

ВОПРОСЫ СОСТАВЛЕНИЯ КАЛЕНДАРЕЙ ПРИРОДЫ /Под ред.
Т. А. Прохненко. — Красноярск: Изд-во Краснояр. ун-та, 1986. — 168 с.

В XIV выпуске трудов государственного заповедника «Столбы» Главного управления охотничьего хозяйства и заповедников РСФСР рассмотрены формы записи наблюдений над сезонными циклами всех компонентов ландшафта. Указаны методы проверки фенологических данных и их первичной математической обработки. Приведены общие принципы феноклиматической периодизации года. Даны методические указания по отбору материалов для календарей природы и анализу феноклиматических особенностей данного года. Помещен календарь природы заповедника «Столбы» за 1978 год.

Для сотрудников заповедников, а также специалистов и студентов биологического и географического профилей.

Печатается по решению редакционно-издательского совета
Красноярского университета

Рецензенты:

д-р биол. наук, проф. В. Н. Смагин
д-р биол. наук И. Н. Елагин

ВОПРОСЫ СОСТАВЛЕНИЯ КАЛЕНДАРЕЙ ПРИРОДЫ

Труды государственного
заповедника «Столбы»

Выпуск XIV

ИБ № 253

Редактор С. А. Месяц
Художественный редактор И. Б. Циккель
Технический редактор Л. А. Панова
Корректор Л. Г. Рыбакова.

Сдано в набор 25.03.86. Подписано к печати 28.10.86.
АЛ12634. Формат 60×84¹/₁₆. Бумага тип. № 3. Гарни-
тура литературная. Высокая печать. Усл. печ. л. 9,77.
Уч.-изд. л. 10,53. Тираж 600 экз. Заказ № 175. Цена
1 р. 60 к. Издательство Красноярского университета.
660049, Красноярск, пр. Мира, 53. Типография «Красно-
ярский рабочий», 660017, Красноярск, пр. Мира, 91.

В 1603000000 27—86
М178(03)—86

© Издательство Красноярского университета, 1986

ПРЕДИСЛОВИЕ

Сезонная ритмика природы — одна из существенных форм проявления динамики ландшафта в целом и его компонентов. Вопросы сезонной динамики каждого из компонентов ландшафта так или иначе затрагиваются отдельными отраслями географических и биологических наук.

В климатологии для выражения сезонной динамики используются понятиями физики атмосферы и оперируют метеорологическими элементами. В биогеографии, чтобы охарактеризовать климатическую среду жизнедеятельности живых существ и показать сезонные особенности геохор всех рангов, используют для определенных отрезков времени различные метеорологические показатели (чаще всего — температуры, средние и экстремальные, их суммы, количество осадков, влажность воздуха и т. д.) и прибегают к вычислению тех или иных коэффициентов, чтобы показать соотношение этих элементов в различных биоклиматических условиях.

Феноклиматология (биоклиматология) — наука, специально занимающаяся выявлением закономерностей сезонной ритмики ландшафтов. Она позволяет выразить особенности климата в специфических сезонных явлениях, присущих каждому из компонентов ландшафта. В едином сезонном процессе устанавливается взаимосвязь всех компонентов ландшафта, как биотических, так и абиотических. Тем самым выявляют интегральное влияние климата (а не отдельных его компонентов) на каждый из компонентов ландшафта. Дифференцировка климатической среды выражается феноклиматологией в простой и интегральной форме. При этом изучается только временная сторона сезонных процессов (количественная их сторона — предмет особого раздела экологии).

Феноклиматические данные выражаются в фенологических датах — сроках начала и конца сезонных процессов и в лагах — интервалах времени между датами.

Сезонная динамика ландшафта характеризуется с помощью хорошо подобранных индикаторов — фенологических явлений, несущих обширную информацию о многих одновременных сезонных явлениях различных компонентов ландшафта.

Отсюда вытекает научное и практическое значение календарей природы. Сезонная ритмика природы — неизбежный фон, на котором проходит хозяйственная деятельность чело-

века. Поэтому при планировании хозяйственных мероприятий следует обязательно учитывать эту ритмику, так как это вооружает практиков знанием местных особенностей и содействует разработке местных систем использования природных ресурсов и планировке сезонных работ.

В отраслях народного хозяйства, связанных с сезонностью, оптимальные сроки производственных работ сами по себе, без каких-либо материальных затрат, способны значительно повысить производительность труда и выход продукции. Только зная особенности сезонного развития местной природы, можно установить оптимальные сроки сельскохозяйственных, лесовозобновительных и лесокультурных работ; принять меры по борьбе с вредителями леса и сельскохозяйственных растений, с насекомыми — переносчиками заболеваний человека и животных; установить время массового сбора плодов, семян, лекарственных растений; выявить рациональные сроки охоты и рыбной ловли и др.

Сроки эти не могут планироваться по астрономическому (гражданскому) календарю, так как одна и та же дата (число, месяц) означает совершенно различное сезонное состояние природы в разных географических пунктах и даже в одном и том же пункте в разные годы (например, с ранней и поздней весной).

Даты же календаря природы, фенологические даты для всех географических пунктов в любой год занимают совершенно определенное место в годовом ходе сезонных явлений, характерны для определенного его этапа, указывают на одно и то же сезонное состояние природы. В этом отличие фенологических дат от календарных и преимущество их при планировании.

Предоставить материалы для планирования оптимальных сроков проведения сезонных работ — практический вклад фенологии в реализацию решений XXVII съезда КПСС, в выполнение Продовольственной программы СССР.

Необходимо иметь в виду, что фенологические даты подвержены значительной погодичной изменчивости и лишь длительные наблюдения позволяют установить средние сроки сезонных явлений. Только многолетние средние даты выражают наиболее вероятный для данной местности ход сезонных процессов, нормальную последовательность фенологических явлений.

Ни одно научное учреждение не располагает такими возможностями для феноклиматической характеристики терри-

тории, как заповедники, эти лаборатории в природе. Составление летописи природы — основная тема всех заповедников РСФСР, а раздел 9 (календарь природы) — ее интегрирующая часть. Поэтому календарям природы в заповедниках должно быть уделено особое внимание.

Форма их несколько иная, а по содержанию они много полнее обычных календарей природы. Обширнее уже их программа, охватывающая в той или иной степени все компоненты ландшафта, и, главное, помимо среднего многолетнего хода сезонной ритмики природы они должны характеризовать ее особенности в каждом конкретном году.

Поэтому и возникла необходимость специально осветить вопросы составления календарей природы в заповедниках.

В летописях природы заповедников сведения о сезонных явлениях дают в двух формах: о фенологическом состоянии одного какого-либо объекта в течение всего годового цикла и о смене различных фенологических явлений в течение определенного отрезка времени. Первые помещают в виде циклических таблиц в соответствующие разделы летописи природы («Погода», «Воды», «Почвы», «Растительность», «Животный мир»). Вторые, хронологические, — в интегральный, обобщающий раздел — календарь природы, который дает картину сопряженного развития годичного цикла всего природного комплекса.

Соответственно построена и данная книга. В первой ее части речь идет о циклах сезонного развития отдельных компонентов ландшафта. В календарь природы помещают только некоторые, преимущественно индикационные явления, поэтому эти таблицы не следует рассматривать как полную программу календаря природы.

Во второй части хронологически рассмотрено сезонное развитие природы в целом, с подразделением года на естественные сезоны и их этапы, изложены общие принципы феноклиматической периодизации года.

Календарь природы нужно составлять для наиболее типичных в заповеднике природных условий (подзоны, пояса). На остальной территории большей частью приходится ограничиваться регистрацией только немногих фенологически важных явлений, в первую очередь — критериев начала феноэтапов.

Для характеристики сезонов года и их этапов использованы в основном сибирские материалы с привлечением, по мере возможности, данных других природных зон. Помимо лите-

ратурных материалов использован богатый опыт заповедника «Столбы», в котором календари природы составляются с 1946 года.

Зональные программы календарей природы различны между собою. Но эти различия касаются лишь перечня объектов наблюдения. Сезонные же явления однотипны во всех природных условиях. Поэтому в качестве примера феноклиматического подразделения года и формы расположения материалов приводится календарь природы горной тайги заповедника «Столбы» за 1978 год.

ЧАСТЬ ПЕРВАЯ МАТЕРИАЛЫ ПО СОСТАВЛЕНИЮ КАЛЕНДАРЯ ПРИРОДЫ

А. ТЕХНИКА ПОЛЕВЫХ ФЕНОЛОГИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ И ИХ ЗАПИСЬ

Даже самая краткая программа календаря природы содержит сведения о многих и разнообразных объектах, причем зачастую приходится наблюдать за несколькими их фенологическими фазами. Чтобы не пропустить нужного, лучше всего использовать метод переключки. Суть его заключается в систематическом просмотре (весной и осенью — через день, летом — несколько реже) списка всех объектов наблюдения, при этом необходимо записывать их фенологическую фазу.

Перед началом работ следует заготовить (расчертить) полевой дневник. Формы его различны, но в любом из них на боковике разворота тетради заранее перечисляют объекты программы и указывают места наблюдений (на первой странице помещают схему их расположения). Остальную часть страницы и несколько следующих за ней отводят под вертикальные графы, в которых отмечают сезонное состояние объектов (число этих листов должно быть достаточным для записи полного годового цикла наблюдений). Затем программу наблюдений продолжают на боковике следующего разворота (прил. I).

Применяют две формы записей. *Упрощенная*, альтернативная форма, когда надо отметить лишь наличие или отсутствие феноявления (например, заморозка на почве) или только одну его фенофазу (например, конец кукования). В этом случае на боковик выписывают, кроме названия объекта наблюдения, также наблюдаемую фазу, а в соответствующих графах ставят плюс или минус. Проставление минусов обязательно, оно говорит об отсутствии феноявления. В случае пропуска наблюдения оставляют соответствующую строку в графе без прочерка, так как его легко спутать со знаком минус. Подобная форма записи [82, с. 107] дисциплинирует наблюдателя, гарантирует от случайных пропусков и особенно удоб-

на, когда надо уловить конец явления (например, последнюю встречу, конец санного пути), а также если явление устанавливается не сразу (например, проталины, вновь покрывающиеся снегом).

Наблюдения над различными компонентами ландшафта обычно распределяют между специалистами заповедника, каждый из которых составляет свою форму полевого дневника. Однако иногда бывает удобно соединять на одной странице дневника записи о состоянии различных компонентов ландшафта на одном и том же этапе сезонного развития природы (прил. II).

Развернутая форма. Для растений и животных обычно требуется отметить не одну, а несколько фенологических фаз годового цикла их жизни. Тогда целесообразнее использовать систему условных обозначений, представляемых в соответствующих графах полевого дневника. Условные знаки должны быть указаны на первой странице дневника. Система обозначений фенофаз бывает различна (значковая, буквенная или цифровая), но обязательно должна быть логична, наглядна и легко запоминаема.

По-видимому, следует отдать предпочтение буквенной системе (начальными буквами названий фенофаз). Если при этом употреблять латинскую терминологию, то такая система будет иметь все основания для международного употребления [144]. Обозначение фенофазы можно уточнить, детализировать, добавив к букве цифровой индекс, как это предложил Щербиновский для растений. Например, обозначив буквой *f* весь процесс цветения, выделяют отдельные его фазы: f_1 — бутонизация, f_2 — зацветание, f_3 — массовое цветение, f_4 — отцветание (прил. IV).

Значковая система прежде всего требует наглядности, то есть знак должен быть прост, хорошо отличим от других, даже если он несколько сотрется, и чем-то напоминать обозначаемое явление. Именно этот принцип использован в метеорологии: например, обозначают снег звездочкой, грозу — знаком, напоминающим молнию.

Цифровая же система обозначения фенофаз, вопреки мнению Н. Н. Бейдеман, крайне неудобна, так как обозначение фенофазы может быть спутано с иными цифрами (например, количественным обозначением обилия вида или номером площадки, на которых он отмечался).

Из полевых дневников в циклические таблицы сезонных явлений, составляемых по компонентам ландшафта (разде-

лы летописи 1—6), выписывают даты начала, конца и массового проявления соответствующих фенологических фаз.

Все научные сотрудники, которые составляют тот или иной раздел летописи природы, ответственны за предоставление его материалов в календарь природы. Для каждого исполнителя обязательны полевые фенологические дневники указанной формы. Только так может быть обеспечен полноценный календарь природы, включающий данные о сезонном развитии всех компонентов ландшафта. Здесь указаны только общие принципы ведения фенологических дневников. Применительно к каждому из компонентов ландшафта они будут изложены ниже.

Б. СЕЗОННЫЕ ЦИКЛИЧЕСКИЕ ОБЗОРЫ ОТДЕЛЬНЫХ КОМПОНЕНТОВ ЛАНДШАФТА

Все компоненты ландшафта в своих сезонных изменениях тесно связаны друг с другом (причинно или только во времени), образуя на каждом этапе сезонного развития определенные фенологические аккорды [151, 17].

Полноценный календарь природы содержит основные временные характеристики сезонного годового цикла всех компонентов ландшафта, как биотических, так и абиотических. Очевидно, составлению хронологических таблиц календаря природы должно предшествовать изучение годовых сезонных циклов отдельных компонентов ландшафта. При их тесной взаимосвязи каждый из них имеет свои особенности сезонной ритмики и требует специального изучения. Его программы и методы рассматриваются в специальных руководствах. В данном же разделе указаны только формы циклических обзоров компонентов ландшафта, которые послужат материалом для составления хронологических таблиц календаря природы [84]. В текстовой части (пояснения к циклическим таблицам) необходимо выполнить две основные задачи: во-первых, охарактеризовать отклонения дат текущего года от средних многолетних величин (т. е. указать феноаномалии и дать их анализ, по возможности установить причины), во-вторых, для текущего года установить и проанализировать временную связь сезонных явлений друг с другом в пределах одного фенологического этапа.

Для выполнения полной программы фенологических наблюдений над тем или иным компонентом ландшафта требу-

ются специальные знания в определенной области. В этом случае записи в полевом дневнике должен вести исполнитель-специалист по развернутой форме с использованием системы условных обозначений фенофаз (прил. III).

При отсутствии специалиста выполняют краткую программу, в которую включают главным образом сведения об индикационных явлениях, свидетельствующих о наступлении сезонных этапов годового цикла природы. Записи ведут по упрощенной (альтернативной) форме.

1. АБИОТИЧЕСКИЕ КОМПОНЕНТЫ

Н. Н. Галахов, отмечая, что во многих календарях природы данные о сезонных явлениях неорганической природы очень скудны, указывал на их важность, так как они «характеризуют положение, в котором происходит сезонное развитие растительности и животного мира. Они принадлежат к явлениям, знаменующим кардинальные изменения физико-географической обстановки, свидетельствующим о коренных сезонных изменениях среды» [34, с. 188].

Программы наблюдений над абиотическими компонентами общи для всех заповедников, находящихся в любых природных условиях. Эти сведения полностью включают в хронологические таблицы подраздела 9.2 календаря природы.

Если в самом заповеднике или в репрезентативных условиях имеется метеостанция (пост), то гидрометеорологические данные берут на метеостанции из месячных таблиц ТМ-1, ТМ-3, ТМ-8. Если метеостанции нет (или требуются данные для другого природного комплекса), то следует проводить соответствующие наблюдения визуально, обязательно используя, во избежание пропусков, метод переклички.

Зима захватывает конец одного и начало другого календарного года, поэтому, чтобы не допустить ошибок при подсчете средних многолетних во всех таблицах подраздела, следует представлять отдельно календарный год начала зимы (осенне-зимние явления) и год ее окончания (весенне-летние явления).

1. Погода

Одна из важнейших сторон сезонной динамики природы — погодные условия сезона. Вся сезонная динамика комплекса

природных явлений связана с ходом погоды, с местными климатическими особенностями. Климатический облик местности — тот общий фон, на котором протекают процессы растительной и животной жизни.

В таблицу сезонных метеорологических явлений (табл. 1), кроме сроков начала и конца, введены даты их сплошного установления и прекращения. Н. Н. Галахов указывает, что эти сведения имеют важное фенологическое значение как климатические рубежи в сезонной ритмике природы, знаменующие наступление новых этапов сезона, качественно отличных от предыдущих [34, с. 189]. Заметим, что даты эти и выступают как термические границы феноклиматических этапов, устанавливаемые по ходу экстремальных температур [63, 64, 25, 27].

Помимо названных минимальных сведений, Н. Н. Галахов рекомендует включать в календарь дополнительные даты. Для теплого времени: первый весенний день (когда дневная температура достигла 5°C); первый весенний теплый день (10°C); первый и последний летние дни (20°C); установление сплошных летних дней и их прекращение; первый и последний жаркий летний день (25°C); самый жаркий (знойный) день (наивысшая температура лета). Для зимнего времени: первый и последний зимний день (дневная температура не выше 0°C); первые, последние и сплошные умеренно морозные дни (-10°C); сильно морозные дни (-20°C); самый морозный день за зиму [34, с. 190].

Вне пределов умеренного пояса конкретные значения температур, очевидно, будут иными, но сам принцип выделения таких дней очень плодотворен и помогает установить и охарактеризовать этапы сезонного развития природы.

В календарь природы выносят для соответствующих сезонов все данные табл. 1, а в итоговую его часть — характеристику года по вероятности морозов и оттепелей сроки начала, конца и продолжительность периодов устойчивых морозов, безморозного, а также переходных между ними осеннего и весеннего периодов с возможными заморозками (см. часть вторую, разд. Г).

Таблицу иллюстрируют графиком хода метеорологических элементов. На него наносят: кривые хода максимальных и минимальных температур воздуха и относительной влажности воздуха; гистограммы суммы осадков и глубины снежного покрова; значками, принятыми в метеорологии, показывают атмосферные явления.

Сезонные метеорологические явления

Таблица 1

Среднее за 1946—1980	Явления	1978	ф/а
9.II	Радиационная оттепель (при- тай) — первая	13.II	+4
14.II	Капель в морозные солнечные дни — первая	15.II	+1
	Оттепели дневные (max $t > 0^{\circ}\text{C}$)		
2.III	первая	19.II	-11
15.III	постоянные — начало	12.III	-3
18.X	постоянные — конец	4.XI	+17
27.XI	последняя	23.XI	-4
	Морозы дневные (дни без оттепели, max $t < 0^{\circ}\text{C}$)		
14.III	постоянные — конец	11.III	-3
—	последний	13.V	—
—	первый	7.X	—
18.X	постоянные — начало	4.XI	+17
	Морозы ночные (min $t < 0^{\circ}\text{C}$)		
24.IV	постоянные — конец	22.IV	-2
28.V	последний	20.V	-8
19.IX	первый	16.IX	-3
7.X	постоянные — начало	29.IX	-8
	Оттепели ночные (ночи без мороза, min $t > 0^{\circ}\text{C}$)		
—	первая	5.IV	—
25.IV	постоянные — начало	23.IV	-2
7.X	постоянные — конец	28.IX	-9
—	последняя	28.X	—
	Заморозки на почве		
—	постоянные — конец	10.V	—
3.VI	последний	25.V	-9
10.IX	первый	13.IX	+3
—	постоянные — начало	28.IX	—
8.IV	Дождь первый	1.IV	-7
—	последний	3.XI	—
14.V	Гроза первая	12.IV	+32
3.IX	последняя	21.IX	+19
25.V	Снегопад последний	22.V	-3
19.IX	первый	29.IX	+10

Можно давать график в декадных или пентадных величинах, однако целесообразнее пользоваться ежесуточными данными и делать график в достаточно крупном масштабе, с тем чтобы с него можно было снимать нужные сведения за любые сутки года. Как показал многолетний опыт заповедника «Столбы», практически удобен масштаб 1 день = 2 мм и $1^{\circ} = 2$ мм (см. рис. 16—19). Такой график в компактной форме дает очень большой объем информации.

