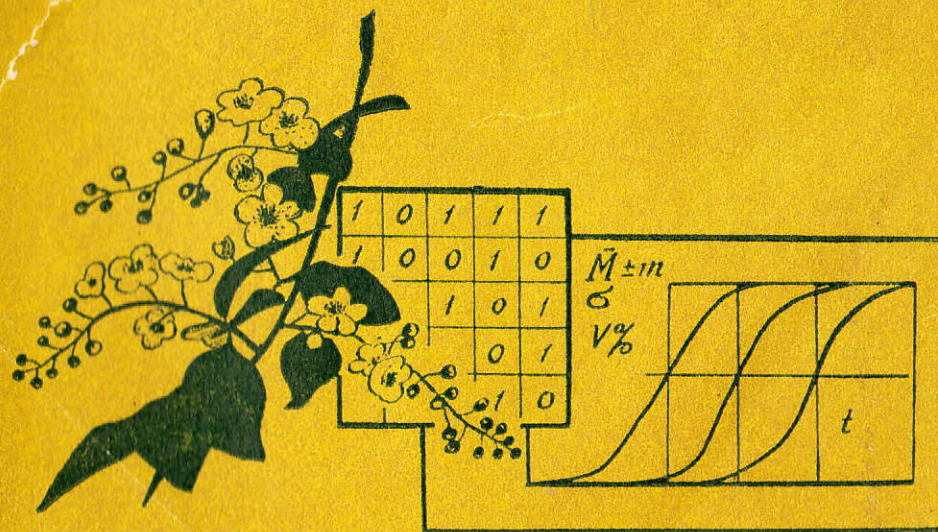


50 коп.

М. К. Куприянова, З. Г. Щенникова

СЕЗОННЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ В ПРИРОДЕ



МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РСФСР
Свердловский ордена «Знак Почета»
государственный педагогический институт

**М. К. Купрянова,
З. Г. Щенникова**

**СЕЗОННЫЕ
НАБЛЮДЕНИЯ
В ПРИРОДЕ**

Учебное пособие

Свердловск 1985

В учебном пособии рассматриваются теоретические вопросы фенологии. Среди них большое внимание уделяется новым методам фенологических исследований, созданным известным уральским фенологом В. А. Батмановым. На этом фоне раскрывается структура, методика организации и содержание полевой практики «Сезонные наблюдения в природе». Дается характеристика всех сезонов года, каждый полевой день иллюстрируется конкретными примерами наблюдений, проведенных студентами. В заключении обосновывается необходимость фенологических наблюдений в школе для воспитания и образования подрастающего поколения. Пособие может быть рекомендовано не только студентам, проходящим полевую практику, но и учителям географии и биологии.

Научный редактор: *С. А. Мамаев*

Рецензенты: *К. А. Рябкова* (Свердловский пед. ин-т),
Н. С. Мельник (Уральский гос. ун-т им. А. М. Горького),
Э. М. Раковская (МГПИ им. В. И. Ленина), *Э. Э. Волкова*
(Свердловский ин-т усовершенствования учителей)

Куприянова М. К., Щенникова З. Г. Сезонные наблюдения в природе: Учебн. пособие/Свердл. пед. ин-т, Свердловск, 1985. 72 с.

Маргарита Константиновна
Куприянова,
Зоя Григорьевна Щенникова
**СЕЗОННЫЕ
НАБЛЮДЕНИЯ В ПРИРОДЕ**
Учебное пособие

Темплан 1985 г., поз. 386

Редактор
Л. Н. Лексина
Технический редактор
Н. Н. Заузолкова

Сдано в набор 25.03.85. НС 16592.
Подписано к печати 29.07.85.
Формат 60×90^{1/16}. Уч.-изд. л. 5,0.
Усл. печ. л. 4,5. Бумага тип. № 2.
Печать высокая. Гарнитура литературная. Тираж 1000. Заказ 212.
Цена 50 к.

Свердловский ордена «Знак Почета»
государственный педагогический институт.
Свердловск, ул. К. Либкнехта, 9.

Типография изд-ва «Уральский рабочий».
Свердловск, просп. Ленина, 49.

© Свердловский государственный педагогический институт, 1985 г.

