

ФЕНОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ОСНОВНЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ КАВКАЗСКОГО ЗАПОВЕДНИКА

Ю.Н. Спасовский

*Кавказский государственный природный биосферный заповедник им. Х.Г. Шапошникова, Россия,
Республика Адыгея, г. Майкоп, ул. Советская, 187; b.bonatus@mail.ru*

Аннотация. В работе показаны результаты фенологического мониторинга растительных сообществ на фенологическом профиле в условиях северного макросклона Кавказского заповедника с применением метода комплексных фенологических показателей В.А. Батманова. Приводятся также основные достоинства применения этого метода для дальнейших исследований.

Ключевые слова. Кавказский заповедник, фенологический мониторинг, фенологический профиль, фенологическая фаза, фитоценоз, суммированная фенологическая характеристика, средний фенологический коэффициент, феноаномалия.

Практически с первых лет существования Кавказского заповедника фенологические наблюдения занимают одно из ведущих мест в его научной деятельности. На протяжении более чем 80-ти летней истории в заповеднике, в той или иной степени, внедрялись и апробировались различные методы фенологических исследований.

В 2001 году в перспективный План НИР заповедника был введен раздел «Фенологический мониторинг основных фитоценозов» как один из этапов создания в заповеднике системы комплексного экологического мониторинга (ЕСКЭМ). При разработке системы и методов наблюдений были использованы рекомендации Г.Э Шульца (1981), И.Н. Бейдеман (1974), Г.Н. Зайцева (1981), Г.П. Вязовской (1947).

В 2006 году, в рамках этого раздела для дальнейших исследований автором был предложен метод комплексных фенологических показателей В.А. Батманова (1952, 1967а, 1967б, 1972), дополненный и унифицированный М.К. Куприяновой (1982, 1995) и Е.Ю. Терентьевой (2001). Предлагалось, изучив основные положения метода, отработать его на уже заложенном фенологическом профиле, в условиях северного макросклона заповедника, и использовать его в дальнейшем как основной метод фенологического мониторинга над основными растительными сообществами.

В основе метода В.А. Батманова лежит положение о том, что весь вегетационный период растений делится на два основных сезонных процесса (цикла): генеративный, включающий в себя развитие генеративных органов и производство потомства, и вегетативный – сезонные изменения ассимиляционного аппарата растения. Для оценки каждого сезонного процесса применяется так называемый «фенологический стандарт», который представляет собой ряд последовательно сменяющих друг друга фенологических фаз, составленных отдельно для каждого сезонного цикла. Каждой фенофазе присвоен цифровой

Таблица 1. Краткая характеристика профили «Кордон Гузерипль – гора Тыбга»