2. Снежный покров

Снежный покров имеет исключительно важное значение в сезонной жизни природы, поэтому характеризовать его следует особенно подробно. При этом необходимо строго придерживаться понятий и терминологии, принятых в системе гидрометеослужбы [111, с. 91, ч. IV].

«Днем со снежным покровом считается такой, в который более 1/2 видимой окрестности покрыто снегом.

Устойчивым принято считать такой снежный покров, который лежит непрерывно в течение всей зимы или не менее месяца с перерывами не более трех дней (подряд или в отдельности) в продолжение каждых 30 дней. При этом перерыв в один день в начале зимы не принимается во внимание, если ему предшествовало залегание снежного покрова не менее пяти дней; не принимается во внимание и перерыв 2—3 дня, если ему предшествовал снежный покров не менее чем в течение 10 дней. Если в конце зимы не более чем через три дня после схода снежного покрова вновь образуется снежный покров и лежит не менее 10 дней, то считается, что залегание устойчивого снежного покрова непрерывно» [111, ч. IV, с. 94]. Время от первого снежного покрова до образования устойчивого называется предзимьем. В течение его может лечь временный снежный покров (один или несколько). Их число, время и продолжительность залегания — важная фенологическая характеристика конца осени.

Началом снеготаяния следует считать не появление первых проталин (как это делается в некоторых заповедниках), а уменьшение высоты снежного покрова: на метеостанциях за первый день снеготаяния принимается такой, после которого высота снежного покрова не превышает наибольшую в году, т. е. следующий за датой его «пики» (максимальной высоты).

Таблица 2

Снежный покров 1977/78 г. (метеостанция «Столбы»)

Среднее за 1946—1980	Явления	1977/78	Ф/а
	Осенне-зимние явления 1977 г.*		
1.X	Снежный покров — первый	12.X	+11
3.X	Снежный покров — временный	12.X	+9
20.X	Снежный покров устойчивый— образование	19.X	—1
29.X	Санный путь (глубина снега более 10 см)	30.X	+1
20.XI	Многоснежный период (глуби- на снега 30 см) — начало	23.XI	+3
	Весенние явления 1978 г.		
17.III	Проталины на южном склоне— первые	24.III	+7
21.III	Наст — первый	21.III	0
29.III	Снежный покров — наиболь- шая высота (119 см)	16.IV	+18
30.III	Снеготаяние — начало	17.IV	+18
18.IV	Проталины на южном склоне— массовые	8.IV	—10
27.IV	Многоснежный период—конец	1.V	+4
—	Санный путь — конец	2.V	—
4.V	Снежный покров устойчивый— разрушение	3.V	—1
18.V	Снежный покров — полный сход	14.V	—4
27.V	Снежный покров (времен- ный)—последний	10.V	—17
24.V	Снегопад — последний	20.V	—4
	Продолжительность периодов в датах и днях		
1—20.X	Предзимье	12—19.X	
19		7	—12
20.X—4.V	Устойчивый снежный покров	19.X—3.V	
193		196	+3
30.III—4.V	Снеготаяние	16.IV—3.V	
36		29	—7
4—18.V	Послезимье	3—14.V	
14		11	—3

* Данные зимы, начавшейся в конце прошлого года. Внимательно сле-
дить, чтобы в эту часть не попали данные начала зимы текущего года!

За конец снеготаяния принимается день разрушения ус-
тойчивого снежного покрова, т. е. освобождение от снега
1/2 видимой поверхности. Время от конца снеготаяния до пол-
ного схода снега, когда лежит остаточный (занимающий ме-
нее 1/2 поверхности) снежный покров, называется послези-
мьем. В послезимье и после схода снега возможен, как и осе-
нью, временный снежный покров.

Все данные по снежному покрову (табл. 2) полностью пе-
реносят в календарь природы. Даты вписывают в соответст-
вующие места хронологических таблиц, продолжительность—
в итоговую характеристику сезонов. Таблицу иллюстрируют
графиком высоты снежного покрова; можно объединить его с
графиком хода метеорологических элементов.

При отсутствии метеостанции состояние снежного покрова
отмечают методом переключки каждый день — глазомерно в
баллах: от 10 (полное покрытие поверхности) до 0 (полный
сход снега).

В горных заповедниках следует отмечать не только состо-
яние снежного покрова на постоянном участке, но и все, что
можно увидеть на участках, расположенных выше в горах,—
в высокогорно-луговом поясе и на верхней границе леса [46,
с. 10].

3. Водоемы

Сезонные явления в водоемах различного типа не вполне
одинаковы. Однако образование ледового покрова в начале
зимы и его разрушение весной — общие для них процессы.
Поэтому возможна одна и та же форма таблицы цикла сезон-
ных гидрологических явлений. Образец ее приведен (табл. 3)
для замерзающих зимою рек — этот тип водоемов наиболее
распространен в заповедниках РСФСР. Все эти данные пол-
ностью переносят в календарь природы.

Большая часть данных легко может быть получена визу-
альными систематическими наблюдениями. При наличии спе-
циалистов эту программу дополняют другими сезонными дан-
ными, например датами высшего и низшего уровня воды, сро-
ками и продолжительностью весеннего и летнего павод-
ков и т. д.

4. Почва

Сезонные наблюдения над почвой должны установить да-
ты основных рубежей ее гидрологического режима, принятых

Сезонные гидрологические явления

Таблица 3

1970—1980	Явления	1978	Ф/а
р. Базаиха			
Весенние			
нб (80%)	Начало ледохода	нб	—
16.III	Высший уровень воды	12.IV	+27
30.IV	Очищение от льда	28.IV	—2
Осенне-зимние			
18.X	Начало ледовых явлений	23.X	+5
24.X	Низший уровень воды	26, 27.X	+2, +3
нб (50%)	Начало ледохода (шугохода)	4.XI	—
7.XI	Начало ледостава	19.XI	+12
р. Мана			
Весенние			
26.IV	Начало ледохода	26.IV	0
26.IV	Высший уровень воды	29.IV	+3
1.V	Очищение от льда	1.V	0
Осенне-зимние			
20.X	Начало ледовых явлений	24.X	+4
28.X	Начало ледохода	26.X	—2
12.XI	Низший уровень воды	16.XI	+4
6.XI	Начало ледостава	19.XI	+13

Примечание: нб — не было; в скобках указан процент лет с отсутствием явления.

в системе Гидрометеослужбы. Программа и форма записи указаны в табл. 4, в которую включены данные, помещаемые в климатических и агроклиматических справочниках. Полностью эту программу выполняют при наличии метеостанции (водомерного поста) в самом заповеднике или в репрезентативных условиях, для чего используют данные метеорологической таблицы ТМ-3.

При отсутствии специалиста остаются обязательными упущенные визуальные наблюдения — установление дат замерзания и оттаивания почвы, а также тех дат, когда почва достигнет определенных рубежей увлажненности (с момента схода снежного покрова на участке) на поверхности и на глубинах 5, 10 и 20 см. Температуру можно измерять термометром-щупом.

Таблица 4

Сезонные почвенные явления 1978 г. Термический режим (метеостанция «Столбы»)

Явления	Глубина, см											
	0		20		40		60		80		120	
	дата	ф/а	дата	ф/а	дата	ф/а	дата	ф/а	дата	ф/а	дата	ф/а
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Температура $\leq 0^\circ\text{C}$												
начало	28.XI	—	3.III	+19								
конец	25.V	—	8.V	—1								
продолжительность	249	—	67	—20								
Температура $> 0^\circ\text{C}$												
начало	26.V	—	9.V	+16	1.1	—78	1.1	—38	1.1	—21	1.1	0
конец	27.IX	—	27.XII	—4	31.XII	0	31.XII	0	31.XII	0	31.XII	0
продолжительность	123	—	300	—20	365	+78	365	+38	365	+21	365	0
Температура $\geq 5^\circ\text{C}$												
начало	1.VI	—	26.V	+1	28.V	—1	1.VI	—2	4.VI	—3	13.VI	—6
конец	21.VIII	—	6.X	+4	8.X	+2	13.X	+3	16.X	+3	26.X	+1
продолжительность	81	—	134	+5	134	+3	135	+5	135	+6	136	+7

Почва не промерзала

Продолжение табл. 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Температура $\geq 10^{\circ}\text{C}$												
начало	20.VII	—	3.VI	—9	19.VI	—2	6.VII	+7	17.VII	+7	2.VIII	+2
конец	1.VIII	—	31.VIII	—4	31.VIII	—8	2.IX	—7	1.IX	—6	27.VIII	—1
продолжительность	112	—	90	+5	74	—6	59	—14	47	—13	26	—1
Температура $\geq 15^{\circ}\text{C}$												
начало	29.VII	—	24.VII	—2	30.VII	+3	—	—	—	—	—	—
конец	—	—	1.VIII	+2	—	—	—	—	—	—	—	—
продолжительность	1	—	9	+4	1	—3	0	0	0	0	0	0
Наибольшее охлаждение												
дата	8—11.I	—	10.III— 5.IV	—42	14.III— 9.V	—19	29.IV— 9.V	+23	5—9.V	+17	5— 10.V	—1
температура	—42°С	—	—0,1°	+0,8	0,2°	+0,37	0,4°	+0,34	0,3°	+0,1	0,4°	0
Наибольшее прогревание												
дата	12.VIII	—	30.VII	+4	30.VII	+2	30— 31.VII	+22	31.VII— 2.VIII	—4	20— 22.VIII	+9
температура	16°С	—	16,4°	+0,7	15°	+0,3	13,6°	+0,2	12,3°	—2,1	10,4°	—0,1
Температура 15.X	—8°С	—	3,5°	+0,9	4,1°	+0,9	4,8°	+1,4	5,2°	+1,1	6,1°	+1,5
(в день залегания снега на зиму 1978/79 г.)												

Примечание: средняя многолетняя за 1952—80 гг.

При сравнительно-экологических почвенных исследованиях плодотворен интегральный метод В. А. Батманова. Межами при этом служат названные в таблице рубежи, единицей учета — одно втыкание шупа.

Литература: общая фенологическая — [46, 63, 81, 82, 84, 100, 106, 130, 131, 133, 145, 148], абиотические компоненты — [1, 34, 35, 87, 88], интегральный фенологический метод — [9, 11—14, 38, 120].

II. БИОТИЧЕСКИЕ КОМПОНЕНТЫ

Растительный и животный мир неодинаков в разных природных зонах. Поэтому нельзя дать общую для всех заповедников программу фенологических наблюдений, как это сделано для сезонных явлений неорганической природы. В каждом заповеднике наблюдения ведутся над основными для него видами местных растений и животных — наиболее распространенными или важными в других отношениях.

Программы-минимум приведены в руководствах Преображенского, Галахова и Жаркова [82, 46]. Они очень сходны, но последняя удобнее, так как в ней объекты наблюдений указаны для конкретных заповедников, сгруппированных по природным зонам. Всесоюзным Географическим обществом СССР (ВГО) разработано 11 зональных программ [115].

5. Растения

Это наиболее обширный раздел календаря природы. Сезонные явления в растительном мире — наиболее наглядные индикаторы сезонной динамики ландшафта, обуславливающие изменение его облика. К тому же наблюдения над растениями наиболее доступны (рис. 1—4).

5.1. ВЫСШИЕ СОСУДИСТЫЕ РАСТЕНИЯ. Объектами наблюдения служат: широкоареальные виды, в том числе и второстепенные для растительности заповедника, но связывающие ее с растительностью других природных зон; типичные и фоновые местные виды, характерные для данной зоны (подзоны, провинции); редкие и исчезающие виды; виды, представляющие практический интерес [115].

Фитофенологические наблюдения проводят в типичных биогеоценозах данной зоны (подзоны, провинции, в горных заповедниках — высотного пояса) над фоновыми растения-



Рис. 1. Зеленая весна. Цветет примула крупночашечная. Фото В. Д. Нащокина

ми — эдификаторами и доминантами растительных сообществ, а также над другими характерными для них видами.

Лучше всего, если фитофенологические наблюдения приурочены к местам почвенно-геоботанических исследований. Однако последнее не всегда возможно, так как участки эти могут быть значительно удалены друг от друга и фенолог не в состоянии посещать их достаточно часто, что необходимо для обеспечения точности наблюдений. В этом случае следует подобрать ряд аналогичных растительных сообществ, расположенных так, чтобы их можно было систематически посещать, обходя в течение одного дня. Подробно о маршрутном методе исследования см. в специальных руководствах [9, 10, 145].

Индивидуальная изменчивость фитофенологических явлений очень велика, поэтому Г. Э. Шульц указывает, что при решении вопроса «о сопоставлении фенологических данных в методическом отношении наблюдения над популяциями видов предпочтительнее, чем над единичными модельными экземплярами. При этом отмечается первое наступление фазы на достаточно обширном участке или, еще лучше, при прохождении через однородную территорию по достаточно длинному маршруту, не менее нескольких сот метров. Такие наблюдения проводят безотносительно к определенным индивидуумам.

Они относятся к представителям популяции с наиболее рано наступающими фенофазами, т. е. знаменующими начало фазы в населяющей данную территорию популяции. Опыт показал, что полученные таким образом даты хорошо сопоставимы. Именно они используются для составления фенологических справочников, календарей природы, фенологических карт» [145, с. 44—45].

Фенологические фазы высших сосудистых растений в общем одни и те же (отличия у разных систематических групп и жизненных форм оговорены ниже), хотя в годичном цикле сезонного развития порядок чередования фаз может быть несколько различен. Поэтому возможна единая программа наблюдений, которые записывают в форме табл. 5. В боковике указывают все местообитания, в которых ведут фенологические наблюдения над каждым видом. Нумерация их общая, местоположение дается в первой книге «Летописи природы» и повторяется ежегодно на первой странице полевого дневника. Такая форма расположения материала сама по себе содержит элементы анализа — позволяет судить об особенностях сезонного развития вида в разных условиях и способствует установлению фенэкологических закономерностей. В табл. 5 включают фенологические данные по всем изучаемым в заповеднике биогеоценозам [84, разд. 7.2].

Материал табл. 5 очень обширен, трудно обозрим, поэтому легко найти в ней нужный вид позволит только расположение растений в систематическом порядке, по семействам. Растения сгруппированы по жизненным формам (древесно-кустарниковые и травянистые). Чтобы не нарушать систематический порядок внутри этих групп, не следует располагать виды в порядке зацветания (это вполне уместно на графиках).

В отличие от других циклических таблиц, здесь не помещают многолетние средние даты и феноаномалии текущего года, что сделало бы таблицу слишком громоздкой. Для высших сосудистых растений эти обязательные данные указывают только в пятилетних фенологических карточках (см. табл. 11). В текстовой части характеризуют заметные сезонные отклонения от нормы как у отдельных видов, так и у фитоценозов в целом. Таблицу иллюстрируют фенологическими спектрами изучаемых фитоценозов и сопоставлением фенофаз одного и того же вида в разных фитоценозах.

Обширная программа фитофенологических наблюдений успешно может быть осуществима только при использовании

Сезонное развитие растений в 1978 году

Растение и феноплощадка	Зеленение		Цветение				Плоды		Осенняя окраска, деформация		Листопад (и отмирание)	
	на- чал V(2)	полное V(3)	бу- тон f(0)	на- чал f(2)	мас- совое f(3)	кон- ец f(4)	пер- вые f(3, S)	мас- совые f(3, S)	на- чал d(0)	пол- ная d(3)	начало (m, + m, +)	конец (+ m, +)
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1												
Деревья и кустарники												
Береза повислая — <i>Betula pendula</i> Roth.	31.V	11.VI		Подрост					16.VIII	15.IX	7.IX	25.IX
Прирученная тайга												
Пихтарник зеленомош- ный	29.V	8.VI		Подрост					16.VIII	15.IX	7.IX	25.IX
Сосняк черничный	23.V	13.VI		Подрост					18.VIII	20.IX	7.IX	25.IX
Сосняк брусничный	13.V	2.VI		Подрост					16.VIII	18.IX	7.IX	25.IX
Осинник крупнотравный у I Столба	19.V	5.VI	—	3.VI	6.VI	—	5.VIII	—	20.VIII	20.IX	7.IX	25.IX
Осинник крупнотравный у метеостанции	10.V	2.VI	—	25.V	29.V	2.VI	2.VIII	—	22.VIII	19.IX	8.IX	25.IX
Таволга дубравколист- ная — <i>Spiraea chama-</i> <i>edrifolia</i> G.	3.IV	14.VI	6.VI	18.VI	20.VI	25.VI	Плодов нет		16.VIII	15.IX	12.IX	25.IX
Прирученная тайга												

Продолжение табл. 5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Травы и полукустарнички												
Осинник крупнотравный у I Столба	23.V	8.VI	4.VI	17.VI	19.VI	30.VI	Не вызрели	2.VIII	4.IX	18.VIII	19.IX	
Осинник крупнотравный у метеостанции	19.V	6.VI	2.VI	14.VI	17.VI	28.VI	Не вызрели	8.VIII	9.IX	31.VIII	25.IX	
Майник двулистный — <i>Majanthemum bifolium</i> (L.)												
Сосняк черничный	2.VI	6.VI	6.VI	20.VI	22.VI	8.VII	29.VII	5.VIII	2.VIII	4.IX	18.VIII	7.IX
Сосняк брусничный	30.V	5.VI	11.VI	18.VI	20.VI	8.VII	26.VII	2.VIII	2.VIII	4.IX	14.VIII	5.IX
Осинник крупнотравный у метеостанции	1.VI	6.VI	11.VI	20.VI	22.VIII	3.VII	26.VII	4.VIII	31.VII	20.VIII	8.VIII	4.IX



Рис. 2. Зеленая весна. Цветет медуница мягчайшая. Фото В. Д. Нашокина

метода переключки, тогда под руководством специалиста она вполне выполнима научно-техническим персоналом, предварительно хорошо проинструктированным.

Полевые записи в дневнике ведут в развернутой форме (прил. III).

Вопрос о фенофазах растений подробно освещен в работах Бейдеман [15, 16], Борисовой [19], Елагина [44] и др. Последнему принадлежит наиболее разработанная система фенофаз деревьев и кустарников (лиственных и хвойных). Она может быть распространена и на травянистые виды, хотя те же самые фазы и подфазы сезонного развития у них морфологически бывают выражены иначе.