Предисловие

Настоящее учебное пособие предназначено для студентов III курса географо-биологического факультета, которые по учебному плану в течение 5 и 6 семестров проходят полевую практику «Сезонные наблюдения в природе». Для краткости мы называем ее фенологической. В Свердловске за последние десятилетия сложилось новое направление в фенологии. Создателем его был известный уральский фенолог В. А. Батманов (1900—1980). Он оригинально подошел к существу элементарного фенологического наблюдения, значительно расширив границы фенологии как научной дисциплины. Им разработаны новые фенологические методы, базирующиеся на математической основе, но в то же время доступные широкому кругу наблюдателей, что значительно расширяет возможности фенологических исследований в школе.

В нашем пединституте группа преподавателей географо-биологического факультета поддерживает и развивает направление, созданное В. А. Батмановым. В связи с этим практика у нас проводится несколько иначе, чем в других пединститутах страны. Накопленный опыт подтверждает целесообразность знакомства будущих учителей географии и биологии с методикой фенологических наблюдений по расширенной программе.

По сложившейся традиции в начале учебного года перед проведением практики студентам читается шестичасовой лекционный курс. Полевые дни распределяются также несколько по-иному, чем это требует программа: осенью 1 день, зимой — 1, весной — 2, летом — 1. В каждый из полевых дней наблюдения проводятся по одному и тому же маршруту, чтобы, используя различные методы фенологических исследований, показать сезонные особенности одних и тех же низших ландшафтных геоконплексов.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ФЕНОЛОГИИ

Определение фенологии и ее значение для народного хозяйства

Под фенологией в настоящее время понимают систему знаний о сезонных явлениях природы. Термин «фенология» был предложен в середине XIX века бельгийским ученым Ш. Морраном и, несмотря на то, что, по мнению многих фенологов, филологически является не вполне удачным, привился и употребля-

ется по сей день. Дословный перевод с греческого: «феномен» — явление, «логос» — наука, изучаю, т. е. «фенология» — наука о явлениях.

Определений фенологии много. Одно из наиболее развернутых было дано известным советским фенологом А. И. Руденко на первом Всесоюзном фенологическом совещании, проходившем в 1957 г. в Ленинграде: «Фенология — наука, изучающая закономерности сезонного развития растительного и животного мира, а также явлений неорганической природы в их взаимосвязи и взаимодействии». Однако на современном этапе бурной дифференциации и интеграции наук фенология, с одной стороны, дробится на части, которые логичнее считать разделами других фундаментальных наук естественного цикла: фенология растений (ботаника), фенология животных (зоология), сезонные изменения гидрологических и метеорологических процессов (гидрология и метеорология) и т. д. С другой стороны, заметны тенденции отнести фенологию к физической географии, определяя ее как учение о сезонной динамике ландшафта и ограждая таким образом от притязаний всех остальных наук. При том и другом подходе фенология не имеет собственного объекта изучения, а стало быть, не может претендовать на научную самостоятельность.

При таком положении заслуживает внимания оригинальный взгляд на фенологию и ее структуру известного уральского фенолога В. А. Батманова. Все исследования, связанные с изучением сезонного развития самых различных объектов, он делит на теоретическую фенологию и прикладную. Под первой В. А. Батманов понимает учение о фенологических методах, или систему знаний о феноуказателях — «приборах особого рода», главной задачей которых является измерение сезонных процессов. Это то общее, что объединяет конгломерат самых различных научных дисциплин и разделов наук, занимающихся изучением сезонного развития объектов природы.

Все остальное В. А. Батманов относит к прикладной фенологии. Таким образом, сюда включается то богатое и разнообразное содержание, которое получают специалисты самых различных профилей, проводя исследования фенологическими методами. Разделение фенологии на теоретическую и прикладную диктуется отношением их к феноуказателю: в первом случае он сам является предметом изучения, обеспечивая самостоятельность и оригинальность исследованиям подобного типа, во втором — феноуказатель используется. В зависимости от целей исследований прикладная фенология делится по разделам знаний (ландшафтная фенология, зоофенология, фитофенология, гидрофенология, медицинская фенология и т. д.) и отраслям народного хозяйства (сельскохозяйственная и лесная фенология, фенология промысловых и охотничьих животных и пр.).