Площадка, фитоценоз	Высота над у.м.	Орография, местоположение	Склон	Древостой	Кустарники	Травяной ярус
ФП – 1 Букняк среднетравно-ожинково-папоротниковый	684	Окрестности кордона Гузерипль, 44°59' с.ш. 40°08' в.д.	Ю-З, 2°	6Бк2Бк2ПК.	<i>Rhododendron ponticum</i> L.	<i>Impatiens noli-tangere</i> L., <i>Paris incompleta</i> Bieb., <i>Geranium robertianum</i> L. и др.
ФП – 2 Буюко-пихтарник среднетравно-ожинково-папоротниковый	1017	4-й км тропы, Пастбище Абаго, 44°58' с.ш. 40°09' в.д.	Ю-З, 2°	3ПК3ПК2Бк 2Бк+ПК	<i>Rhododendron ponticum</i> , <i>Sambucus nigra</i> L.	<i>Impatiens noli-tangere</i> , <i>Geranium robertianum</i> , <i>Paris incompleta</i> , <i>Festuca drumeja</i> Mert. et Koch и др.
ФП – 3 Буюко-пихтарник среднетравно-овсянищевый	1383	6-й км тропы, Пастбище Абаго, 43°58' с.ш. 40°10' в.д.	Ю-В, 30°	I ярус – 10ПК; II ярус – 7ПК3Бк+Кл подrost – 8ПК2Бк+Кл	<i>Rubus caesius</i> L.	<i>Festuca drumeja</i> , <i>Geranium robertianum</i> , <i>Helleborus caucasicus</i> A.Br., <i>Polygonatum multiflorum</i> (L.) All. и др.
ФП – 4 Букняк саблевидный среднетравно-злаковый	1783	11-й км тропы, Пастбище Абаго, 43°56' с.ш. 40°12' в.д.	С, 10°	7Бк1Бк1Кл1П-К+Р подrost – 8Бк1ПК1Клв	<i>Daphne alboviana</i> Woronow ex Pobed., <i>Ribes biebersteinii</i> Berl. ex DC	<i>Festuca drumeja</i> , <i>Milium schmidtianum</i> C. Koch, <i>Aconitum orientale</i> Mill., <i>Senecio propinquus</i> Schischk., <i>Euphorbia macroceras</i> Fisch. et C.A. Mey. и др.
ФП – 5 Разногравно-пестро-овсянищевый луг	2050	21-й км тропы, отрог горы Тыбга, 43°53'71" с.ш 40°16'50" в.д.	Седловина отрога	–	<i>Rhododendron caucasicum</i> Pall.	<i>Festuca versicolor</i> Tausch., <i>Bistorta carnea</i> (C.Koch) Kom., <i>Iris sibirica</i> L., <i>Epilobium montanum</i> L. и др.
ФП – 6 Разногравно-приземисто-овсянищевый луг	2350	22-й км тропы, отрог горы Тыбга, 43°53'09" с.ш. 40°16'36" в.д.	Пологий участок на гребне	–	<i>Rhododendron caucasicum</i>	<i>Festuca airoides</i> Lam., <i>Ranunculus oreophilus</i> Bieb., <i>Carex tristis</i> Bieb., <i>Anemonastrum speciosum</i> (Adams ex G.Pritz.), <i>Primula amoena</i> Bieb. и др.

балл и буквенное обозначение. Вегетативный цикл феностандарта состоит из девяти фенофаз, а генеративный – из десяти (Терентьева, 2001). Безусловно, такой фенологический стандарт не отражает сезонное развитие всех систематических групп растений, но в нашем случае все наблюдаемые виды вполне вписались в выбранные параметры стандарта.

Наблюдения осуществлялись на фенологическом профиле: «Кордон Гузерибль – гора Тыбга», который был заложен в 2001 году и проходит по характерным ландшафтными зонам Пшекиш-Бамбакского геоботанического района заповедника (Голгофская, 1967). Вдоль профиля было заложено шесть учетных фенологических площадок (ФП), которые были пронумерованы по порядку (ФП–1, 2, 3...), в соответствии с их удалением от начальной точки и высотным расположением (Спасовский, 2008).

Закладка фенологических площадок осуществлялась по общей методике закладки фенологических площадей (Бейдеман, 1974), и методу долговременных пробных площадей при изучении биоразнообразия лесных экосистем (Dallmeier, 1992). На местности площадки были промаркированы и зафиксированы с помощью системы GPS.

Наблюдения проводились «первичным описательным методом» (Батманов 1967а, 1972), (Куприянова и др., 1995, 2000), суть которого в том, что при прохождении маршрута регистрировалось фенологическое состояние (фенофаза) каждого вида растения (учетной единицы) на учетной площадке в момент посещения (в определенную дату). Основное преимущество данного метода перед обычным методом «регистратора срока» (Батманов, 1967а, 1972) в том, что каждое прохождение маршрута и осмотр фитоценозов давало некий законченный результат наблюдений, который фиксировался на специальном бланке. По данным Е.Ю. Терентьевой (2001) посещения площадок с периодом 7–10 дней оказываются вполне достаточными, в нашем случае посещение площадок проводилось в среднем один раз в 15–20 дней.