Немалую роль в успехе и точности обширных фитофенологических наблюдений играет и форма обозначений фенологических фаз. Настоятельно рекомендуем буквенную систему Н. С. Щербиновского с изменениями А. Н. Прозоровского (прил. IV). Предлагаемая система очень гибка и позволяет комбинацией значков отметить особенности сезонного состояния каждого вида любой жизненной формы и систематиче-

ского положения, например цветение при любом состоянии вегетативного аппарата; обсеменение зелеными или зрелыми семенами при законченном или продолжающемся цветении и т. п.

При всех своих достоинствах эта система мало известна, и мы считаем нужным остановиться на ней подробнее, так как она была опубликована в малодоступных изданиях [85, 151], а дополнения и уточнения, внесенные нами в практике многолетнего применения ее в заповеднике «Столбы», вообще не публиковались.

Основа системы Щербиновского очень проста. Основные сезонные процессы обозначают начальными буквами их латинских названий. Последовательные фазы и подфазы процесса указывают цифровыми индексами от 0 (означающего первые признаки процесса) до 4 (его окончание). Для каждого вида одновременно отмечают и вегетативное, и генеративное его состояния. Запись производят в виде дроби, в числителе которой указывают фенофазы генеративных, а в знаменателе — вегетативных органов. Например, S/v_3 . Такая форма записи дает возможность обозначить сочетание любой генеративной фазы с любой вегетативной, отметить все конкретные случаи сезонного состояния вида.

Приведенные обозначения фенофаз мы детализировали и уточнили с помощью дополнительных значков.

Начало любой подфазы указываем знаком открытия скобок. Например, $v_{(2)}$ — начало распускания почек, $f_{(3)}$ — первые зрелые плоды.

Окончание подфазы, соответственно, указываем знаком закрытия скобок. Например, $f_{(3)}$ — конец массового цветения. Скобки () указывают, что какой-либо орган закрыт листьями (чешуйками, прилистниками). Например, $v_{(2)}$ — прижатые друг к другу молодые листья, так называемый «клювик»; $((v_2))$ — плотно сжатый пучок хвоинок; $f_{(0)}$ — бутон, еще прикрытый листьями или прицветниками.

Малые размеры молодого органа показывает значок маленького нуля рядом с обозначением фазы. Например, v_3^0 — листья распустились, но еще меньше нормальной величины. При массовом проявлении подфазы ее обозначение берут в кружок.

Отмирание, засыхание обозначают знаком +. Поставленный после обозначения фенофазы, он указывает на отмирание лишь отдельных органов растений в данной фазе развития. Например, поврежденная заморозками или засухой распуска-



Рис. 3. Зеленая весна. Цветет калужница болотная. Фото В. Д. Нащокина

ющаяся листва — v_2+ , завязи — fg_0+/v_3 , обсеменение уже засохшего растения — $S/+$. Полное отмирание всей надземной части растений обозначают крестом без каких-либо дополнительных отметок.

Различные генерации листьев обозначают отдельно, соответственно вегетативному состоянию каждой из них. Например, запись $S)/d_3+$, v_3 указывает, что генеративные побеги этого года приобрели полную осеннюю окраску и начали отмирать, обсеменение их заканчивается, а листья летне-осенней генерации полностью развернулись (например, у купыря лесного, осота разнолистного и др.). Будущей весной их сезонное состояние обозначится так: $v_5v_{(2)}$ — две генерации листьев — перезимовавшей прошлогодней и весенней в фазе распускания почек.

Мы принимаем фенологические фазы и подфазы растений в понимании И. Н. Елагина [41, 42, 44, 45]. Отсылая к названным работам, здесь мы только покажем, что с помощью предлагаемых нами обозначений можно отмечать фенофазы при любом их морфологическом проявлении. Так:

v_0 — фаза покоящихся почек. Знак впервые ставят с того

времени, когда на кончающем рост побеге начинают формироваться почки будущего года, еще прикрытые верхними листьями, что можно обозначить $v_{31(0)}$. Последующие обозначения — $v_{31}0$ и, наконец, v_{40} (см. ниже). Весной следующего года знак v_0 ставят вплоть до набухания почек или до других признаков возобновляющейся вегетации.

v_1 — фаза роста. Окончание одной фенофазы большей частью означает начало другой. Однако фаза роста составляет исключение. Начинаясь от первых признаков ее проявления (набухания почек, появления всходов и проростков), обозначаемых $v_{(1)}$, она затем может длиться вплоть до фазы зрелых листьев. У одних видов рост начинается до появления молодой листвы (хвои), как у сосновых. У других — побеги растут одновременно с появлением молодых листьев, и значок роста ставят совместно с обозначением других вегетативных фаз — v_{21} или v_{31} и т. д. У третьих видов — рост побегов начинается только после того, как листья на укороченных побегах почти прекратили расти, тогда ставят отдельно знаки фенофаз у укороченных — v_{31} и у растущих побегов — $v_{1(2)}$. У розеточных видов фаза роста выпадает, у злаков — означает выход в трубку.

v_2 — фаза распускания почек (иначе — фаза разверзания или зеленения листовых почек). Она начинается с появления из набухших почек кончиков настоящих листьев (хвоинок), что обозначается знаком $v_{(2)}$. У голопочечных видов и гемикриптофитов это начало разрыхления почек — первая весенняя фаза вегетации. В ее начале пучок плотно сложенных недоразвитых листьев еще сохраняет свою прежнюю форму, но увеличивается в размерах; ее последовательные обозначения: $v_{(2)}^0$, v_2^0 , v_2 и т. д.

v_3 — фаза развертывания листьев (нередко называется также фазой их распускания, облиствения). Наступление ее, обозначаемое v_3 , определяется по появлению первых, еще маленьких, развернувшихся листьев (у хвойных — полностью обособившихся хвоинок). Вторую подфазу — v_3 — устанавливают по достижении первыми листьями нормальных, присущих им размеров. Полное зеленение отмечается, когда большинство листьев развернуто, достигло нормальных размеров; у березы, ольхи, лиственницы — на укороченных побегах (брахибластах). У хвойных — хвоя нормальной длины и «распушенности». У сосновых — хвоинки в пучке разъединены на всем протяжении.

v_4 — фаза зрелых листьев (введена И. Н. Елагиным) очень

важна именно для календаря природы, так как означает наступление этапов летней вегетации. Она определяется временем, когда на побегах листья приобретают размер, окраску и жесткость, характерные для их летнего состояния. Вторую подфазу зрелых листьев Елагин датирует по началу роста побегов продолжения, а третью, заключительную, по его концу — прекращению новообразования и роста новых листьев, т. е. обе они тесно связаны с фазой роста (см. обозначения при описании фазы роста).

Система Щербиновского применима не только к цветковым, но и голосеменным и высшим споровым растениям. К фенофазам их вегетативных органов полностью относится всё, что сказано выше, генеративные же фазы требуют некоторого пояснения. Их так же, как вегетативные фазы, можно обозначать значками, общими для всех систематических групп сосудистых растений. Но при этом необходимо помнить, что обозначения эти отнюдь не гомологичны соответствующим фазам цветковых растений. Они условны и применялись нами лишь для того, чтобы голосеменные и папоротникообразные можно было поместить в общую таблицу (см. табл. 5).

f_0 — начальная фаза бутонизации. У цветковых морфологически проявляется несколько различно: колошение злаков, у розеточных видов выметывание цветonoсного безлиственного стебля (стрелка), обозначается f_0/v_1 , или облиственного — f_0/v_{12} . У хвощей, плаунов, ежовниковых папоротников f_0 обозначает выметывание спороносного колоска. У других папоротников условно этим значком отмечают появление сорусов на листьях. У страусопера — *Matteuccia struthiopteris* сорусы образуются на особом спороносном листе, развитие его следует отмечать так же, как для других листьев, но записывать фазы *над* чертой, как у генеративных органов. Например, v_2/v_3 , а затем v_3f_0/v_4 .

f_1 — вторая фаза бутонизации, набухание, разверзание цветочных почек; разрыхление (удлинение) спороносных колосков хвощей и плаунов, мужских стробил у голосеменных, зимующих сережек у березы и ольхи, сбрасывание почечных чешуй (появление «барашков») у ив, тополей, осины.

f_2, f_3, f_4 — фазы цветения. Пояснения не требуют. Для голосеменных отмечают фазы пыления мужских стробил. Для споровых фазы выпадают.

fg_0, fg_1, fg_2, fg_3 — фазы плодоношения. Для хвощей, плаунов, папоротников условно так отмечают созревание спор, для голосеменных — семян.



Рис. 4. Предлетье. Цветет венерин башмачок. Фото Д. М. Полушкина

В календарь природы включают главным образом даты фенологических фаз деревьев и кустарников, так как они имеют индикационное значение; преимущественно — начало фазы, реже — ее полное выражение (облиствение, созревание плодов, осенняя окраска) и окончание (листопад, отмирание). У травянистых растений обычно — даты начала цветения вида как характеристику сезонных аспектов. Реже — другие фазы, служащие индикаторами границ феноэтапов, например, отмирание весенних геоэфемероидов к началу лета или конец цветения кипрея и копьевника (какалии) в начале осени. Для ягодников — даты начала цветения, созревания ягод.

В календарь природы заповедника из табл. 5 помещают данные только того фитоценоза, который наиболее типичен

для данной зоны (подзоны) или высотного пояса. Если некоторые виды, фенофазы которых важны для календаря, произрастают в других условиях, то это оговаривают, например, «жимолость алтайская (на каменных россыпях) — первые ягоды».

5.2. СПОРОВЫЕ РАСТЕНИЯ. Сезонные явления высших споровых растений — плаунов, хвощей, папоротников (в поколении спорофитов) включают в табл. 5, и к ним полностью относится сказанное выше.

Из мхов в общую программу наблюдений входит только кукушкин лен. У него отмечают: опадение колпачка спорогония и вскрытие коробочки (созревание спор).

Для низших споровых отмечают сезонные явления у наиболее распространенных шляпочных грибов (съедобных) — появление первых единичных грибов; начало и конец сбора (при наличии нескольких слоев за сезон наступление каждого из них отмечают отдельно). Обязательные объекты наблюдения — белый, волнушка, груздь, лисичка, масленок, подосиновик, рыжик.

Циклическую таблицу составляют только в том случае, когда ведутся специальные исследования. В календарь природы помещают все наличные данные (кроме урожайности, которая находится в разделе 7.2.3.5 Летописи природы).

Литература: [15, 16, 19, 20—22, 27, 39, 41—42, 44, 45, 47—49, 56, 69, 71, 85, 115, 129, 132].

6. Животные

Сезонные наблюдения над животными, главным образом в силу подвижности и скрытости их образа жизни, менее доступны, чем над растениями. Поэтому и программа наблюдений над ними менее подробно и не всегда выполнима полностью. Соответственно, изменена и форма записи результатов зоофенологических наблюдений. Для нее остается обязательным принцип сравнения дат текущего года со средними многолетними, но запись произвольна — в таблицы помещают данные только о тех зоофенологических фазах, которые удалось наблюдать в текущем году. Твердая форма записи, с указанием постоянных фенофаз, применяемая для других компонентов ландшафта, здесь неэкономна, так как многие ее графы могут оказаться незаполненными.

Регистрация зоофенологических явлений (например, про-

лета, прилета и отлета птиц) не ограничивается определенным участком или маршрутом, а должна по возможности охватывать всю территорию заповедника. Для этой цели привлекают как можно больше наблюдателей лесной охраны. В таблицах обязательно указывают, где и кем произведено наблюдение.

Объектами зоофенологических наблюдений в первую очередь служат массовые виды, которые играют наиболее существенную роль в биогеоценозах. Большое внимание нужно уделять редким и исчезающим видам. Обязательны и наблюдения над так называемыми «инвазионными» видами, численность которых непериодически необычайно возрастает (леминги, полевки, клесты, свиристели, кедровки и др., а также некоторые чешуекрылые).

6.1. МЛЕКОПИТАЮЩИЕ. Основные фенологические фазы, регистрируемые у млекопитающих, — брачный период (гон, течка), появление молодых, весенняя и осенняя линька (возрастную и сезонную линьку отмечают отдельно). Кроме того, для залегающих на зиму в нору — начало и конец зимней спячки (обычно отмечаемые как последняя встреча осенью и первая весной); для мигрирующих — сроки весенних и осенних миграций, для копытных — появление и сбрасывание рогов.

Наблюдения ведутся методом переключки. Полевой дневник развернутой формы (см. прил. III) составляют по общему принципу. Общепринятой системы обозначений фенофаз нет. Цифровая — крайне неудобна. Система условных значков, приведенная у С. М. Преображенского, Н. Н. Галахова, наглядна в иллюстративном материале [82, с. 65, 69, 91], но слишком сложна для полевых записей. Исполнителю целесообразно разработать систему буквенных обозначений по тому же принципу, как и у Щербиновского для растений, детализируя фазы цифровыми индексами (см. прил. IV). Например, смену рогов можно бы обозначать буквой Р, а отдельные ее фазы: Р₀ — бугорки под кожей, Р₁ — прорезывание рогов, Р₂ — рост пантов, Р₃ — зрелые панты, Р₄ — окостенение, Р₊ — сбрасывание, + — животные без рогов. Линьку можно отмечать так же, как фазы осеннего окрашивания листвы и листопада: Л₀ — начало линьки (весной — клочья зимней шерсти, осенью — первые пятна зимней окраски), Л₁ — слиняло менее 1/2 покрова, Л₂ — более 1/2, Л₃ — полная линька, Л₄ — конец ее. Подобным образом можно отмечать и другие фазы.

Сезонные явления, отмеченные у млекопитающих в теку-

Сезонные явления в животном мире. Млекопитающие

Среднее за 1946—1980	Фенологические явления	1978	Ф/а	Место наблюдения
1. Копытные				
Косуля сибирская — <i>Capreolus capreolus</i> L.				
16.VI	Появление молодых	14.VI	+2	р. Лалетина
2. Хищные				
Медведь бурый — <i>Ursus arctos</i> L.				
12.IV	Выход из берлоги	14.VI	+2	Хребет Откликные
28.VI	Начало гона	27.VI	—1	Там же
17.X	Последняя встреча	12.X	—5	р. В. Слизнева
Барсук — <i>Meles meles</i> L.				
7.IV	Пробуждение	8.IV	+1	У Музеянки
17.X	Последняя встреча	10.X	—7	Там же
3. Грызуны				
Бурундук — <i>Tamias sibiricus</i> Laxmann.				
10.IV	Пробуждение	12.IV	+2	У 1-го Столба
1.X	Последняя встреча	29.IX	—2	Там же
4. Зайцеобразные				
Заяц-беляк — <i>Lepus timidus</i> L.				
5.III	Начало гона	6.III	+1	У 1-го Столба
5.X	Начало линьки	25.IX	—10	Там же

щем году, записывают в циклическую табл. 6. Если данных много, то могут быть составлены отдельные таблицы по отрядам: 6.1.1 копытные, 6.1.2 хищные, 6.1.3 грызуны и т. д. В календарь природы переносят все ее материалы.

6.2. ПТИЦЫ (рис. 5—7). У всех птиц наблюдают следующие фенологические фазы: отлет с места зимовки (исчезновение); весенний перелет (пролет); прилет на места гнездования летующих видов (песня, встреча); весенние песни (ток, тяга); устройство гнезда и насиживание; появление птенцов (у гнездовых — кормление птенцов, у выводковых — первые выводки); окончание пения; поднятие на крыло молодых (вылет из гнезда, летные выводки); осеннее стаянье (образование смешанных стай); отлет с мест гнездования, его начало и конец (исчезновение вида); осенний пролет; прилет на места зимовок.



Рис. 5. Голая весна. Прилетел певчий дрозд. Фото Д. Г. Дулькейта

В программу обязательных наблюдений включены только 20 видов наиболее обычных, известных птиц: глухарь, тетерев, рябчик, вальдшнеп, кукушка, зяблик, перепел, журавль, жаворонок полевой, гусь серый, утка кряква, чирки—трескунок и свистунок, гоголь, галка обыкновенная, грач, скворец, ласточки деревенская и городская, стриж [46].

При отсутствии орнитолога отмечают главные фенофазы: для гнездящихся — прилет, весеннюю песню (ток, тягу), отлет; для пролетных — весенний и осенний пролеты. В полевом дневнике запись альтернативной формы (с указанием вида и фазы).

Сезонные явления в мире птиц очень важны для календа-

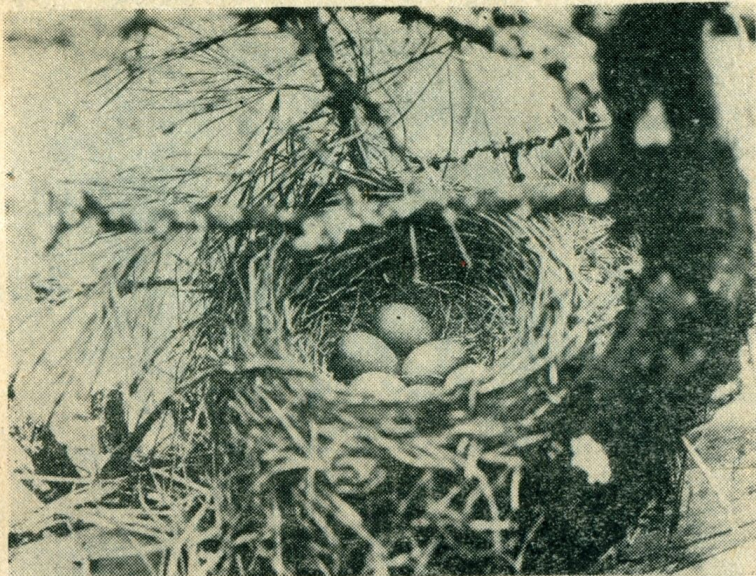


Рис. 6. Зеленая весна. Кладка чернозобого дрозда. Фото Д. М. Полушкина

ря природы. Некоторые из них (например, начало прилета) входят в число индикаторных явлений, другие характерны для определенных феноэтапов. Волны прилета особенно четко связаны с определенными весенними этапами сезонного развития природы [62]. Основная задача фенолога-орнитолога — проследить сезонный цикл характерных для заповедника видов птиц и установить его связи с определенными этапами сезонного развития природы.

Большую помощь в наблюдениях оказывает фенологический дневник. Для него необходимо разработать условные знаки фенофаз. Циклическую таблицу сезонных явлений в жизни птиц составляют по той же форме, как и для подраздела «Млекопитающие». В календарь природы выписывают все ее данные. Она может быть иллюстрирована графиками прилета (в сравнении с другими сезонными явлениями), интенсивности пения и т. д., а также орнитологическими феноспектрами, составленными по тому же принципу, что и фитофенологические [16].