Последним определяется практическое значение феноло-

гических наблюдений. Остановимся на данном вопросе подробнее. Научное ведение сельского хозяйства на современном уровне невозможно без правильного планирования сроков основных земледельческих и животноводческих работ. Начало времени посева, прореживания, прополки, окучивания, полива, внесения удобрений, сенокоса, отгона скота и других работ, требующих мобилизации рабочей силы и технической подготовки, настоящий руководитель никогда не будет выбирать по гражданскому календарю. Он будет ориентироваться в природной обстановке в зависимости от фенологических особенностей года. «Год на год не приходится», — говорят фенологи. Действительно, разница между самой ранней и самой поздней датами начала зацветания вишни в японском городе Киото за 10 веков наблюдений составила 46 дней (27 марта и 12 мая). Более короткие фенологические ряды обнаруживают, как правило, меньшую погодичную изменчивость. Но наблюдения за несколькими десятками лет обычно оценивают ее по большинству явлений уже в пределах месяца.

Разобраться в сезонном развитии природы конкретного года работникам сельского хозяйства помогают яркие, заметные сезонные явления — феноиндикаторы, наступление которых должно восприниматься как сигнал к началу работ определенного вида. Например, установлено, что под Москвой лучший срок посева ранней моркови, свеклы, репы, гороха и овса совпадает с началом пыления осины; посадки огурцов — с зацветанием сирени. Под Ленинградом посев овса на сухих участках должен совпадать с пылением осины или массовым цветением мать-и-мачехи. Более поздняя посадка (даже на 5 дней) понижает урожай в целом на 10%. На Среднем и Южном Урале наступление условий, необходимых для посадки картофеля и посева кукурузы в связи с устойчивым прогреванием почвы на значительную глубину, совпадает с началом цветения черемухи.

Знать особенности сезонного развития различных сортов сельскохозяйственных культур совершенно необходимо для их правильного размещения даже на малых площадях, не говоря уже о территории в масштабе всей страны. Например, известно, что на Среднем Урале в низинах заморозки начинаются раньше, а заканчиваются позже, чем на склонах, поэтому в низинах надо сажать и сеять культуры и сорта скороспелые, морозостойкие, с коротким вегетационным периодом; на невысоких пологосклоновых увалах и холмах, напротив, более требовательные к теплу. Рациональное размещение сельскохозяйственных (особенно овощных) культур на небольших площадях должно внести определенную лепту в решение Продовольственной программы страны.

Борьба с насекомыми-вредителями требует знания фенологии как самих культурных растений, так и их вредителей. Например, по наблюдениям ленинградских огородников, мел-

кие жучки-листоблошки наибольший вред посевам репы и брюквы наносят при средних сроках сева. При раннем севе растения успевают окрепнуть до массового размножения листоблошек, а при позднем — развиваются уже после главного периода питания этих насекомых и не терпят большого урона. От многих вредителей нельзя избавиться только передвижением срока посева — необходимо их физическое уничтожение. Фенологи, зная этапы сезонного развития вредителя, могут подсказать тот период, часто очень короткий, когда борьба с ним будет наиболее эффективной.

В отгонно-пастбищном животноводстве фенологические сведения о сезонном развитии травостоя на горных пастбищах определяют сроки перегонов скота. Фенологические наблюдения помогают правильно определить сроки сенокоса. Например, известно, что сенокос в начале цветения луговых трав и в начале образования семян дает урожай больше, чем во время полного цветения. Качество сена лучше при раннем сенокосе.

В капиталистических странах, в частности США, фенологические сведения в настоящее время являются предметом бизнеса. Фермерам ежегодно приходится покупать сводки с прогнозом развития сельскохозяйственных культур.

Лесная фенология для лесного хозяйства имеет такое же значение, как сельскохозяйственная для сельского. Календарь лесокультурных работ строится на базе сезонных ритмов лесных фитоценозов. Выявлены интересные зависимости. Например, А. В. Тюриным для европейской части СССР определены лучшие сроки для проведения лесокультурных мероприятий от начала зацветания ольхи или лещины до начала цветения березы. Им сопоставлялись фенофазы самых различных растений с гидротермическим режимом, характерным для времени их прохождения. Лесники получили возможность без сложных инструментальных метеорологических и гидрологических измерений определять оптимальный период проведения лесокультурных работ и в какой-то мере его прогнозировать. Для сбора семян лесных пород необходимы сведения о их созревании в разных природных зонах и различных экологических условиях, нужны прогнозы на урожай. Немаловажное значение имеют фенологические наблюдения для организации сбора ягод и грибов.

