплекса северного макросклона хр. Хамар-Дабан	
	признаки	r
дата наступления субсезона Первозимье, определённая по теплообеспеченности почвы		
1	установление постоянного снежного покрова	0,64
2	относительно регулярный переход максимальной температуры воздуха ниже $0^{\circ}\text{C}$	0,62
3	дата с минимальной температурой воздуха около $-3^{\circ}\text{C}$	0,56
4	окончательный переход среднесуточной температуры воздуха ниже $+3^{\circ}\text{C}$	0,63
5	окончательный переход минимальной температуры воздуха ниже $-1^{\circ}\text{C}$	0,73
дата наступления субсезона Предвесенье, определённая по теплообеспеченности почвы		
1	относительно регулярный переход максимальной температуры воздуха выше $-5^{\circ}\text{C}$	0,47
2	появление прочного наста в лесу	0,45

Для даты начала субсезона предвесенье, определённой по теплообеспеченности почвы, показательна тенденция корреляционной связи также только с феноклиматическими явлениями. Распределение тепла в почвенных слоях в это время, очевидно, обуславливается влиянием физических изменений, происходящих в снежном покрове. Фенологические явления периода глубокой зимы с тепловыми параметрами почвы достоверной корреляционной связи не проявляют.

**Выводы:**

1. Статистический анализ дат наступления и окончания субсезонов зимы, а также их продолжительности, показал, что эти параметры, определённые по теплообеспеченности почвы, отличаются гораздо меньшей изменчивостью, чем их аналоги, определённые по метеорологическим явлениям.
2. Даты начала первозимья и предвесенья, установленные по тепловым свойствам почвы,

обнаруживают прямую достаточно тесную корреляционную связь с датами наступления метеорологических явлений, принятых для границ данных субсезонов.

3. Для установления даты начала первозимья выявлены дополнительные метеорологические явления, характеризующиеся тесной корреляционной связью с датой начала этого субсезона, определённой по температуре почвы.

4. Для фенологических явлений периода глубокой зимы корреляционная связь с теплом почвы не прослеживается.

5. Обосновано применение характеристик теплового состояния почвы в качестве дополнительного интегрального фенологического индикатора для определения переходов субсезонов зимнего периода в природном комплексе северного макросклона хребта Хамар-Дабан.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Буторина, Т.Н.* Биоклиматическая характеристика территории заповедника «Столбы» за 1963-64 год / *Т.Н. Буторина, Е.А. Крутовская* // Ритмы природы Сибири и Дальнего Востока. – Владивосток, 1975. С. 40-62.
2. *Димо, В.Н.* Тепловой режим почв СССР. Монография. – М.: Колос, 1972. 360 с.
3. *Лакин, Г.Ф.* Биометрия. Монография. – М.: Высш. шк., 1980. 293 с.
4. Мониторинг природных явлений и процессов и их изучение по программе летописи природы. Летопись природы. В 40-ка книгах. Кн. 13 – 28 / отв. ред. *В.С. Бойченко*. – Танхой, 1981-1998 гг.
5. Природные условия Керженского заповедника и некоторые аспекты охраны природы Нижегородской области /под ред. *Г.А. Ануфриева* // Тр. Государственного природного заповедника «Керженский». – Нижний Новгород, 2001. Том 1. 442 с.
6. Мониторинг природных комплексов Северо-Восточного Прибайкалья / отв. ред. *Ц.З. Доржиев* // Тр. Государственного природного биосферного заповедника «Баргузинский». – Улан-Удэ: Изд-во Бурятского госуниверситета, 2002. Вып. 8. 224 с.
7. *Шульц, Г.Э.* Общая фенология. – Л.: Наука, 1981. 188 с.

## INTERRELATION OF THE PHENOLOGICAL PHENOMENA OF THE WINTER SEASON AT NORTHERN MACROSLOPE OF HAMAR-DABAN RIDGE (SOUTH PRIBAIKALYE) WITH THE THERMAL PROPERTIES OF SOIL

© 2013 O.D. Ermakova

Baikal State Natural Biosphere Reserve

Results of long-term researches of subseasons duration of winter period, and also dates of their beginning and ending on northern macroslope of Hamar-Daban ridge are presented. Correlation relation between some phenological phenomena of a winter season is characterized. Use the parameters of soil thermal condition as the additional phenological indicator for the description of natural complex is proved.

Key words: *phenological subseasons, correlation, soil thermal condition, Hamar-Daban ridge*