6.3. РЕПТИЛИИ. Черепахи, змеи, ящерицы ведут скрытый образ жизни и мало используются при составлении календа-

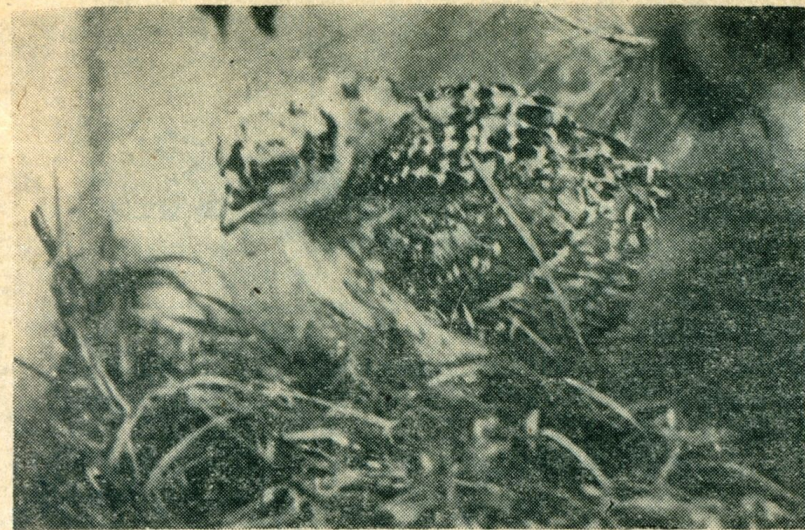


Рис. 7. Начало лета. Оперяются птенцы глухаря. Фото Д. Г. Дулькейта

рей природы. В обязательном порядке отмечают только их появление весной и залегание в спячку осенью. Основные объекты наблюдения — обыкновенный уж, гадюка и живородящая ящерица, для степной зоны — прыткая ящерица (рис. 8).

6.4. АМФИБИИ. Все земноводные (лягушки, жабы, тритоны) впадают в зимнюю спячку. В обязательную программу включены только два широко распространенных вида — озерная лягушка (наиболее крупная, зеленая) и травяная (мельче, бурой окраски). В их жизни достаточно отметить: первое появление весной, начало массового кваканья и начало икрометания (появление в водоемах слизистых комков икры).

Для рептилий и амфибий таблицы сезонного цикла не составляют; записи — произвольной формы. В календарь природы помещают все имеющиеся данные.

6.5. РЫБЫ. Наблюдения над рыбами используют для характеристики сезонной динамики прибрежных ландшафтов. В приморских заповедниках, а также в расположенных у озер, крупных рек и водохранилищ рыбы входят в число основных объектов охраны. Там отмечают даты всех сезонных явлений их жизни — миграции к местам нереста и обратный

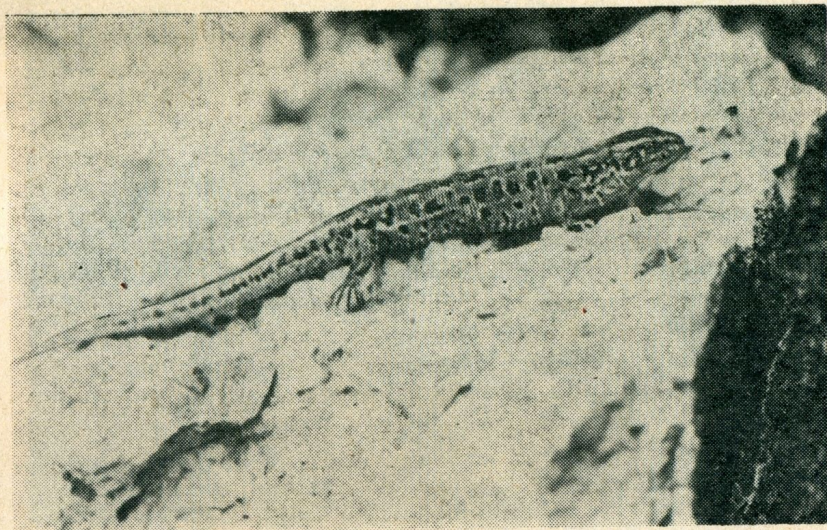


Рис. 8. Голая весна. Появилась ящерица прыткая. Фото Д. М. Полушкина

ход, нерест, появление и миграции молоди, залегание на зиму в ямы или состояние анабиоза. Полевой дневник развернутой формы заполняют условными знаками фенофаз, выполненными исполнителем. Для этих заповедников циклическая табл. 7 имеет постоянные графы фенологических фаз и постоянный полный перечень объектов наблюдения.

Таблица 7

Сезонные явления в животном мире. Рыбы (схема)

Вид	Фенофазы				и т. д.
	Миграции		Нерест		
	на- чало	конец	на- чало	конец	

Щука — *Esox lucius* L.
1978
1946—1980
Ф/а

Налим — *Lota lota* L.
1978
1946—1980
Ф/а

В остальных заповедниках программа наблюдений упрощена. В нее включают только наиболее обычные виды местных рыб, для которых отмечают начало нереста, а для проходных — начало хода. Полевые записи в дневнике — альтернативной формы.

6.6. НАСЕКОМЫЕ И ДРУГИЕ БЕСПОЗВОНОЧНЫЕ. Большинство беспозвоночных ведут скрытый образ жизни, а определение многих видов доступно только специалистам. Сезонные наблюдения проводят лишь над общеизвестными, широко распространенными видами.

Как индикационные явления, свидетельствующие о наступлении определенных этапов сезонного цикла природы, отмечают: весной — появление гренландских мух, вылет весенних бабочек (крапивница и др.), оживление муравейников (рис. 9), появление шмелей, пчел; летом — кобылок, цикад,



Рис. 9. Пестрая весна. Массовые проталины. Вытаили муравейники. Фото Д. Г. Дулькейта

майского хруща, вылет крупных стрекоз, начало стрекотания кузнечиков; осенью — вылет осенних бабочек (осенней и зимней пяденицы). Кроме того, указывают начало лета осен-

ней паутины и появление дождевых червей (оно служит индикатором разморозки и прогрева почвы). Отмечают также развивающихся в массовом количестве паразитов человека и домашних животных: первые укусы, массовые нападения и исчезновение «гноса» (мошки, мокрецов), слепней, осенних жигалок.

Все названные явления могут быть замечены любым наблюдателем путем альтернативных отметок в полевом дневнике. Результаты наблюдений обобщают в циклической таблице, имеющей ту же форму, что и таблица для млекопитающих. Все эти данные включают в общий календарь природы.

Среди насекомых много опасных вредителей леса, луга и сельскохозяйственных растений. Наиболее распространенные из них включены в программу обязательных наблюдений: майский жук (хрущ), для которого отмечают начало массового лета: непарный шелкопряд — появление бабочек, вышедших из коконов; сосновая пяденица — появление бабочек; бабочка капустница — то же.

Если имеется энтомолог, то он разрабатывает специальную программу наблюдений над насекомыми-вредителями, наиболее распространенными в заповеднике. Для них прослеживают сезонный цикл развития (годовой или для некоторых видов многолетний).

Свойственные беспозвоночным сезонные фазы: яйца — личинки (или гусеницы) — куколки (у насекомых с полным превращением) — взрослые особи (имаго). Наблюдения над вредителями необходимо сочетать с фенологией поврежденных ими растений, а также с наблюдениями над фенофазами так называемых «сигнальных» растений. Таким способом, например, было установлено, что зацветание желтой акации (караганы древовидной) служит индикатором появления второй стадии личинок комара и сигналом к обработке водоемов. Работы подобного направления успешно проводил С. И. Хомченко [122—124].

При подготовке полевого дневника (развернутой формы) нужно заранее попарно перечислить виды вредителей и виды повреждаемых растений. При записи фенофаз насекомых можно использовать довольно удачную систему значков, введенную Преображенским, Галаховым [82, с. 95, 98].

Форма циклической таблицы «Сезонный цикл насекомых-вредителей» та же, что и для ботанических объектов — с постоянной сеткой фенофаз и указанием фитоценоза. Таблицу иллюстрируют графиками типа фенологических спектров, на

которых наглядно можно сопоставить фенологию вредителя и растения-хозяина. Сравнение с циклом сезонного развития других растений поможет установить «сигнальные» для данного вредителя виды.

В общий календарь природы эти сведения не входят, но дают возможность составить очень важный частный календарь «Фенология вредителей». По этому же принципу можно дать и частный календарь пчеловодства (в сопоставлении с фенологией растений-медоносов).

Литература: общая — [46, 82, 84, 115, 130, 131]; птицы — также [62, 116]; беспозвоночные — также [37, 80, 122—124].

В. ПЕРВИЧНАЯ ОБРАБОТКА МАТЕРИАЛА

1. ПРОВЕРКА ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

Перед началом обработки материала наблюдений необходимо тщательно проверить записи исходных данных. Пропущенные или ошибочные фенологические даты, по возможности, восстанавливают или исправляют. Ошибки происходят от некачественности наблюдений и нередко вследствие оплошностей.

Существует несколько способов проверки [115, 145].

1. Сопоставление места проверяемой фенодаты с рядом других. В пределах географических провинций, даже подзон, порядок большинства сезонных явлений из года в год почти не меняется. Сравнив положение проверяемой даты в ряду с ее положением в наблюдениях других лет, легко установить, находится она на своем месте или нет.

Однако следует иметь в виду, что А. И. Руденко приводит данные, свидетельствующие о том, что в годы с поздним наступлением сезонных явлений порядок их может быть нарушен (сохраняясь в средние и ранние годы) [90].

Какая из дат неправильна, определяется сопоставлением ее с близкими датами методом интервалов. Он основан на том принципе, что «в пределах однородных экологических групп сезонных явлений интервалы между следующими друг за другом явлениями в данной географической области менее изменчивы, чем ежегодные календарные даты их наступления» [145, с. 69].

Явления	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	Сумма	Среднее
а) Метод интервалов. Сопоставление рядов двух феноявлений в одном						пункте («Столбы»)								
Цветение рябины	15.VI	18.VI	18.VI	13.VI	19.VI	3.VI	16.VI	16.VI	15.VI	17.VI	—	—	159	15, 9.VI
Пыление сосны														
Наличный ряд	12.VI	14.VI	18.VI?	7.VI	?	0.VI	12.VI	12.VI	13.VI	13.VI	—	—	—	—
Разница дат	—3	—4	0?	—6	?	—3	—4	—4	—2	—4	—	—	—30	—3,75
Восстановленный ряд	12.VI	14.VI	(14.VI)	7.VI	(15.VI)	0.VI	12.VI	12.VI	13.VI	17.VI	—	—	—	—
Разница дат	—3	—4	(—4)	—6	(—4)	—3	—4	—4	—2	—4	—	—	—38	—3,8
б) Географический метод. Сопоставление рядов одного феноявления в						двух пунктах								
Зацветание черемухи														
Столбы	1.VI	29.V	3.VI	31.V	8.VI	4.VI	6.VI	1.VI	30.V	7.VI	15.V	30.V	392.V	32,7.V 1,7.VI
Тугач														
Наличный ряд	20.V	18.V	30.V	25.V	28.V	5.V	?	26.V	23.V	24.V	16.V	18.V	—	—
Разница дат	—12	—11	—4	—6	—11	—10	?	—6	—7	—14	—9	—12	—102	—9,45
Восстановленный ряд	20.V	18.V	30.V	25.V	28.V	5.V	(28.V)	26.V	23.V	24.V	16.V	18.V	—	—
Разница дат	—12	—11	—4	—6	—11	—10	(—9)	—6	—7	—14	—9	—12	—111	—9,3

Примечание: исправленные и вычисленные даты взяты в скобки.

Так, в табл. 8 приведены сроки пыления сосны и цветения рябины, которое наступает на несколько дней позднее. Однако в 1973 г. даты их совпадают. Дату зацветания рябины легко установить и точно отметить, и поэтому следует исправлять дату пыления сосны. Для этого нужно определить средний интервал между сопоставляемыми явлениями — сумму интервалов (—30 дней) поделить на число лет наблюдений (8), что округленно составит — 4 дня. Отсюда следует, что в 1973 г. наиболее вероятно пыление сосны происходило за 4 дня до цветения рябины, т. е. 14.VI. Подобным же образом, с помощью среднего интервала, вычисляем отсутствующую в наблюдениях дату 1975 г. (19.VI—4=15.VI).

2. Географический способ контроля заключается в сравнении проверяемого ряда с данными для соседних пунктов. Если сверяемая дата «выскакивает» из положенного ей места, то налицо ошибка. Этот прием проверки наиболее эффекти-

вен, но не всегда имеются календари природы соседних пунктов [145, с. 69].

Мы имеем возможность применить географический метод, используя данные добровольной фенологической сети Красноярского края. Сравним сроки зацветания черемухи по нескольким пунктам, расположенным на северном макросклоне Восточного Саяна в поясе среднегорной тайги (см. табл. 8).

Принципы исправления и дополнения дат те же, что были изложены выше, — по среднему интервалу между сопоставляемыми рядами дат. В качестве основы взяты даты многолетних полных наблюдений заповедника «Столбы». По п. Тугач нет данных за 1977 г. Средний интервал между двумя пунктами за 11 лет — 9 дней (102 : 11). Наиболее вероятная дата зацветания черемухи в п. Тугач в этом году: 6.VI—9=28.V.

3. Способ сопоставления с ходом термического режима,

«применяемый к фитофенологическим датам, реже к датам холоднокровных животных». Он не приведен здесь, так как выходит уже за рамки первичной обработки материала [145].

4. Графическая проверка дат очень наглядна [122—125] и может быть применена к любому из названных выше способов. По оси ординат помещают даты, а по оси абсцисс — годы. На координатную сетку наносят даты последовательных сравниваемых сезонных явлений (например, начала зацветания каких-либо видов). Как правило, линии согласованы друг с другом, и нарушение закономерности заставляет предполагать ошибку (например, поздняя дата в году, когда цветение было ранним, или наоборот). На оси абсцисс можно располагать не годы, а какие-либо точки топографического (экологического) ряда или даже географические пункты. Подобный график воспроизведен у Г. Э. Шульца [145, с. 62]. На оси ординат также можно располагать не сами даты, а их феноаномалии.

На графике (рис. 10) приведены данные по зацветанию черемухи еще в двух пунктах, помимо п. Тугач. Как видно, здесь совершенно четко выступают закономерности распределения фенологических дат. Так чисто графическим путем исправлены (а затем проверены вычислением) некоторые да-

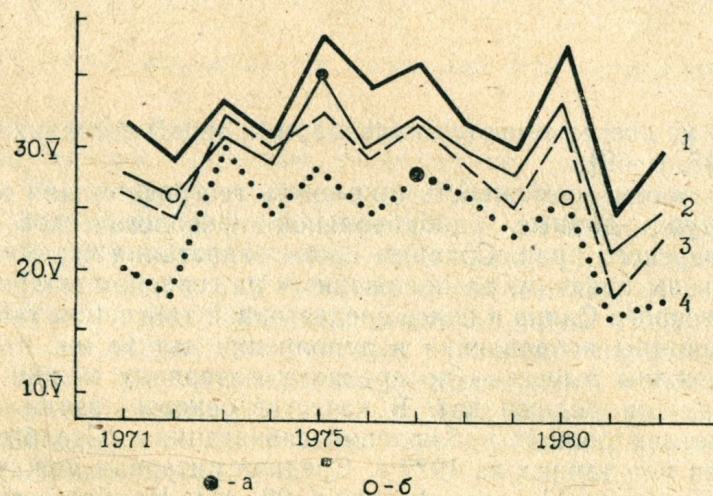


Рис. 10. Зацветание черемухи в горной тайге Восточного Саяна: 1 — Столбы, 2 — Кой, 3 — Колба, 4 — Тугач; а — вычисленные, б — исправленные даты

ты п. Кой, где первые годы наблюдатель был неопытен. Именно на графике выявилась и еще одна ошибка: ход кривой от 1979 г. к 1980 г. для п. Тугач несколько отличался от других пунктов. Обращение к первичным материалам (бланкам наблюдений) показало, что при переносе в таблицу цифра 7 была принята за 4, т. е. истинная дата зацветания черемухи в 1980 г. не 24. V, а 28. V.

Литература: [69, 115, 122—124, 145].

2. ПЕРВИЧНАЯ МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА

2.1. ПОДСЧЕТ МНОГОЛЕТНИХ СРЕДНИХ. За любой период времени среднюю дату высчитывают как среднее арифметическое всех погодичных дат. Если все они относятся к одному месяцу, среднюю можно вычислить простым сложением дат и последующим делением на их количество.

Однако погодичная изменчивость сезонных явлений очень значительна, даты их могут приходиться на разные месяцы, что заставляет приводить их к общему исчислению. Для этого можно исчислять даты в одном месяце, первом в ряду наблюдений. Так, 6.VI обозначают как 37.V (6+31), 3.X как 33. IX (3+30) и т. д. Если же сезонное явление имеет значительный разброс дат, приходящихся более чем на два месяца, подсчет осложнен. Например, первая оттепель может быть отмечена от конца января до начала марта. Тогда к февральским датам придется прибавлять 31 день января, а к мартовским — еще и 28 дней февраля.

Подсчеты значительно облегчаются, если календарные даты перевести в непрерывный ряд. Широко была распространена замена даты ее порядковым номером от начала года, так называемый «возраст дня» [82]. Например, «возраст» 1 февраля — 32, 1 марта — 60, 31 декабря — 365 (прил. V). В високосные годы, начиная с 1 марта, порядковые номера дней становятся на единицу больше.

Чтобы избежать этого неудобства, создающего трудности при подсчете, Г. Н. Зайцев предложил начинать отсчет непрерывного ряда с 1 марта [47]. Последний день февраля завершает таблицу, поэтому она пригодна и для високосных лет (прил. VI).

Отсчет от 1 марта распространяется все шире, но еще бытует и прежняя система. Поэтому необходимо указывать, какая система принята автором.

При переводе дат в непрерывный ряд подсчеты сводятся к элементарным манипуляциям с неименованными числами. Особенно удобно пользоваться номером дня при вычислении продолжительности какого-либо промежутка времени. Например, легко найти длительность периода без оттепелей зимой 1977/78 г. как разность дат между последней 1. XII (=276) и первой 19. II (=356) оттепелями, что составляет 80 дней. При подсчете средних дат определяют средний номер дня (сумму номеров делят на число дат) и по таблице находят дату, которой этот средний номер соответствует (табл. 11).

Поэтому во всех расчетных таблицах наряду с датами следует проставлять их порядковые номера. Особенно это важно при составлении многолетних сводок. Только в такой форме возможна обработка на ЭВМ календарного материала.

При любых подсчетах необходима графа «сумма», что в последующие годы, по мере накопления материала, избавит от повторных подсчетов.

Значение средней многолетней даты меняется с годами, и через 5—10 лет ее приходится пересчитывать заново. Во избежание этого каждый год подсчитывают новую дату — скользящую среднюю (Лапландский, Алтайский заповедники). Форма и суть подсчета ясны из табл. 9.

2.2. ИЗМЕНЧИВОСТЬ ФЕНОЛОГИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН.

Средние многолетние фенологические даты и интервалы характеризуют лишь наиболее вероятные их значения. В действительности же сезонные явления подвержены значительной изменчивости, существенно отклоняясь от этих средних величин и образуя типичные вариационные ряды. «Как показывает опыт, распределение фенодат любого сезонного явления при ряде наблюдений в несколько десятков лет близко к нормальному распределению случайных отклонений. Это дает право характеризовать погодичную изменчивость фенодат с помощью принятых в статистике показателей» [145, с. 72].