В охотничье-промысловом хозяйстве с помощью фенологических наблюдений можно проверить, верны ли устанавливаемые каждый год сроки охоты для данного района, не назначаются ли они весной слишком рано, когда дичь еще не прилетела, или, наоборот, слишком поздно и захватывают гнездящуюся птицу. Осенью — не открывается ли охота, когда молодежь дичи еще не совсем окреп, а пушной зверь не закончил линьку. В строгой зависимости от хода сезонного замерзания водоемов и сезонных миграций рыбы планирует и

проводит лов рыболовецкий флот. «Зеленое строительство» при интенсивном росте наших городов нуждается в научно обоснованных фенологических сведениях для создания постоянных красочных аспектов в садах и парках. Больших успехов в этом отношении достигли южные города-курорты.

Медицинская фенология изучает сезонное развитие переносчиков болезней (малярийного комара, клещей, грызунов и пр.). Многие из них опасны в определенные этапы развития. Проводимые параллельно с изучением переносчиков болезней фенологические наблюдения помогают иногда установить неожиданные корреляционные зависимости, позволяющие своевременно провести профилактические мероприятия. Так, в Институте географии Сибири и Дальнего Востока фенологами была установлена связь между количеством клещей и сроками опадения листьев некоторых кустарников в предыдущем году. Знание фенологии лекарственных растений дает возможность проводить их сбор в то время, когда они обладают максимальной целебной силой.

Фенологические наблюдения для самого различного потребителя оформляются в виде фенологических карт, календарей природы, различных сводок, графиков, диаграмм и т. п.

Краткая историческая справка о развитии фенологии и ее современное состояние

Зарождение элементов наблюдения за сезонным развитием природы уходит своими корнями в глубокую древность. Можно без преувеличения сказать, что человек начал проводить фенологические наблюдения, естественно, не осознавая этого, с тех пор, как почувствовал себя человеком. Жизнь его тогда была связана с природой особенно тесно. До возникновения календарного летоисчисления время измерялось течением сезонных процессов. Сроки начала охоты, посева, сбора лекарственных трав связывались с определенными фенологическими сигналами — феноуказателями. Например, американские индейцы до прихода на материк европейцев определяли время посева кукурузы по достижению листьями американского белого дуба величины «белых ушек».

Веками накапливался народный опыт в стихийном изучении природы, в отыскании связей между различными сезонными явлениями. Наблюдаемое облекалось в форму пословиц и примет: «Если с деревьев лист чисто облетает, будет теплая зима», «Грачи сели на гнезда — через три недели выходить на посев», «Окунь клюет, когда шиповник цветет», «Если из березы течет много соку, то лето ожидается дождливым», «Птицы вьют гнезда на солнечной стороне — к холодному лету» и множество других.

Основоположниками научной фенологии, хотя она в это время так еще не называлась, можно считать французского ученого Р. Реомюра (1683—1757) и великого шведского естествоиспытателя К. Линнея (1707—1778). Первый провел параллельные наблюдения над ходом созревания зерновых культур и ходом температур, положив этим начало учению о суммах температур. Второй организовал на территории скандинавских стран первую фенологическую сеть с четкой задачей: охарактеризовать климатические особенности различных географических районов с помощью постоянных фенологических наблюдений. Сеть просуществовала недолго, но инициатива Линнея не была оставлена без внимания. В странах Западной Европы со второй половины XVIII в. многие исследователи начали вести систематические записи фенологических наблюдений.

В России до зарождения научной фенологии первые официальные фенологические наблюдения стали проводиться по указу Петра I. В 1721 г. он предложил А. Меншикову присылать ему из разных окрестностей строящегося тогда Петербурга веточки распускающихся деревьев «с надписанием чисел, дабы узнать, где раньше началась весна».