Процесс наступления той или иной фенологической фазы у разных видов подчинен закону нормального распределения (Лакин, 1968), (Харин, Кирильцева и др., 1993), поэтому за феномежу мы принимали либо 25% от общего количества растений одного вида вступивших в фенофазу, либо 25% – проективного покрытия вида. Это позволяло в определенной мере избежать влияния индивидуальной изменчивости на результаты наблюдения.

Результатом каждого посещения феноплощадки был информационный бланк о фенологическом состоянии видов фитоценоза, в котором общее количество отметок (+) основных фенофаз равно количеству видов фитоценоза. Полученная сумма таких отметок по каждой фенофазе (столбику бланка) переводилась в проценты от общего количества наблюдаемых видов данного фитоценоза. Это процентное соотношение видов растений, находящихся в определенной фенофазе на день обследования, и есть по В.А. Батманову – «суммированная фенологическая характеристика» (СФХ) данного фитоценоза, которая характеризует фенологическое состояние фитоценоза в день наблюдений.

В.А. Батманов считал, что суммированные фенологические характеристики вполне отражают характер сезонного развития растительности изучаемых фитоценозов. Впоследствии Е.Ю. Терентьева (1996, 1997, 2000) предложила целесообразным для каждой СФХ еще вычислять «средний фенологический коэффициент» (K_f), который представляет собой средний взвешенный балл фенологического состояния фитоценоза, равный отношению суммы баллов фенофаз каждого вида к числу вегетирующих видов фитоценоза. Сопоставление среднего взвешенного балла с рядом фенофаз стандарта позволяет судить о состоянии сезонного развития фитоценоза в целом по изучаемому процессу на день исследования. Например, 6 июля 2006 года K_f вегетативного цикла на ФП-1 был равен 4,9 балла, т.е., букняк среднетравно-ожиково-папоротниковый в день наблюдения находится в состоянии завершения молодого листа (начале летней вегетации), и, одновременно – в фазе окончания массового цветения, поскольку K_f генеративного цикла этого фитоценоза составил 4,7 балла.

Динамика нарастания K_{fcp} в течение вегетационного сезона отражает ход сезонных изменений в фитоценозах, которые взаимосвязаны с температурными условиями и в первую очередь с минимальной ($min t$) температурой воздуха. Сравнение этих показателей для большинства фитоценозов выявило очень тесную прямую зависимость. Коэффициент корреляции между K_{fcp} вегетативного цикла и $min t$ воздуха составил 0,74–0,84. Тесную прямую зависимость, показал и анализ динамики K_{fcp} генеративного цикла с $min t$ воздуха ($r = 0,67–0,80$). Это согласуется с выводами о том, что в развитии сезонных процессов наибольшее влияние имеют минимальные температуры воздуха, которые определяют пороговые значения начала и развития большинства фенологических фаз у растений (Буторина, 1958).

Используя полученные значения фенологических коэффициентов за период 2006–2015 гг., мы рассчитали среднепериодные значения коэффициентов (K_{fcp}) для каждого фитоценоза, получив, таким образом, определенную среднеголетнюю норму сезонной динамики шести фитоценозов, представляющих основные ландшафтные зоны северного макросклона Кавказского заповедника.

Значения K_{fcp} позволяют в настоящее время оценивать погодичную феноизменчивость наблюдаемых фитоценозов посредством вычисления их феноаномалий (F) – разницы между K_{fcp} и показателями K_f в отдельные годы наблюдений. Положительные значения F показывают депрессивный характер сезонной динамики фитоценозов, или их запаздывание по отношению к нормам. Отрицательные значения F – наоборот, характеризуют экспрессивное развитие сезонных процессов, т.е. их опережение по сравнению с нормой.