Мерилом изменчивости фенологических величин служит квадратическое (основное, стандартное) отклонение σ (сигма), характеризующее рассеяние вариант около средней арифметической. Г. Э. Шульц, а также Н. Е. Булыгин указывают, что сезонную динамику древесных растений в условиях климата последних десятилетий достаточно достоверно могут отразить ряды наблюдений не менее 12—15 лет. Их уже мо-

Таблица 9
Рабочая таблица первичной математической обработки фенологического ряда (на примере зацветания черемухи)

Год	Дата x_i	Вычисление средней даты				Вычисление скользящей средней			
		Ее номер N_i	Оценка даты**	Условное отклонение $a_i = x_i - A$	Квадрат отклонения a_i^2	Сумма нарастающая Σx_i	Число лет n	Среднее	
								номер N	дата x
1963	9.VI	101	П	+9	81	101	1	101,0	9.VI
1964	30.V	91	С	—1	1	192	2	96,0	4.VI
1965	25.V	86	Р	—6	36	278	3	92,7	1.VI
1966	6.VI	98	П	+6	36	376	4	94,0	2.VI
1967	20.V	81	О. Р	—11	121	457	5	91,4	30.V
1968	25.V	86	Р	—6	36	543	6	90,5	29.V
1969	8.VI	100	П	+8	64	643	7	91,9	31.V
1970	4.VI	96	С	+4	16	739	8	92,4	31.V
1971	1.VI	93	С	+1	1	832	9	92,4	31.V
1972	29.V	90	Р	—2	4	922	10	92,2	31.V
1973	3.VI	95	С	+3	9	1017	11	92,5	31.V
1974	31.V	92	С	0	0	1109	12	92,4	31.V
1975	8.VI	100	П	+8	64	1209	13	93,0	1.VI
1976	4.VI	96	С	+4	16	1305	14	93,2	1.VI
1977	6.VI	98	П	+6	36	1403	15	93,5	1.VI
1978	1.VI	93	С	+1	1	1496	16	93,5	1.VI
n		ΣN_i		Σa_i	$\Sigma (a_i)^2$				
16		1496	—	+24	522				
среднее	$\bar{x}$	$\bar{N}$	—	$\bar{a}_1$	$\bar{a}^2$				
	1,5VI	=93,5	—	1,500	32,62				

* Отсчет дат ведется от 1 марта.

** П — поздняя; С — средняя; Р — ранняя; О. Р — очень ранняя.

жно обрабатывать методами математической статистики с вычислением не только средней многолетней даты, но также среднего квадратического отклонения и средней квадратической ошибки [139, 20]. Однако следует иметь в виду, что для получения достаточно точных статистических величин необходимы значительно более длинные ряды наблюдений не

менее 25—30 лет. Цифры этого раздела помещены только в качестве примера и отличаются от истинных величин, вычисленных по 35—40-летним данным.

Простейший способ такого вычисления (способ моментов) популярно изложен Г. Н. Зайцевым [49] в недавно вышедшей книге, составленной фенологическим сектором Географического общества АН СССР [115].

В качестве примера воспользуемся фенологическим рядом зацветания черемухи (см. табл. 9). В нее выписаны погодичные даты как календарные, так и переведенные в условный ряд, с отсчетом от 1 марта.

Обычно среднюю многолетнюю дату ($\bar{x}$) вычисляют как среднеарифметическую величину по формуле $\bar{x} = \sum x_i / n$. Однако суммировать можно только приведенные в единое исчисление даты. Так, в нашем примере: $1496/16 = 93,5 = 1,5.VI$. Способ же моментов позволяет рассчитать среднюю дату, не прибегая к переводу дат в единый ряд. Любое целое число принимают за условное среднее A . В нашем примере $A = 31.V$, так как от этой даты легко отсчитать и майские и июньские отклонения. Для каждого года вычисляют отклонение a_i от условной средней по формуле

$$a_i = x_i - A. \quad (1)$$

Алгебраическая сумма этих отклонений

$$\sum a_i = \sum (x_i - A) = +24. \quad (2)$$

Если даты переведены в непрерывный ряд, то по формуле (2а) можно сделать проверку вычислений. В нашем примере

$$\begin{aligned} \sum a_i &= \sum x_i - nA: \\ +24 &= 1496 - 16 \cdot 92 = +24. \end{aligned} \quad (2a)$$

Поделив сумму условных отклонений на число дат, получают среднее условное отклонение, или момент первой степени, V_1 :

$$V_1 = \frac{\sum a_i}{n} = \frac{+24}{16} = 1,500. \quad (3)$$

Он показывает, на какую величину принятая нами условная средняя A отличается от действительной средней $\bar{x}$. Последняя вычисляется по формуле

$$\bar{x} = A + V_1. \quad (4)$$

Подставив данные табл. 9, найдем среднюю дату зацветания черемухи: $\bar{x} = 92 + 1,500 = 93,5 = 1,5.VI$.

2.3. ВЫЧИСЛЕНИЕ КВАДРАТИЧЕСКОГО ОТКЛОНЕНИЯ. Предварительно следует вычислить момент второй степени (средний квадрат всех отклонений) по формуле

$$V_2 = \frac{\sum (a_i^2)}{n} = \bar{a}^2. \quad (5)$$

Условные отклонения a_i (столбец 5) возводят в квадрат и суммируют (столбец 6). В нашем примере момент второй степени

$$V_2 = \frac{522}{16} = 32,62.$$

Квадратическое отклонение σ вычисляют по формуле

$$\sigma = \pm \sqrt{V_2 - (V_1)^2}. \quad (6)$$

В нашем примере

$$\begin{aligned} \sigma &= \pm \sqrt{32,62 - 1,5^2} = \pm \sqrt{32,62 - 2,25} = \\ &= \pm \sqrt{30,37} = \pm 5,51 \text{ дня.} \end{aligned}$$

Квадратическое отклонение показывает средний размах погодичных колебаний фенодат и служит характеристикой их изменчивости. Оно является мерой, отделяющей часто встречающиеся отклонения от редко встречающихся.

2.4. ВЫЧИСЛЕНИЕ СРЕДНЕЙ СТАНДАРТНОЙ ОШИБКИ ($m_{\bar{x}}$). Зная квадратическое отклонение, можно вычислить ошибку среднего арифметического

$$m_{\bar{x}} = \frac{\sigma}{\pm \sqrt{n}}. \quad (7)$$

Формула показывает, что ошибка возрастает при значительной изменчивости явления и уменьшается при возрастании числа лет наблюдений. В нашем примере

$$m_{\bar{x}} = \frac{5,51}{\pm \sqrt{16}} = \pm 1,38 \text{ дня.}$$

Иными словами, средняя дата 1,5.VI найдена с точностью $\pm 1,4$ дня, т. е. находится в пределах 31.V—3.VI. В вариационной статистике принимается, что действительная средняя величина находится в интервале $3m_{\bar{x}}$, т. е. может отстоять от средней арифметической на утроенную ошибку. В нашем

примере $3 \cdot 1,4 = 4,2$, следовательно, границы средней даты $93,5 \pm 4,2$, т. е. между 89,3 и 97,7, или с 28.V до 6.VI.

По квадратическому отклонению в вариационной статистике устанавливают объективные границы оценочных зон — нормы, субнормальных и аномальных. Амплитуда изменчивости сезонных явлений в 95,5% случаев составляет $\pm 2\sigma$, и возможные крайние значения фенологического ряда определяются как $\bar{x} \pm 2\sigma$. Так, в нашем примере они определяются как $93,5 \pm 2 \cdot 5,5$, т. е. $1,5.VI \pm 11$ дней, таким образом, ожидаемый самый ранний срок $82,5 = 21,5.V$, самый поздний — $105 = 13.VI$. Отклонения от средней величины более чем на $\pm 2\sigma$ оценивают уже как аномальные, на их долю приходится всего 0,5% вариант.

В оценке границ нормы нет полного единства. За них принимают и отклонение от средней величины в пределах $\pm \sigma$ (что включает 68% всех вариант). Однако при этих широких границах нормы в нее окажутся включенными и величины, выходящие за пределы утроенной ошибки. По другой оценке — отклонение в $\pm 2/3\sigma$, что более оправдано, так как включает 50% вариант, что соответствует медиане. Нам же кажется наиболее верным для фенологических рядов за норму принимать отклонения в границах $\pm 0,5\sigma$ (38% вариант), так как они по своим значениям очень близки к доверительному интервалу средних величин ($\bar{x} \pm 3m_{\bar{x}}$), [27].

Между $\pm 0,5\sigma$ и $\pm 1,5\sigma$ мы выделяем зону субнормальных величин: умеренно ранних (поздних), умеренно коротких (длинных) и т. д.

Таким образом, с помощью квадратического отклонения каждая из вариант ряда может и должна быть объективно охарактеризована «с точки зрения ее типичности — степени отклонения от средней величины» [66].

Укажем оценочные зоны дат зацветания черемухи, вычисленные по средней дате и квадратическому отклонению (табл. 10).

Таблица 10
Оценочные зоны дат зацветания черемухи

Средняя дата $\bar{x}$	Изменчивость σ	Сроки зацветания				
		очень ранние $\bar{x} - 2\sigma$	ранние $\bar{x} - 1,5\sigma$	средние $\bar{x} \pm 0,5\sigma$	поздние $\bar{x} + 1,5\sigma$	очень поздние $\bar{x} + 2\sigma$
1,5.VI	5,5	21—23.V	24—29.V	30.V—4.VI	5—10.VI	11—13.VI

Пользуясь данными таблицы, можно для каждого года оценить сроки зацветания черемухи как ранние, средние, поздние (см. табл. 9, столбец 4).

По такому же принципу устанавливают объективные оценки и других величин — продолжительности периодов (быстротечный, короткий, норма, длинный, затяжной), а также их термический режим: холодный, норма, теплый; режим влажности: сухой, норма, влажный и т. д.

Для ряда метеорологических элементов: дат перехода температур через определенные пределы, дат образования, разрушения и полного схода снежного покрова, количества осадков, накопления определенной суммы температур и т. д. — в климатических справочниках указаны их вероятности и обеспеченности. По таким данным можно установить квадратические отклонения, так как разница величин между обеспеченностью 75% и 25% составляет $0,67\sigma$. Необходимо использовать и литературные данные. Г. Э. Шульц указывает: «Установлено, что изменчивость погодичных фенодат сохраняется относительно постоянной в крупных географических областях. Вот почему, если на территории области имеется хотя бы один многолетний фенологический пункт, то установленные для него показатели изменчивости могут быть применены и для других пунктов области» [145, с. 82]. Известное представление о степени изменчивости сезонного явления могут дать помещаемые в календарях природы его крайние даты, поскольку известно, что разница между ними составляет около 4σ . Однако напомним, что Г. Н. Зайцев справедливо предостерегает против использования полусуммы этих крайних дат в качестве средней, так как такая «средняя» будет основана на самых ненадежных из имеющихся чисел [49].

Изложенная здесь первичная математическая обработка многолетних фенологических материалов должна стать обязательной в заповедниках. Здесь мы не затрагиваем вопросы использования математических характеристик при анализе фенологических данных, в частности для оценки прогнозных свойств явлений-индикаторов, отсылая к соответствующей литературе.

Литература: [8, 21, 22, 24, 25, 27, 47, 49, 57, 64, 68, 78, 111, 115, 139, 142, 149]; по биометрии и вариационной статистике — также: [66, 113 и др.].

3. ФЕНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТОТЕКА

Для дальнейшей обработки ежегодных фенологических данных следует создать специальную картотеку. Удобнее вести ее по пятилетиям. Для каждого объекта наблюдения заводят отдельную карточку (табл. 11; некоторые фенофазы, имеющиеся в подлиннике карточки, здесь опущены). В нее заносят проверенные, исправленные указанным выше способом данные ежегодных циклических наблюдений, которые затем суммируют и по ним высчитывают средние за пятилетие величины. (Укажем, что принято при округлении величин десятичные доли менее 5 отбрасывать, более 5 — присоединять к предыдущему числу). Такая форма карточек применяется для всех абиотических компонентов ландшафта, а также для растений. Они повторяют программу соответствующих циклических таблиц (см. табл. 1—5), включая весь постоянный годичный цикл фенофаз.

Для зоологических объектов наблюдений таким же образом могут быть обработаны только фенологические фазы с достаточным количеством данных. Однако, учитывая, что наблюдения по другим фенофазам могут пополняться в последующие годы, в конце карточки целесообразно оставить обширную свободную графу, в которую заносятся единичные даты фенофаз, которые удалось отметить в данном году.

Следует помнить, что в циклических таблицах приводится весь годичный цикл сезонных явлений. Для характерных зимних явлений (например, снежного покрова, морозов, ледового покрова, периода покоя у некоторых животных) он охватывает два смежных года: конец осени — начало зимы одного и конец зимы — весну следующего календарного года. Поэтому нужно быть особо внимательным, чтобы при переносе данных в фенологические карточки не перепутать смежные годы.

Таблица 11

Форма фенологической карточки
Объект наблюдения. Береза повислая *Betula pendula* Roth.
Место наблюдения. Площадка № 3, фитоценоз синник крупнотравный у метеостанции
(отсчет дат от 1.III)

Годы	Фенологические фазы и подфазы														
	Сокодвижение S_c		Зеленение			Цветение		Осенняя окраска			Листопад				
			открытие почек $v_{(2)}$	распускание листвы v_2	полное цветение	массовое f_3	начало d_{0-1}	полная d_3	конец m						
1976	25.IV	—1	21.V	—1	24.V	—2	10.VI	23.V	—1	23.VIII	+3	23.IX	+4	29.IX	—4
	56		82		85		102	84		176		207		213	
1977	26.IV	—1	25.V	+3	30.V	+4	3.VI	27.V	+3	16.VIII	—4	13.IX	—6	24.IX	—9
	57		86		91		95	88		169		197		208	
1978	23.IV	—4	10.V	—12	27.V	+1	2.VI	29.V	+5	22.VIII	+2	19.IX	0	25.IX	—8
	54		71		88		94	90		175		203		209	
1979	29.IV	+2	22.V	0	25.V	—1	6.VI	22.V	—2	15.VIII	—5	9.IX	—10	1.X	—2
	60		83		86		98	83		168		193		215	
1980	29.IV	+2	23.V	+1	28.V	+2	11.VI	26.V	+2	21.VIII	+2	21.IX	+2	1.X	—1
	60		84		89		103	87		174		205		215	
Сумма дат	287		406		439		492	432		862		1006		1060	
Среднее за 5 лет	57=26.IV		82= =21.V		88=27.V		98= =6.VI	87=26.V		172=19.IVII		201=17.IX		212= =28.IX	
Ф/а		—1		—1		+1			+2		—1		—2		—5
Среднее многолетнее (1946—1980)	27.IV		22.V		26.V		4.VI	24.V		20.VIII		19.IX		3.X	
	58		83		87		96	85		173		203		217	

ЧАСТЬ ВТОРАЯ КАЛЕНДАРЬ ПРИРОДЫ

А. ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ ФЕНОКЛИМАТИЧЕСКОЙ ПЕРИОДИЗАЦИИ ГОДА

Основная черта климата умеренных широт — ярко выраженная сезонность. Она характерна для всех зон и поясов при разнице в продолжительности теплого и холодного времени года и сроках их начала.

Биоклимат находит свое выражение в сезонном развитии природы, это основная форма его проявления, поэтому в понимании некоторых авторов термины биоклиматология и фенология, в сущности, равнозначны. Н. П. Смирнов [104, 105, 107] и Н. С. Щербиновский [151] отождествляют биоклиматологию с годичным кругом развития живой природы. В. А. Батманов понимает ее как географическую науку о закономерности распространения типов биоклимата во времени и в пространстве [5]. Однако тут возникает терминологическая неточность. Современная фенология не ограничивается изучением сезонного развития только живой природы, она охватывает сезонное развитие всех компонентов географической среды, сезонную ритмику ландшафтов в целом.

Поэтому термин «биоклимат» в понятии современных фенологов следовало бы заменить более точным термином «феноклимат», т. е. климат, выраженный в сезонной ритмике природы. Соответственно и наука, изучающая географические закономерности распространения типов феноклиматов в пространстве, должна именоваться феноклиматологией.

Фенологическая периодизация года наиболее ярко выражается в сезонной динамике ландшафта, в последовательной смене его облика.

В советской литературе основоположниками географической (ландшафтной) фенологии и фенологической периодизации года были Д. Н. Кайгородов [51], Л. С. Берг [17], С. В. Калесник [55]. Их идеи плодотворно развил Г. Э. Шульц [136, 137], много сделал Н. Н. Галахов [35], последнее время в этом направлении работает В. А. Фриш [118, 119, 121].

По Г. Э. Шульцу, естественные сезоны — это качественно различные этапы годичного цикла ландшафта с однородными взаимосвязями между его компонентами и однотипной на-

правленностью сезонных процессов. Внешне они проявляются через специфические сезонные аспекты. Естественные сезоны могут быть разного ранга.

Наиболее крупные, общепринятые во внетропических зонах сезоны: весна, лето, осень, зима. Они различаются по энергетической характеристике потенциала земной поверхности: весна — сезон его нарастания, лето — годичного максимума, осень — снижения и зима — годичного минимума [143].

Каждый сезон подразделяется на несколько подсезонов (субсезонов) или, по Н. Н. Галахову, фаз сезонов [35]. Это качественно отличные отрезки годичного сезонного цикла, но более низкого ранга; каждому из них свойственны свои черты как в динамике природных процессов, так и в смене аспектов [143].

Сезонная периодизация года, принятая в ландшафтоведении, близка к изложенной. По В. А. Фришу, в умеренном поясе существуют два основных резко отличающихся состояния ландшафта — зимний и летний, соответствующие двум основным временам (сезонам) года. Весна и осень характеризуются как время разрушения одного и становления другого состояния [118, 119]. Этапы сезонного развития он классифицирует как этапы становления, полного выражения и разрушения летнего и зимнего состояний ландшафта и каждый из сезонов подразделяет на этапы — начальный, основной и заключительный. Однако даже начальный этап разрушения зимнего состояния ландшафта тем самым становится этапом становления летнего состояния. Вряд ли здесь возможно разграничение. Очевидно, речь может идти о сравнительном преобладании весенних, летних, осенних и зимних процессов на границах сезонов. В этом смысле мы и принимаем периодизацию В. А. Фриша.

Полностью разделяя изложенные выше принципы фенологической периодизации года, мы, однако, не можем согласиться с ее терминологией. Термин «сезон» издавна используется для обозначения наиболее крупных таксонов фенологической периодизации времен года, поэтому не следовало бы применять его также в качестве общего понятия для таксонов всех рангов фенологической периодизации. Однако замены этому термину пока нет. От термина «фенологическая фаза» в качестве таксона следует отказаться, поскольку он применяется для характеристики фенологического состояния растений и животных. Термины «ступень» [143], «этап» [24] пред-

почтительнее, так как они означают определенный отрезок какого-то процесса. Период — понятие слишком неопределенное. Мы будем употреблять этот термин для характеристики отрезка времени по какому-либо одному признаку (безморозный период, период устойчивого снежного покрова, вегетационный период и т. д.), не придавая ему таксономического значения.

В пределах сезонов года выделяют этапы их качественных изменений. Каждый из них характеризуется специфическими процессами, определенным обликом ландшафта (аспектом) и определенными термическими границами.