Интересно отметить, что Пышминский завод на Урале в XVIII в. был одним из трех пунктов в России, кроме Москвы и Петербурга, где по инструкциям Мангеймского метеорологического общества, поддержавшего почин К. Линнея по созданию обширной фенологической сети, проводились фенологические наблюдения. За 1790 и 1791 годы они были опубликованы в отчетах общества. Но как широкое общественное явление фенологические наблюдения на Урале развернулись значительно позже, с созданием в 1870 г. Уральского общества любителей естествознания (УОЛЕ). Организатором фенологической сети был ученый секретарь общества О. Е. Клер. Им была разработана специальная программа, которая рассылалась в различные пункты Урала. Оттуда фенологическая информация возвращалась обратно и концентрировалась в архивах УОЛЕ. В 80-е годы сеть объединяла в своих рядах максимальное число наблюдателей. Период ее расцвета на 15 лет опередил создание массовой фенологической сети добровольных корреспондентов на территории европейской части России. Организатором ее был один из крупнейших дореволюционных фенологов Д. Н. Кайгородов (1846—1924). Материалы кайгородовского архива, включающие наблюдения за 1895—1923 гг. позволили выявить основные географические закономерности хода весенних сезонных явлений для Русской равнины. Первая же уральская сеть прекратила свое существование к 1902 г. Собранные материалы в значительной степени остались не обработанными.

Возрождение массовой сети добровольных корреспондентов-

фенологов произошло на Урале уже при советской власти (в конце двадцатых годов) и связано с именем Владимира Алексеевича Батманова. В тридцатые годы сеть охватывала около 1000 наблюдателей и составляла 60 % от общесоюзной. Отдельные корреспонденты посылали свою информацию вплоть до 1950 г. Обобщение собранных материалов позволило В. А. Батманову уже в 1934 г. составить оригинальную биоклиматическую карту «Весеннее развитие растительности» для огромной Уральской области, охватывавшей территории современных Свердловской, Пермской, Челябинской, Тюменской областей и Башкирской АССР. На карте выделены трехдневные биоклиматические зоны, характеризующиеся определенной величиной фенологического указателя местности, представляющего собой среднюю дату из семи наиболее известных весенних явлений.

В настоящее время добровольной фенологической сетью в масштабе страны занимается Географическое общество СССР, его фенологический сектор. Кроме того, фенологические исследования проводят самые различные научно-исследовательские учреждения и организации главным образом биологического и физико-географического профиля.

На основании обобщения материалов, собранных сетями корреспондентов-фенологов, а также специальных исследований к настоящему времени выявлены в общих чертах основные закономерности сезонной динамики природы умеренного пояса. Из крупных работ последнего времени надо отметить книгу Г. Э. Шульца «Общая фенология» [1981], в которой имеется большой список советской и зарубежной литературы по фенологии, а также унифицированное руководство для добровольной фенологической сети «Фенологические наблюдения (организация, проведение, обработка)» [1982].

Уральский фенолог В. А. Батманов и его роль в развитии советской фенологии

Как указывалось выше, на Урале сложилось оригинальное направление в фенологии, создателем которого был Владимир Алексеевич Батманов, страстный натуралист, подлинный ученый-новатор, человек, не имеющий законченного высшего образования, но благодаря своей необыкновенной работоспособности и трудолюбию, природной одаренности и самобытности мышления достигший вершин научного творчества. Его жизнь — яркий пример бескорыстного служения и преданности науке.

Не сразу В. А. Батманов стал фенологом, хотя интерес к природе пробудился у него с раннего детства. Он родился 11 декабря 1900 г. в Екатеринбурге (Свердловске) в семье на-

родовольцев. Его отец, А. Н. Батманов, в 1884 г. был арестован за политическую деятельность и выслан на 5 лет из Петербурга в Архангельскую губернию без права после окончания ссылки занимать какие-либо государственные должности. По приезде в Екатеринбург он смог через некоторое время открыть нотариальную контору, что дало возможность обеспечивать выросшую до восьми человек семью. В семье Батмановых господствовал дух взаимопонимания, поддерживалась тяга к знаниям, любовь к природе. Книги были постоянными спутниками всех членов семьи, независимо от возраста.

Первое научное увлечение В. А. Батманова — энтомология. В реальном училище он был членом энтомологического кружка, собрал огромные коллекции насекомых, например только за 1918 г. им было собрано и определено 18 тысяч насекомых. В отличие от своих товарищей, которых манило все яркое и необычное, будущий фенолог искал интересное и новое в самых простых и обыденных вещах.