Таким образом, результаты исследований показали, что метод комплексных фенологических показателей В.А. Батманова наиболее приемлем для осуществления поставленных целей фенологического мониторинга в условиях Кавказского заповедника. Метод отличается относительная простота сбора и обработки информации, которая позволяет использовать данные как однократных, так и постоянных наблюдений. Метод позволяет сравнивать полученные результаты наблюдений, даже в случае сильно отличающихся по видовому составу фитоце-

нозов, поскольку мы оцениваем комплексные фенологические характеристики, а не фенологическое состояние каждого вида в отдельности.

Показатель среднего фенологического коэффициента учитывает фенологическое состояние всех видов растений данного фитоценоза, и, выражаясь по каждому процессу всего одним числом, соответственно поддается математической обработке. Однонаправленность показателей дает возможность отслеживать тенденции фенологических изменений растительного сообщества во времени и пространстве (определять экологическую и погодичную изменчивость сезонных процессов) и при многолетних наблюдениях проводить статистический анализ, что, несомненно, является более конкретным отражением результатов фенологического мониторинга в целом. Возможен также анализ собранных данных внутри какой-либо феноплощадки, через дифференцирование видов на качественно отличные группы в зависимости от целей исследования (по жизненным формам, по феноритмотипам, по ярусности и т.п.).

Список литературы

- Алтухов М. Д. 1985. Растительный покров высокогорий Северо-Западного Кавказа, его рациональное использование и охрана. – Дис. ... док. биол. наук. Майкоп, Адыг. гос. пед. институт, 400 с.
- Батманов В.А. 1952. Календарь природы Свердловска и его окрестностей. – Свердловск, Свердл. обл. гос. изд., 98 с.
- Батманов В.А. 1967а. К методике осенних фенологических наблюдений за окрашиванием листвы и листопадом. – В кн: Ритмы природы Сибири и Дальнего Востока, ч. 1. – Иркутск, Сибирское книжное изд., с. 122-128.
- Батманов В.А. 1967б. Заметки по теории фенологических наблюдений. – В кн: Ритмы природы Сибири и Дальнего Востока, ч. 1. – Иркутск, Сибирское книжное изд., с. 7-30.
- Батманов В.А. 1972. Об использовании вариационной статистики в фенологических исследованиях. – В кн: Вопросы фенологического картирования. – Ленинград, гидромет. изд., с. 90-96.
- Бейдемман И.Н. 1974. Методика изучения фенологии растений и растительных сообществ. – Новосибирск, Наука, 154 с.
- Буторина Т.Н., Крутовская Е.А. 1958. Корреляция некоторых феноиндикаторов с температурой. – В сб.: Труды гос. зап.-ка. «Столбы». вып. 2. – Красноярск, с. 10-32.
- Вязовская Г.П. 1947. Вертикальная изменчивость растительного и флористического состава Кавказского заповедника: Отчет о НИР (заключ.). – Кавказский гос. заповедник; Инв. № 154. – Майкоп, 50 с.
- Голгофская К.Ю. 1967. Кдробному геоботаническому районированию Кавказского заповедника. – В сб.: Труды КГЗ., вып.9. – М., с. 119-157.
- Горчарук Л.Г. 1992. Горно-лесные почвы Западного Кавказа. Депонированная рукопись. ВНИИТЭНагропром. – М., 234 с.
- Зайцев Г.Н. 1981. Фенология древесных растений. – М., Наука, 120 с.
- Куприянова М.К., Щенникова З.К. 1982. Использование описательных методов для изучения сезонной динамики горных природных комплексов. – В кн: Сезонная ритмика природы горных областей. – Ленинград, Сев.-Зап. книж. изд., с. 55-57.
- Куприянова М.К. 1995. Научное наследие В.А. Батманова. – Изв. РГО., т. 127, вып. 1, с. 14-23.
- Куприянова М.К., Новоженев Ю.И., Щенникова З.Г. 2000. Фенологические наблюдения во внеклассной работе – Екатеринбург, Банк культурной информации, 244 с.
- Лакин Г.Ф. 1968. Биометрия. – М., изд. «Высшая школа», 284 с.