Конечно, облики ландшафтов леса и степи различны во всякое время года, но, например, в любой природной зоне для известного этапа весны характерны процессы начала вегетации (голый, бурый фон ландшафта), для последующего этапа — распускание молодой листвы (ярко-зеленый фон) и т. д. И в этом смысле последовательные ступени сезонных изменений природы — фенологические этапы — остаются общими для всех природных зон, от тундровых редколесий до сухих степей, характеризуются одними и теми же сезонными процессами при всем многообразии их конкретного проявления. (По арктической зоне у нас данных нет).

Сезонные изменения природы обусловлены годовым ходом климатических условий, воздействующим на различные компоненты географической среды. В умеренной зоне ведущую роль играет смена радиационного и зависящего от него термического режима. Температура воздуха не может рассматриваться как один из равнозначных климатических факторов. Ее следует расценивать как важнейший элемент климата, хорошо отражающий воздействие всех компонентов климатообразования: солнечной радиации, атмосферной циркуляции и подстилающей поверхности, и вследствие этого характеризующийся ярко выраженной сезонной изменчивостью [35].

В едином непрерывном процессе годового хода температур их постепенное количественное изменение на определенных этапах неизбежно приводит к качественным изменениям, скачкам. Эти переломы — объективные границы фенологических этапов. При общей взаимосвязанности сезонных явлений изменения в годовом ходе температур затрагивают так или иначе все стороны сезонного развития природы, поэтому каждый фенологический этап характеризуется рядом явлений, настолько тесно связанных между собой причинно или во вре-

мени, что существование одного из них позволяет говорить о наличии всего ряда.

С. Рябинин дал этому комплексу взаимосвязанных фенологических явлений удивительно удачное название «аккорд» [152]. Оно подчеркивает, что сезонные явления не только одновременны, но, как ноты в аккорде, образуют единое целое — определенный этап сезонного развития природы. С. Рябинин называет его биологическим, однако правильнее говорить о фенологическом аккорде.

Взаимосвязь сезонных явлений (причинная или только временная) дает возможность по наглядным, легко замечаемым признакам (например, некоторым погодным явлениям, фазам развития растений) судить о других, большей частью скрытых от непосредственного наблюдения (например, этапах сезонной жизни животных).

Одна из задач фенологии — подбор в конкретной природной зоне местных феноиндикаторов для одного и того же этапа сезонного развития природы. Их предпочтительнее брать из круга явлений, связанных с основными процессами данного фенологического этапа. Но иногда лучшим индикатором может служить особо наглядное явление из того же фенологического аккорда (например, зацветание черемухи).

При установлении термических границ фенологических этапов и сезонов года следует учитывать предельные (крайние, экстремальные) температуры суток, так как именно они характеризуют реальные величины солнечной радиации и ночного излучения, т. е. конкретные температурные условия, в которых протекает жизнедеятельность организмов [35, 63].

В умеренном поясе речь может идти только о недостатке, а не избытке тепла. В теплое время года решающее значение в этом отношении имеет степень ночного охлаждения, т. е. минимальные температуры. Но на границе с холодным временем (в конце и начале зимы) даже наибольший дневной прогрев может оказаться недостаточным, и поэтому границы сезона будут определяться уже максимальными температурами суток.

Задача феноклиматической периодизации года — выявить объективно существующие качественные этапы в едином процессе сезонного развития природы. При общей направленности процессов каждого сезона в целом, по степени их выраженности выделяют феноклиматические этапы. На начальных этапах еще сильно влияние предшествующего сезона, на основных — наиболее полно выражены процессы данного се-

зона, на заключительных этапах улавливаются тенденции наступающего сезона.

В принципе феноклиматическая периодизация года возможна исходя из сезонных процессов любого компонента ландшафта — метеорологического, гидрологического, почвенного, фито- и зоофенологического и т. д. Однако наиболее ярко выражается феноклимат в сезонных изменениях растительности, обуславливающих изменение облика ландшафта, а сезонные явления в растительном мире — наиболее наглядные индикаторы этой смены.

Природа умеренных широт неизбежно проходит последовательно одни и те же сезонные процессы, т. е. этапы сезонного развития. В этом смысле феноклиматическая периодизация года едина для всех природных зон и провинций. Своеобразие их природной ритмики выражается не в иной периодизации, а в иных календарных сроках начала и в различной продолжительности этапов, что находится в прямой зависимости от географических параметров (широты, долготы, высоты над уровнем моря). И если в качестве критериев выделения фенологических этапов брать именно эти характеризующие их процессы, то можно достигнуть единства феноклиматической периодизации года для всех зон умеренного пояса, как это указано Г. Э. Шульцем [143, 144]. Характер фенологических аккордов каждого этапа остается в основном одинаковым во всех природных зонах (хотя они и разнятся по календарным срокам).

Однако индикаторы одного и того же этапа сезонного развития могут быть различными в разных природных зонах. Г. Э. Шульц различает, наряду с панареальными индикаторами, субареальные, зональные и региональные [143]. Разные фенологические явления, которые знаменуют один и тот же этап сезонного развития, являются фенологически вариантными (замещающими), аналогично употреблению этого термина в фито- и зоогеографии.

Особо следует остановиться на температурных границах фенологических этапов. Ведущим фактором сезонной ритмики природы повсеместно выступает радиационный и зависящий от него термический режим. Переломы в годовом ходе температур вызывают переломы во всех сезонных процессах, приводят к смене сезонов и субсезонов года. Однако термический режим неодинаков в разных природных зонах. Одни и те же сезонные процессы проходят в них при разных температурных уровнях, имеют разные температурные критерии. При

климатической периодизации года широко пользуются разработанными практикой условными (кратными 5) температурными рубежами, которые в пределах умеренного пояса показали достаточную корреляцию с сезонными явлениями природы.

Используя температурные рубежи даже в пределах одной природной зоны, следует помнить, что климатическая и фенологическая периодизации года очень близки, но не тождественны. Между фенологическими и термическими явлениями существует коррелятивная связь. Весной она велика, так как термический фактор находится в минимуме и тем самым в значительной мере определяет ход сезонных процессов. Позднее она ослабевает, летом достигает минимума с тем, чтобы снова возрасти к осени. Наиболее тесны коррелятивные связи температур с фитофенологическими явлениями.

Но даже при самой высокой корреляции следует помнить, что погодичная изменчивость температур значительнее, чем изменчивость биологических явлений. Поэтому температурные рубежи сезонных явлений имеют значения лишь в среднем многолетнем выводе. В отдельные же годы термическое начало этапов сезонного развития природы может по срокам значительно расходиться с фенологическим.

Следует также учесть, что при неустойчивых погодных условиях, например весной, волны холода могут сместить температуры к пройденным уже ранее рубежам, а начавшийся фенологический процесс, например разворачивание листьев, может быть замедлен или приостановлен, но уже необратим. Это делает фитофенологические явления более надежными индикаторами сезонных рубежей, чем температурные.

И наконец, еще одно, крайне существенное обстоятельство. Пользование температурными критериями сужает возможности феноклиматической периодизации года, так как в этом случае она обусловлена наличием в изучаемых пунктах метеостанций и постов, сеть которых ограничена. Применение же фенологических индикаторов, наоборот, значительно расширяет эти возможности, так как позволяет феноклиматически охарактеризовать геохоры любой размерности, на любом уровне — экологическом, топографическом, зональном (поясном).

Так, применяя систему фенологических индикаторов, нам удалось, обработав наблюдения корреспондентов добровольной феносети, дать феноклиматическую характеристику Кра-

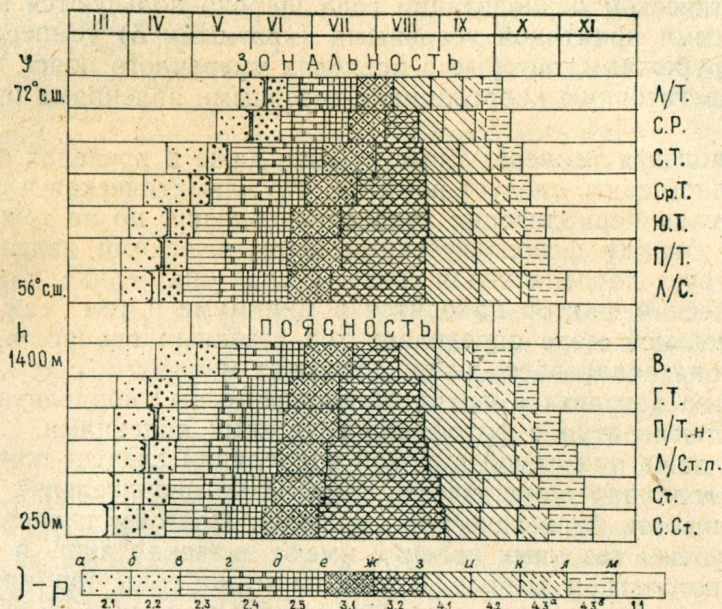


Рис. 11. Феноклимат Красноярского края. Природные зоны: Л/Т. — лесотундра, С. Р. — северное редколесье, С. Т. — северная тайга, Ср. Т. — средняя тайга, Ю. Т. — южная тайга, П/Т. — подтайга, Л/С. — лесостепь. Пояса: В. — высокогорье, Г. Т. — среднегорная тайга, П/Т. н — низкогорная подтайга, Л/Ст. п. — предгорная лесостепь, Ст. — котловинная степь, С. Ст. — сухая степь. Феноклиматические этапы: 2.1 — первовесенье, 2.2 — пестрая весна, 2.3 — начало вегетации, 2.4 — зеленая весна, 2.5 — предлетье, 3.1 — начальное лето, 3.2 — полное лето, 4.1 — начальная осень, 4.2 — глубокая осень, 4.3^а — послеосенье, 4.3^б — собственно предзимье, 1.1 — начало зимы. Феноиндикаторы начала этапов: а — начало постоянных оттепелей, б — переход суточных температур воздуха выше 0°С, в — сокодвижение у березы, г — разverzание почек березы, д — зацветание черемухи, е — зацветание шиповника, ж — созревание красной смородины, з — начало пожелтения березы, и — полная осенняя окраска березы, к — конец листопада березы, л — временный снежный покров, м — залегание снега на зиму; р — разрушение устойчивого снежного покрова

сноярского края, от северных редколесий до сухих степей (рис. 11) [24].

Температурные критерии наступления этапов сезонного развития природы применялись до сих пор в заповеднике «Столбы» и многих других. Но все сказанное выше заставляет предпочесть им критерии фенологические как более на-

дежные и имеющие несравненно более широкие возможности применения.

В приведенном ниже материале сопоставляются фенологические и температурные границы. Говоря о термических границах феноклиматических этапов, необходимо уточнить понятие перехода температур через какие-либо определенные уровни. Соответствующая дата может высчитываться раз-
лично. В агрометеорологической инструкции за дату устойчи-
вого перехода температур через заданный предел формаль-
но принимают первый день, после которого в период подъема
температур сумма положительных отклонений от этого уров-
ня превышает сумму отрицательных, а в период падения —
наоборот. В климатических работах эту дату находят путем
интерполяции между средними данными смежных декад (пен-
тад). Даты, вычисленные по обоим методам, не могут дать
представления о действительном ходе температур и тем са-
мым о корреляции его с развитием сезонных явлений приро-
ды. Реальную картину сезонных изменений температур и дру-
гих гидрометеорологических элементов можно получить толь-
ко путем анализа их посуточного хода. еще сущего

Нагляднее всего проводить его в графической форме. Именно так обрабатываются многолетние метеорологические и фенологические данные в заповеднике «Столбы». Для каж-
дого года (начиная с 1946) строят посуточный график хода
экстремальных температур, на который наносят и другие ги-
дрометеорологические показатели и сопутствующие им харак-
терные фенологические явления (см. рис. 16, 17, 19). На та-
ких графиках четко выступают температурные рубежи — из-
менения в характере хода температур. Необходимо уточнить,
что переход температур через какой-нибудь предел не абсо-
лютен, а означает лишь значительно возросшую вероятность
их нового уровня.

На еще посуточном графике хода элементов климата резкие
подъемы и несглаженные спады отражают синоптико-клима-
тическую обстановку и являются естественными границами
«столь же естественных этапов развития климатического ре-
жима, выраженных отрезками замедленного роста» [78, с. 7].

По мере накопления данных обычным путем подсчитыва-
ются средние многолетние величины. Однако они принципи-
ально отличны от помещаемых в справочниках, так как под-
считаны как среднее из совершенно реальных данных их еще
суточного хода за каждый год. Метод посуточных несгла-
женных графиков при обработке фенологических дат впер-

вые был применен В. И. Хитрово в 1925 г. Но работа его, очень важная в методическом отношении, была опубликована в сборнике «Природа Орловской области» (раздел «Климат») и практически осталась недоступной. Описание ее с приведением образца графика стало известно только после публикации Н. Н. Галахова [35, с. 20—22] и позднее И. М. Осокина [79].

Комплексно-генетический метод изучения структуры года Н. Н. Галахова [35] предусматривает синхронный анализ хода комплекса элементов климата, климатообразующих факторов и фенологических явлений.

Взяв в основу этот метод, климатологи Томского университета развили и усовершенствовали его, используя для анализа не усредненные данные, а комплексные графики ^{суточного} хода элементов климата [91—95, 75—78]. Средние многолетние суточные характеристики климатических элементов они получают за каждый календарный день исследуемого периода (за все годы) и за период в целом.

Б. ФЕНОКЛИМАТИЧЕСКИЕ СЕЗОНЫ ГОДА

В исследованиях Н. Н. Галахова [35] и томских климатологов [95, 78] этапы естественных сезонов года получили полную синоптико-климатическую характеристику, подтвердившую их объективную реальность. Отсылая к этим работам, мы здесь дадим только краткую характеристику фенологического аккорда каждого этапа (свойственных ему процессов и явлений) и укажем феноиндикаторы его наступления.

1. ЗИМА

Холодно-снежное время года. Сезон энергетического минимума, отрицательного радиационного баланса, наиболее низких температур, сниженной жизнедеятельности организмов или их полного покоя (вынужденного или органического). Морозное время (оттепели как исключение). Устойчивый снежный покров полностью определяет ландшафт. По характеру зимних процессов подразделяется на три фенологических этапа.

1.1. НАЧАЛЬНАЯ ЗИМА (ПЕРВОЗИМЬЕ). Становление зимнего ландшафта. Сокращение светового дня. Морозы незначительны, возможны оттепели. Образуется устойчивый снежный покров, но даже в многоснежных районах он еще невысок, а в малоснежных может сдуваться ветром. Еще не замерзли реки. Для животных начальный этап зимы не ограничен от предзимья, и могут наблюдаться некоторые явления, невозможные на следующих этапах зимы, например временное пробуждение впадающих в спячку зверей.

Фенологическое начало — повсеместно в умеренном поясе образование устойчивого снежного покрова.

Температурное начало — устанавливается климатологами по нескольким рубежам: переходу максимальных температур ниже 0°C , переходу суточных температур ниже -5°C , началу устойчивых морозов. Предпочтение следует отдать первому из них, так как конец сплошных дневных оттепелей существенно меняет термический режим ландшафтов. Кроме того, это наиболее удобный критерий, потому что дни без оттепели повсеместно могут быть отмечены визуально.

Переход суточных температур ниже -5°C несколько условен (как и все рубежи, кратные 5°C), но широко распространен. Однако он может быть использован только при наличии метеостанций или постов.

Устойчивые морозы наступают через несколько дней после перехода температур ниже -5°C , вычисление их дат довольно сложно, и в климатических справочниках отсутствуют необходимые для этого данные, хотя бы в среднем многолетнем выводе. В лесотундре и лесах Красноярского края снежный покров залегает раньше начала устойчивых морозов и перехода температур ниже -5°C , в лесостепи и особенно степи — значительно позднее.

Н. Н. Галахов в особую фазу «неустойчивой зимы» выделяет начало этого сезона. В местностях с мягким климатом этот этап обычен всегда, а в теплые годы проявляется и в более суровых климатических условиях (например, на Столбах в 1978 г.).

Синонимы. В понимании первого этапа зимы нет существенных расхождений как между фенологами, так и климатологами. В названиях подчеркиваются или климатические особенности — мягкая зима [34, 63, 27], умеренная морозная зима [95 и другие томские климатологи], или место этапа в сезонной периодизации — первый период зимы [7], ранняя зима [140], первозимье [145], начальная зима [24].

1.2. ГЛУБОКАЯ ЗИМА. Основной этап зимы, наиболее полное выражение зимнего состояния природы. Самый морозный период, годовой минимум температур. Устойчивый и сплошной снежный покров возрастающей высоты, всюду, кроме степей, высота его более 30 см (многоснежный период). Глубокая спячка впадающих в сон млекопитающих. Пушные звери и копытные в зимнем меху. У ряда видов (волк, лисица, заяц и др.) брачный период (гон).

Синонимы — холодная зима [34, 63], умеренно холодная [35], [146], морозная [74], среднезимье [145], умеренно морозная [95 и другие томские климатологи], второй и третий периоды зимы, граница между которыми проводится по зимнему солнцестоянию [7]. А. П. Васьковский, считая необходимым выделить этого основного этапа зимы, предлагает для него «условное название *тугэни*, обозначающее в эвенкийских районах СССР отрезок времени, охватывающий период времени со среднесуточными температурами ниже -15°C » [30, с. 52].

Фенологическое и температурное начала — интенсивное охлаждение воздуха, промерзание почвы. Их и должен отражать критерий начала глубокой зимы. Однако уровни охлаждения очень отличаются в разных зонах и поясах, поэтому различны и применяемые критерии.

Н. В. Рутковская [94, 95] выделяет начало этого этапа (под названием умеренно морозной зимы) по переходу среднесуточных температур ниже их многолетнего уровня в самый холодный месяц года. Это представляется целесообразным, так как в пределах умеренного пояса в любых климатических условиях при различных уровнях зимних температур обеспечивает единство подхода к выделению основного этапа зимы, ее «ядра». Однако реальный смысл эта граница имеет, если переход температур через определенные уровни определяется по их ежесуточному, т. е. реальному, ходу, который четко выявляется на графиках. Среднемесячные, декадные и даже пентадные данные для выделения «ядра зимы» непригодны, так как оно неизбежно окажется во всех регионах в пределах одного самого холодного месяца, потому что наиболее низкие температуры всегда занимают лишь очень незначительную часть сглаженных кривых, построенных по усредненным данным.

В горной тайге заповедника «Столбы» за начало глубокой зимы мы принимали ледостав — замерзание водоемов. Это

чисто фенологическое явление, также связанное с основным процессом этого этапа.

Сравнение между двумя этими критериями еще не проводилось.

1.3. ПРЕДВЕСЕНЬЕ. Заключительный этап зимы. Резкое возрастание радиационного баланса. Увеличиваясь, радиация, обусловленная значительной высотой солнца и заметным возрастанием длины дня, в это время еще не в состоянии привести к весеннему термическому перелому, однако вызывает ряд предвесенних явлений — радиационные оттепели в ясные морозные дни (притай) на поверхностях, перпендикулярных солнечным лучам, капель; изредка возможны оттепели. Весеннее оживление в группе зимующих птиц. Тетерева, рябчики, глухари готовятся к токованию, продолжается гон у лесных зверей, зимующих в активном состоянии. Растительность продолжает пребывать в покое.

Синонимы в названии этого феноэтапа нам неизвестны. «Предвесенний период» в понимании А. И. Руденко включает в себя и весь предвегетационный период весны [90].

Фенологическое и температурное начала определяют по основному процессу предвесенья — началу радиационных оттепелей, т. е. по появлению притаев в полуденные часы в ясные морозные дни на поверхностях, перпендикулярных солнечным лучам, или по появлению корочки на поверхности снега. Характерный процесс этого этапа — весеннее оживление птиц — использовать в качестве индикатора трудно.

2. ВЕСНА

Сезон нарастания энергетического потенциала земной поверхности, значительная часть которого тратится на ликвидацию снежного и ледового покрова и на отогревание почвы. Восстановление активности растений и животных. По характеру весенних процессов подразделяется на два периода — предвегетационный (разрушение зимнего ландшафта) и весенней вегетации (становление летнего ландшафта).

ПРЕДВЕГЕТАЦИОННЫЕ ЭТАПЫ (рис. 12)

2.1. ПЕРВОВЕСЕНЬЕ — первый этап теплого времени, начало весенних процессов. Резкое увеличение высоты солнца

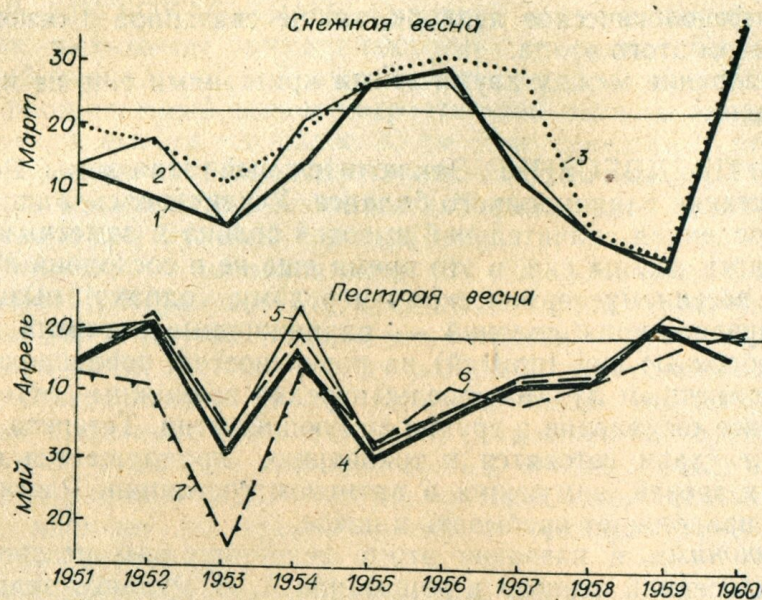


Рис. 12. Феноклиматические аккорды предвегетационного периода. *Снежная весна*: 1 — переход максимальных температур выше 0°C , 2 — первые проталины, 3 — вылет глухарей на токовища. *Пестрая весна*: 4 — переход максимальных температур выше 5°C , 5 — пробуждение муравьев, 6 — появление бабочек-крапивниц, 7 — начало токов глухарей

и возрастание длины дня. Конец устойчивых морозов. Ночи морозны, но начинаются постоянные дневные оттепели. Основной процесс — снеготаяние. Начало прилета птиц, в первой волне которых — грачи, галки обыкновенная и даурская (если последние не зимуют в данной местности), на севере — пуночек. В конце этапа вторая волна прилета — скворцы, в степи — жаворонки. Появляются снежные блохи и гренландские мухи. У растений продолжается период покоя.

Синонимы — снеготаяние [35, 145, 146]; первый период весны [7]; снежная весна [27, 54, 64, 74, 116, 117]; первовесенье [24]; весна света [83, 29]; предвесенний период в его заключительной части [90]. Под названием «ранняя весна» многими авторами объединяется со следующим этапом.

Фенологическое и температурное начала весны сливаются между собой, так как температурный фактор, находясь в минимуме, определяет весь ход сезонных явлений этого этапа. В местностях с отчетливо выраженными зимами за начало весны логично принять конец тех процессов, которые опреде-

ляли наступление зимы (см. выше) — начало постоянных дневных оттепелей (переход максимальных температур выше 0°C , суточных — выше -5°C) [34, 35, 4, 67, 63, 27, 64, 24, 117, 116, 145]. Это — важнейшая качественная грань, меняющая весь ход сезонных процессов, хотя на этом этапе еще не достигнут тот минимум температур, который необходим для активной жизнедеятельности растений и холоднокровных животных.

Процессы же снеготаяния, несмотря на их исключительную важность, не могут быть приняты за критерий начала весны и последующих ее этапов, так как принадлежат к группе локальных феноиндикаторов. В малоснежных степных регионах снеготаяние не только начинается, но и заканчивается в конце зимы, еще при устойчивых морозах. В многоснежных же регионах Сибири весь первый этап весны характеризуется возрастанием высоты снежного покрова (что и дало нам основание называть этот этап снежной весной), и снеготаяние может заканчиваться только в начале вегетационного периода.

В метеорологии за начало снеготаяния принимается постоянное уменьшение высоты снежного покрова, визуально трудно уловимое. Появление первых проталин — явление узко локальное, и поэтому считать его за начало снеготаяния не следует, чтобы не вступать в противоречие с метеорологическими данными и обеспечить сравнимость материала. В силу скачки данными и обеспечить сравнимость материала. В силу скачки данными и обеспечить сравнимость материала. В силу скачки данными и обеспечить сравнимость материала.

Начало прилета (пролета) птиц — характерное явление начального этапа весны. Первоприлетные виды меняются по регионам, образуя систему фенологически викарных местных феноуказателей. Эти частные критерии дополняют всеобщий основной индикатор наступления весны — постоянные оттепели.

2.2. ПЕСТРАЯ ВЕСНА — заключительный этап предвегетационного периода. Завершение зимнего состояния ландшафта. Ночные температуры еще могут мало отличаться от зимних (безморозные ночи только как редкое исключение), но дневные оттепели постоянны и значительны. Усиленный дневной прогрев и определяет сезонные процессы этого времени — интенсивное разрушение снежного покрова, почти повсеместно заканчивается снеготаяние, т. е. снег сходит более

чем с 1/2 поверхности, что вызывает образование характерного «пестрого» («зебрового») ландшафта. Интенсивное таяние снега приводит к обилию талых вод, появлению весенних ручьев, вскрытию водоемов. Эти важнейшие процессы дали повод М. Пришвину образно назвать данную пору «весной воды». С теплыми днями пробуждаются насекомые — появляются первые бабочки, оживают муравейники. Начинаются токи глухарей, тетеревов, рябчиков. Иногда может начаться прилет и пролет птиц, но характерным это становится только на следующем этапе. Пробуждаются впадавшие в зимнюю спячку звери — медведь, барсук, бурундук, в степях —

Синонимика этого переходного этапа сложна, поскольку некоторые авторы рассматривают его как часть предвегетационного периода и объединяют с другими его этапами под именем «ранней весны» [34, 63]; другие присоединяют этот этап к началу вегетационного периода, объединяя их под именем «оживление весны» [145, 146]. Совершенно неправильно поэтому использование Буториной последнего термина как синонима в узком смысле пестрой весны [24].

Фенологическое начало. Хотя основной процесс этапа — разрушение снежного покрова, но, как говорилось выше, конец снеготаяния не может быть принят в качестве феноиндикатора, так как приходится в различных регионах на разные этапы. Выбрать феноиндикатор из ряда других явлений и процессов трудно. Часть их относится к более широкому фронту, не подчиняясь местным закономерностям (прилет), другие, наоборот, узко локальны (пробуждение насекомых) или не всегда доступны наблюдению (пробуждение от спячки).

Температурное начало. Температурный фактор в начале этапа еще находится в минимуме, оставаясь решающим в ходе сезонных явлений. Все характерные явления пестрой весны настолько тесно связаны с переходом суточных температур выше 0°C , что он выступает как бы в качестве и фенологического критерия этапа. Это очень четкий рубеж, отмечаемый всеми климатологами, многие авторы именно от него отсчитывают начало весны. Однако, как показано выше, к этому времени уже идет и даже заканчивается снеготаяние, начинается прилет — процессы, несомненно, весенние. Но как рубеж заключительного этапа предвегетационного периода переход суточных температур выше 0°C имеет важнейшее

значение. Максимальные температуры в это время переходят выше 5°C .

В Сибири, особенно в ее многоснежных регионах, тепловая энергия тратится на снеготаяние, прогрев воздуха идет медленно, и переход суточных температур выше 0°C наступает по меньшей мере через две (в степи), а то и через три (в тайге) недели после начала постоянных дневных оттепелей, к этому времени развитие весенних явлений заходит далеко. В этих регионах с растянутым снеготаянием пестрая весна четко выражена. Там же, где прогрев воздуха проходит быстро, уже через несколько дней после начала дневных оттепелей переходят выше 0°C даже суточные температуры, а затем и ночные. Этот этап выражен слабо, и его обычно объединяют со следующим под именем «оживление весны». Однако это время имеет важные температурные границы и четкий набор фенологических явлений. Поэтому при всей быстротечности его следовало бы выделять в качестве самостоятельного этапа и, во всяком случае, присоединять к предвегетационному периоду, а не к началу вегетационного.

ЭТАПЫ НАРАСТАЮЩЕЙ ВЕСЕННЕЙ ВЕГЕТАЦИИ (рис. 13)

2.3. НАЧАЛО ВЕГЕТАЦИИ. Начало постоянных безморозных ночей, что сразу оказывает решающее влияние на ход весенних процессов, хотя возможны возвраты холодов и постоянны заморозки на почве, но дни без оттепели — редкое исключение. Даже в самых многоснежных районах оканчивается снеготаяние: снежный покров разрушен и к концу этапа сходит полностью, но в регионах с более суровым климатом снегопады нередки, возможен и временный снежный покров; начинает оттаивать почва. Основной процесс — возобновление вегетации летнезеленых видов: набухают и отчасти разверзаются почки, появляются проростки трав, первые цветы, начинается сокодвижение у березы, цветет большинство ветроопыляемых деревьев и кустарников. Появляются клещи, комары-кусаки, шмели, первые вылеты делают пчелы. Пробуждаются холонокровные животные. Продолжается прилет птиц (зяблика, трясогузок, дроздов чернозобого и певчего, горихвостки и др.). Идет пролет гусей, журавлей, уток, начинается тяга вальдшнепов.

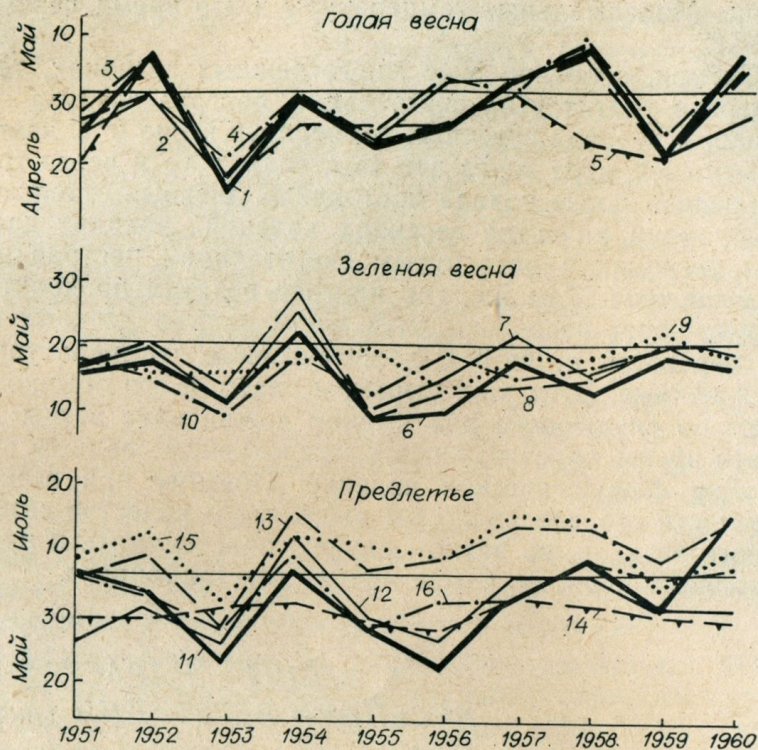


Рис. 13. Фенологические аккорды периода весенней вегетации. *Голая весна*: 1 — переход минимальных температур выше 0°C , 2 — начало сокодвижения у березы, 3 — зацветание ветреницы алтайской, 4 — появление комаров, 5 — прилет белой трясогузки. *Зеленая весна*: 6 — переход минимальных температур выше 5°C , 7 — начало зеленения березы, 8 — зацветание волчьего лыка, 9 — первое кукование, 10 — первое воркование горлицы. *Предлетье*: 11 — переход минимальных температур выше 10°C (с последующим понижением), 12 — зацветание черемухи, 13 — начало пыления сосны, 14 — прилет соловья-красношейки, 15 — первые выводки у глухарей, 16 — появление слепней

Синонимы: весна зеленой травы [83, 29], третий период весны [7], первый ее период [90], голая весна [63, 27, 64, 116, 117, 74], ранняя весна [140]; начало вегетации [24]; оживление весны [68]. Некоторые авторы объединяют этот этап весны с предыдущим под именем «послезимье» [35] или «оживление весны» [145, 146].

Фенологическое начало. За общий его критерий удобно принять начало сокодвижения березы как одно из самых первых явлений начала вегетации, принадлежащих к группе зо-

нальных субареальных индикаторов [90, 63, 140, 30, 27, 24]. (А. И. Руденко, принимая сокодвижение березы как индикатор, только с этого времени считает начало весны). Синхронное феноявление — зацветание первых цветов. Различные первоцветущие виды в совокупности создают систему региональных фенологически викарных феноиндикаторов. Несколько позднее, чем сокодвижение берез, наступает пыление серой ольхи и лещины; ареал этих и викарных им видов ограничен, поэтому они могут использоваться только в качестве региональных индикаторов начала вегетации. Здесь большое значение приобретают 20-летние исследования З. И. Лучник в Барнаульском дендрарии; наличие в нем наряду с сибирскими видами большого разнообразия интродуцентов из европейской части СССР дало ей возможность сопоставить свои феноиндикаторы с предложенными для русской равнины [68]. По ее данным, в Сибири синхронно пылению ольхи и лещины приходит распускание (проклевание) почек дикой сибирской черной смородины или ее ранних садовых сортов (Зои, Голубки, Коксы) и почек бузины сибирской. Эти явления она считает надежными индикаторами первого этапа вегетации [69, с. 104].

Температурное начало наиболее точно определяется по переходу минимальных температур воздуха выше 0°C , т. е. по резкому сокращению вероятности морозных ночей. В ходе суточных температур ему приблизительно соответствуют даты их перехода выше 3°C .

В агрометеорологии за начало вегетационного периода принимается переход суточных температур выше 5°C . В пределах Красноярского края это справедливо в отношении возобновления вегетации озимой ржи. Начало же вегетационных процессов в естественном растительном покрове от степей до высокогорья и северной тайги происходит при более низкой температуре и только на севере при более высокой [24].

2.4. ЗЕЛЕНАЯ ВЕСНА — основной этап весенней вегетации. Ночные морозы как исключение, но ночи еще холодные. Днем воздух значительно прогревается. В Сибири на это время обычно приходятся последний ночной мороз и последний снегопад, а изредка даже временный снежный покров, очень быстро сходящий. Оттаявшая почва быстро прогревается, но на поверхности ее возможны еще заморозки. Основной процесс зеленой весны, давший ей это название, — восстано-

ние листы у летнезеленых растений, у зимнезеленых — ее обновление. Распускаются почки всех кустарников и деревьев (зеленая дымка), начинается рост побегов, разворачиваются листья, достигающие к концу этапа нормальной величины, и ландшафт приобретает яркую зеленую окраску. Но почки зимнезеленых видов еще закрыты. Ранневесенние виды уже отцвели и цветут весенние местные виды: в лесах и на лугах виды лютика, примулы, медуниц, фиалок, в степях — голицы и некоторых лапчаток, в сырых местах — калужника. Пылят лиственница, береза, ольховник кустарниковый, зацветает волчье лыко (*Daphne mezereum* L.), на востоке — рододендрон даурский (местное название «багульник»).

Разгар прилета, его пятая волна — кукушки, ласточки, стрижи, горлицы и многие другие. Кончается прилет водоплавающих. У оседлых и раннеприлетных видов — период гнездования.

Синонимы — второй период весны [7, 90], разгар весны (многие авторы). В последних работах Г. Э. Шульца расширяет понятие об этом этапе, включая в него и предлетье, лишь упоминая о возможности выделения в самостоятельный этап [145].

Фенологическое начало устанавливается по основному процессу этапа — зеленению, разворачиванию листы. Как панареальный индикатор, хорошо улавливающий географические особенности региона, широко принимается зеленение березы, на севере и в горах — карликовых ее видов. Викар-Руденко указывает зеленение крыжовника [90], Г. Э. Шульца — облиствение конского каштана (помимо зеленения березы) [145].

Температурное начало — переход минимальных температур выше 5°C (рубеж, указываемый как биологический минимум ассимиляции), суточных — выше $7-8^{\circ}\text{C}$. Этот уровень хорошо коррелируется с фенологическим началом этапа.

2.5. ПРЕДЛЕТЬЕ — последний, переходный к лету этап весны. Тенденции зимнего сезона в это время сходят на нет: вероятность снегопадов и ночей с морозом становится вообще ничтожна, а последние заморозки на почве могут быть отмечены только в начале этапа. Таким образом, с предлетья начинается безморозный период, принимаемый в последних сводках Главной геофизической обсерватории за начало климатического лета.

Черты же летнего сезона усилены и ясно выражены: продолжает увеличиваться, достигая максимума, длина дня, возрастает интенсивность радиации и вероятность теплых (выше 10°C) и очень теплых (выше 15°C) ночей, а возвраты холодов обычно кратковременны.

Переходный характер носят и вегетационные процессы: с начала предлетья полностью развернута листва деревьев, даже у поздно распускающихся пород, таких, как осина, у всех кустарников и трав, что обеспечивает возобновление нормальной ассимиляции и придает ландшафту почти летний облик, значительно отличающийся от светлой и сквозной зелени весны. Однако у зимнезеленых видов, в том числе и у хвойных древесных пород, разворачивание хвои только начинается, у пихт и елей в начале предлетья, у сосен и сибирского кедра — в его конце. Характерный процесс предлетья — интенсивный рост побегов всех деревьев, кустарников и трав, разворачивается молодая листва, к концу этапа заканчивается сезонное формирование ярусов растительных сообществ. В разгаре цветение — пылят темнохвойные породы, цветет большинство кустарников (в том числе и садовые), в травяном покрове самые яркие цветы, еще не затененные верхними ярусами трав. К началу предлетья еще не закончен такой типично весенний процесс, как возвращение к местам гнездовий перелетных птиц. Последнюю волну прилета составляют ночные певцы — соловьи, камышевки и др. Последний прилетный вид в горной тайге Сибири — таежный сверчок (*Locustella fasciolata* Gray.), в горах Пutorана — щур (*Pinicola enucleator* L.) [72]. Разгар песен. У промысловых птиц — выводки, так же как у других оседлых и раннеприлетных видов. У копытных — новорожденные телята. В массе появляются беспозвоночные, и среди них мошка, слепни.

Синонимы. Этот переходный к лету этап трактуют различно. В своих первых работах [63, 24, 25] мы считали его начальным этапом лета (раннее лето), В. А. Батманов, Н. И. Руденко, А. П. Васьковский рассматривают его как последний этап весны [7, 90, 30], Г. Э. Шульц и Н. Н. Галахов не выделяют предлетье в особый этап, объединяя с предыдущим этапом весны, первый — под именем «разгара» [145] весны, второй и другие климатологи — под названием «предлетья» [35].

Фенологическое начало. Один из характерных процессов предлетья — цветение кустарников. Из этой группы явлений и взят критерий начала этапа — цветение черемухи. Это зо-

нальный панареальный индикатор, знаменующий наступление ряда важных сезонных явлений [10, 23, 25, 27, 90]. При отсутствии черемухи используют фенологически викарные явления. В степях — зацветание вишни [10]; в лесах одно из самых заметных — полное зеленение осины (листва ее из розово-коричневой становится обычного цвета), что указывает на завершение процессов зеленой весны, так как осина заканчивает фазу зеленения позднее других древесных пород. Первые цветы предлетья очень заметны в аспекте его ландшафта, в частности в Сибири — купальница азиатская (жарки, огоньки), но, как и все травянистые виды, они служат индикаторами различий сезонной ритмики природы скорее на топографическом, чем на зонально-географическом уровне.

Температурное начало. Переход минимальных температур выше 10°C (начало теплых ночей). Вначале обычно достаточно четкий, этот переход сменяется похолоданиями: для предлетья характерна крайне неустойчивая погода — чередование жарких летних дней с «черемуховыми холодами» — июньская температурная депрессия, вызванная возобновлением циклонической деятельности.

Среднесуточная температура в это время переходит выше 12°C (10°C).

3. ЛЕТО (рис. 14)

Сезон энергетического максимума, наибольшего радиационного баланса, наивысших температур. Максимальная возможная в данных климатических условиях биологическая активность. По характеру сезонных процессов сезон подразделяется на три этапа.

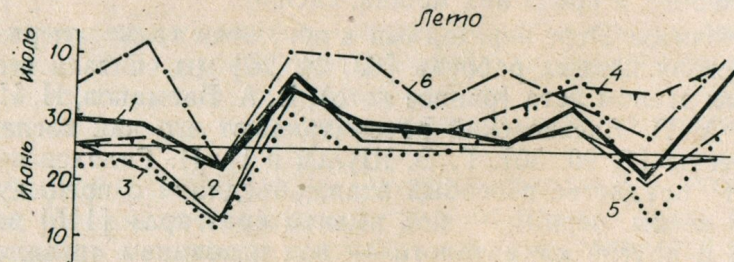


Рис. 14. Фенологические аккорды лета: 1 — окончательный переход минимальных температур выше 10°C , 2 — зацветание лесного крупнотравья, 3 — отмирание весенних геоэфемероидов, 4 — первые ягоды жимолости алтайской, 5 — крик птенцов большого пестрого дятла в дуплах, 6 — глухарята в полном переполнении

3.1. НАЧАЛЬНОЕ ЛЕТО (ПЕРВОЛЕТЬЕ). Начальный этап летней вегетаций, летнего состояния ландшафта. Еще только начинают проявляться характерные черты летнего сезона. Полное развитие ассимиляционного аппарата — фаза «зрелых листьев» [44]. Процессы роста побегов уже замедлены и заканчиваются образованием почек будущего года. Сформированы ярусы травяного покрова. Пока еще явное преобладание процессов цветения над процессами созревания семян. Еще зацветают последние виды кустарников — шиповник, малина. В лесах и на полях в полную высоту поднялось крупнотравье — виды сложноцветных и зонтичных, лютиковых. На лугах цветут злаки, луговой клевер, поповник («белая ромашка»), на гарях — кипрей.

Начинают затухать песни, у большинства птиц — птенцы слетки. Массовое размножение насекомых. В конце этапа начинается гон у медведя.

Синонимы — раннее или теплое лето (у большинства авторов). (Но не «раннее лето» в нашем прежнем понимании, которое соответствует предлетию [63, 27].)

Фенологическое начало. «По условиям существования живых организмов начало лета мало отличается от конца весны. В жизни и развитии растений и животных при переходе от весны к лету нет резких перемен. Цветение, поспевание плодов у растений, вывод и выкармливание молодняка у птиц являются прямым продолжением соответствующих весенних явлений» [7, с. 34]. Поэтому несколько условно фенологическое начало лета. За его индикатор принимают зацветание шиповника. Его можно использовать очень широко. Местные виды шиповника образуют систему фенологически замещающих индикаторов лета. Г. Э. Шульц в качестве индикатора указывает шиповник иглистый (*Rosa acicularis* Lind.), для юга — коричневый (майский) (*R. majalis* Herz.). По многолетним данным З. И. Лучник, в Барнаульском дендрарии при температурном переломе к лету (переходе температур выше 15°C) почти одновременно (7—11.VI) последовательно зацветают шесть видов шиповников: иглистый, затем колючий (*R. spinosissima* L.), тупоушковый (*R. amblyotis* C. A. Mey), волосистый (мягкий) (*R. villosa* L.), морщинистый (*R. rugosa*

Thunb.), рыхлый (*R. laxa* Retz) [68]. Зацветание всех этих видов, видимо, может служить индикатором начала лета. Индикаторную роль других видов шиповника следует проверить географическим сопоставлением.

Зацветание шиповника довольно хорошо совпадает с переходом суточных температур выше 15°C — условным климатическим началом лета. Однако, по сути дела, это явление того же порядка, что и типичное для предлесья цветение других кустарников.

Окончание интенсивного роста побегов — один из основных процессов лета. Визуально это явление трудно уловимо. Однако наши исследования показали [63, 27], что оно хорошо диагностируется по началу зацветания лесного крупнотравья, так как эти травы начинают цвести уже закончив рост, сформировав господствующий ярус травяного покрова. Первыми зацветают василистник обыкновенный (*Thalictrum minus* L.), бор развесистый (*Millium effusum* L.), борец высокий (*Aconitum excelsum* Rchb.), скерда лировиднолистная (*Crepis lyrata* (L) Froel) [63, 25, 27].

В хвойных зеленомошных лесах к этим датам очень близко зацветание линнеи северной (*Linnaea borealis*). Для тундры в программах ВГО (1971) указано в начале лета зацветание курпаточьей травы (*Dryas octopetale*) и полярного мака (*Papaver nudicaulis*), а также массовое плодоношение пушицы (*Eryophorum vaginatum*).

Начало лета в сезонной жизни птиц удобно отмечать по появлению гнездовых птенцов большого пестрого дятла, которые в это время начинают громко кричать в дуплах [62].

Температурное начало. В сводках Главной геофизической обсерватории за начало лета принимается начало безморозного периода. Однако Н. В. Рутковская и С. М. Шаров справедливо указывают, что началом лета следует считать переход температур выше какого-либо определенного предела, так как нарастание их закономерно, в то время как заморозки лишь нарушают этот процесс и часто носят местный характер [91]. К тому же начало безморозного периода в разных природных зонах приходится на различные этапы от начального этапа вегетации до конца предлесья.

Во всех агрометеорологических работах в пределах всей лесной и степной зон за границы лета принимают переход суточных температур выше 15°C , что примерно соответствует переходу минимальных температур выше 10°C (абсолютное преобладание теплых ночей).

В более суровых условиях, чтобы иметь возможность выделить летний сезон, за его температурную границу считают переход суточных температур выше 10°C . Уровень прогрева в разных природных зонах различен. «Попытки решения этого вопроса при помощи определенных градаций средних суточных температур приводили исследователей к выводу об отсутствии на севере лета, а на юге зимы» [35]. Важно изменение в самом ходе температур. Н. Н. Галахов отмечает, что в генезисе летнего сезона главную роль играет максимальный приход солнечной радиации, и за границы лета принимает время с относительно однородным, устойчивым уровнем максимальных температур [35]. «Наступает время, когда дневные и ночные температуры достигают некоторого более или менее постоянного для каждого из них уровня, ниже которого они не опускаются. Это время и можно считать началом летнего сезона, а время, когда начинается систематический спад предельных температур, оказывающихся уже ниже летнего уровня, его окончанием» [35, с. 56].

3.2. ПОЛНОЕ ЛЕТО — относительно статичный, основной этап летней вегетации. Полное выражение летнего ландшафта. Самое теплое (жаркое) время года, наибольший прогрев воздуха и почвы. Отсутствие резких колебаний температур, преобладают теплые (выше 10°C) ночи и только изредка — прохладные. Также устойчив и характер растительного покрова, достигшего полного развития (сезонный максимум биомассы). Закончены процессы роста, сформированы почки будущего года. Для ландшафта характерна густая спокойная зелень без ярких аспектов развития. Полностью отмерли всенние геоэфмероиды. Процессы плодоношения явно преобладают над процессами цветения. Доцветают виды, начавшие цвести ранее, вновь зацветающих — мало. В степях это полярники: астры, виды ястребинок, в лесах — крупнотравье: дудник лесной, крестовник лесной и др., последним цветет копыевник (какалия), на лугах — горечавки и др. У большинства растений вызревают семена, в частности у луговых и степных злаков. В течение полного лета поспевают все ягоды, за исключением брусники, рябины, черемухи.

Постепенно умолкают птицы, к середине полного лета появляются только пеночки. У большинства видов — слетки. У оседлых и раннеприлетных самостоятельные молодые начинают кочевки. К началу полного лета молодые глухари в полном

ювенальном пере, к концу — заканчивают линьку в годовое перо, старые самцы линяют.

Синонимов в названиях этого этапа нет, но в местностях с суровым климатом, где лето коротко, под «полным» летом понимают летний сезон в целом, а не только центральный его этап.

Фенологическое начало. Для европейской части СССР за индикатор полного лета, как и западно-европейские авторы, принимают зацветание липы, но ареал этого рода в СССР ограничен. Кроме того, следует подбирать в качестве феноиндикаторов те явления, которые характеризуют основные сезонные процессы, свойственные данному феноэтапу. Один из основных процессов лета — вызревание плодов и семян. Из этого круга явлений и должен подбираться соответствующий индикатор.

В европейской части СССР в качестве одного из индикаторов полного лета принимают созревание черники [145], но это чисто лесной вид, в горной тайге Саян мы датировали полное лето по созреванию алтайской жимолости, вида с ограниченным ареалом. Оба вида могут служить лишь региональными индикаторами.

В качестве общего индикатора полного лета мы принимаем созревание ягод красной смородины. В отличие от черники, она широко распространена во многих природных зонах и созревает одной из первых (по данным календарей природы Сибири [53]), местами раньше черники.

По данным З. И. Лучник, за 4—5 дней до зацветания липы созревает смородина щетинистая (*Ribes hispidulum* A. Rojark.), а одновременно с цветением липы — смородина темно-пурпурная (*R. atropurpureum* C. A. Mey) и смородина дикуша (*R. dikuscha* Fish). Близкий срок созревания имеют и садовые сорта красной смородины: Фейя, Плодородная, Замок Хаутон, Комовая Маркина и др. [68]. Напомним, что созревание ранних сортов смородины и западно-европейскими авторами принимается за начало полного лета.

Созревание местных видов красной смородины может образовать систему замещающих друг друга феноиндикаторов.

Температурное начало. В отличие от других феноэтапов, полное лето не имеет сколько-нибудь однородной температурной границы. В разных зонах оно протекает при совершенно различных условиях. В этом коренное отличие данного феноэтапа от всех остальных, сроки которых различны по природным зонам, но характеризуются определенными температурны-

ми условиями. Чтобы сохранить общий подход к выделению полного лета во всех природных зонах, следует применять принцип, аналогичный тому, который использовался по отношению к глубокой зиме, — принять за критерий его начала переход температур выше многолетнего уровня средней температуры самого теплого месяца. Еще раз напомним, что реальное значение перехода температур через определенный рубеж будут иметь только даты, установленные по графику их ежесуточного хода.

3.3. СПАД ЛЕТА, последний его этап, переходный к осени. Сокращается длина дня, снижаются радиационный баланс и температуры, утренники прохладны, часты холодные утренние росы. Первые признаки осенних процессов — первые пожелтевшие листья. (Это явление следует отличать от первых желтых листьев, которые появляются на этапе спада лета, их преждевременное пожелтение, быстрое опадание — зачастую результат летней засухи; выделяется Елагиние — зачастую результат летней засухи; выделяется Елагинием в особую фазу [44].) Птенцы, повзрослев, покидают гнезда. Начинаются временные скопления разнообразных видов птиц, объединяющихся на местах жировки. Отлетают (исчезают) первые виды летующей группы птиц.

Синонимы. Пятый период лета [7], другие названия этого этапа нам неизвестны. В те редкие годы, когда он был выражен в сезонной ритмике природы заповедника «Столбы», мы описывали этот этап как «предосенье», присоединяя его к осени. Описанная О. Н. Мироненко для Путоран «предосенняя температурная депрессия» слишком кратковременна [72] и характеризует скорее резкий перелом к осени, чем свойственное спаду лета постепенное снижение температур.

Фенологическое начало. Индикаторами спада лета в лесной зоне обычно считают созревание брусники и рябины. В. А. Батманов выделяет этот этап как пятый период лета, отмечая: «при определении его следует иметь в виду, что в одни годы осень может наступить раньше окончания всех явлений, характерных для этого периода; в другие, наоборот, — ко времени его окончания осенние явления еще не наблюдаются. Таким образом, пятый период лета может частично поглощаться первым периодом осени или увеличиваться за счет дополнительного промежутка времени... К сожалению, ярких, бросающихся в глаза явлений в это время года нет». Он указывает на поспевание брусники, массовое цветение молочая (*Sonchus arvensis*) и осота полевого (*Chsium arvensis*) [7,

с. 55—56] как на характерные для начала периода явления. З. И. Лучник датирует наступление этапа по рассеиванию семян караганы древовидной («желтой акации») [68], широко распространенного кустарника; последнее явление легко уловимо и может стать индикатором широкого плана для наступления спада лета, даже если в температурном отношении этот фенологический этап не будет выражен.

Температурное начало — снижение температур от устойчивого и высокого летнего уровня к осеннему. В условиях континентального климата переход к осени более резок, и спад лета выражен только в немногие годы с более длительным и жарким летом.

* * *

Подразделение сезона хорошо выражено там, где продолжительность лета значительна. В местностях с более суровым климатом лето слишком коротко, чтобы выразилось подразделение его на отдельные этапы. Выделение их там несколько условно: различия между феноэтапами носит скорее количественный, чем качественный характер.

4. ОСЕНЬ (рис. 15)

Сезон разрушения летнего состояния ландшафта и перехода его к зимнему состоянию. Снижаются продолжительность светового дня, радиационный баланс и вслед за ним термический режим. Затухание активной деятельности растений и холоднокровных животных. Подготовка организмов к перезимовке. Отлет летующих видов птиц. Характеризуя осенний сезон, В. А. Батманов указывает, что «с началом осени исчезает единство в сроках наступления сезонных явлений природы. Весной или летом огромное большинство их из года в год наступает в одном и том же порядке. Если одно какое-либо явление запаздывает против многолетних сроков или опережает их, позднее или раньше обычного наступают и другие явления».

Не то бывает осенью. В те годы, когда окрашивание листьев, листопад, отлет птиц начинаются раньше обычного, созревание семян, цветение позднецветущих растений могут запаздывать против многолетних сроков... Бывают годы, когда все летние явления уже отмечены, а осень еще не наступила.

Следовательно, начало осени и ее периодов нельзя определять по любым сезонным явлениям природы. Для этой це-

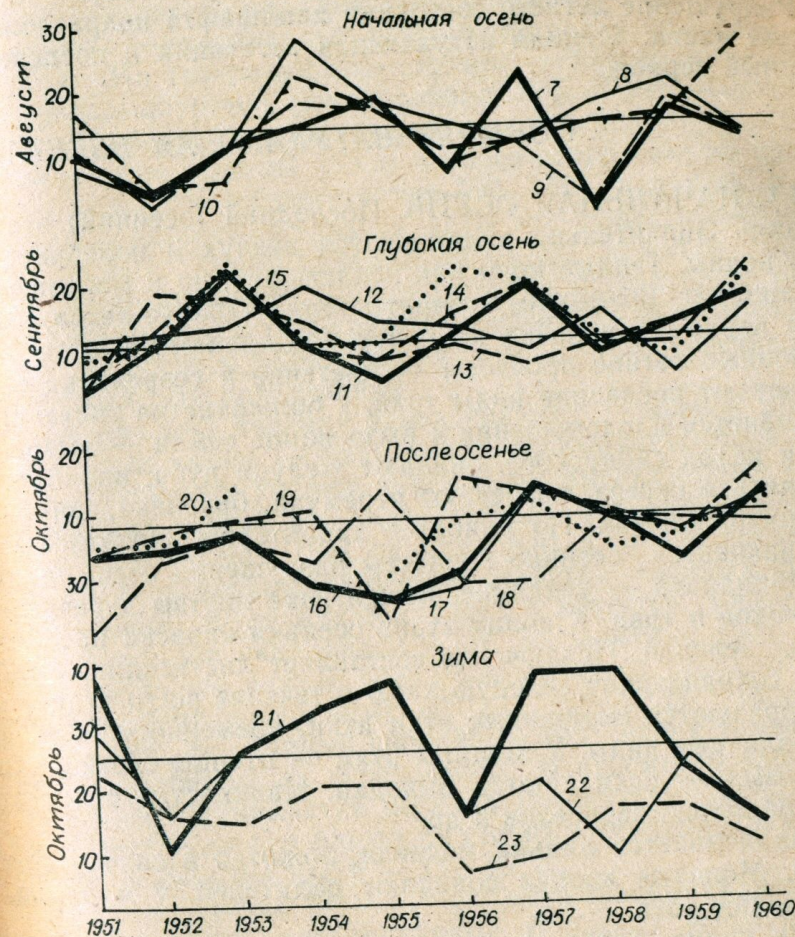


Рис. 15. Фенологические аккорды осени и начала зимы. *Начальная осень*: 1 — переход минимальных температур ниже 10°C , 2 — начало пожелтения березы, 3 — пожелтение листьев майника, 4 — отцветание копыевника (какалии). *Глубокая осень*: 5 — переход минимальных температур ниже 5°C , 6 — полное пожелтение берез, 7 — начало пожелтения листьев сибирской, 8 — отмирание крупнотравья, 9 — начало отлета гусей. *Предзимье*: 10 — переход минимальных температур ниже 0°C , 11 — временный снежный покров, 12 — конец листопада березы, 13 — конец отлета гусей, 14 — появление чечеток. *Начало зимы*: 15 — переход минимальных температур ниже 0°C , 16 — залегание снега на зиму, 17 — конец листопада лиственницы сибирской