Фенологические наблюдения В. А. Батманов начал вести с 13 лет. С годами программа наблюдений расширялась. К 1924 г. относится его первая попытка связаться с другими фенологами — сначала с членами фенологического отдела Русского общества любителей мироведения, а затем с фенологическим сектором Центрального бюро краеведения. В конце 20-х годов небольшая группа энтузиастов во главе с В. А. Батмановым почти на общественных началах проводит поистине титаническую работу по созданию массовой добровольной сети корреспондентов-фенологов на Урале.

Огромный фактический материал, собранный этой сетью, стал основой для создания целого ряда фенологических карт. В. А. Батманов становится крупным специалистом фенологического картографирования. Им созданы фенологические карты не только для Урала и приуральских территорий, но и для всей страны. Карта «Сроки начала цветения черемухи и на юге СССР — вишни», опубликованная в «Атласе СССР», считается непревзойденной по математической обоснованности и объему информации. В. А. Батманов не только автор многих фенокарт, но, что особенно ценно, создатель новой методики фенологического картографирования, принятой в настоящее время системой Гидрометслужбы СССР.

Особенно велики заслуги В. А. Батманова в разработке методики самих фенологических наблюдений. Теоретически обосновав и усовершенствовав старые методы, а также создав целый ряд новых, он разработал стройное учение о методике фенологического наблюдения. Он преодолел консерватизм в подходе к существу фенологического наблюдения. Раньше единственной целью и конечным результатом такого наблюдения было установление даты наступления конкретного сезонного явления, его начала на определенной территории. В. А. Батманов

в число равнозначных задач фенолога включил определение фенологического состояния объекта на какое-то календарное число и разделение территории на зоны с различным фенологическим состоянием объекта в заданный день. Его методика дает возможность зафиксировать динамику сезонных процессов во времени целиком, а не одну-две точки, как было при старом подходе. Полученные данные хорошо поддаются математической обработке. Широкое применение новых методов поможет решению злободневных проблем фенологии — фенологической индикации и прогнозированию — на более высоком научном уровне.

В последние годы жизни, будучи уже тяжело больным человеком, Владимир Алексеевич не оставлял своей работы. У него по-прежнему рождались новые плодотворные идеи. Например, были сделаны наброски статьи о планетарной фенологии, в которой он наметил путь унификации фенологических наблюдений в масштабе всей планеты для получения сравнимых данных во всех географических поясах и зонах, открыта «вторая скорость развития», значительно расширяющая область фенологических исследований. До последних дней он продолжал вести подробнейший хронометраж (с точностью до 5 минут) своей жизни. Эти уникальные записи позволили ему выявить 6-летний жизненный ритм и 9-месячные волны подъема и спада своей работоспособности, что очень помогало при планировании работы. Но, видимо, еще более глубокие выводы из этих данных смогут впоследствии сделать специалисты, непосредственно занимающиеся биоритмами человека.

Научное наследие В. А. Батманова составляют около сотни опубликованных работ, много рукописных материалов; огромный интерес представляют личные дневники В. А. Батманова с фенологическими наблюдениями (за одну экскурсию в природу он проводил наблюдения примерно над тысячей объектов). Изданы замечательные научно-популярные книги: «Календарь природы г. Свердловска и его окрестностей» [1952], «О том, что не каждый знает» [1958], «Фенологические наблюдения в походе» [1961] и др. Но к сожалению, Владимир Алексеевич скончался, так и не закончив своего фундаментального обобщающего труда по фенологии, учебника, в котором была бы собрана воедино россыпь его оригинальных мыслей и новаторских идей, в настоящее время рассредоточенных по разным, часто очень небольшим и малоизвестным изданиям.

Теоретическое обоснование методов фенологических исследований (по В. А. Батманову)

Искомое и феноуказатель

В основе фенологических методов лежит задача более простым охарактеризовать более сложное. То более сложное, что мы должны характеризовать, В. А. Батманов называет *искомым*, а более простое, с помощью чего это делается, — *феноуказателем*. Например, искомое — срок, когда почва достигнет оптимальных свойств для посева кукурузы, феноуказатель — начало цветения черемухи; искомое — фенологическое состояние древостоя в сосновом лесу, феноуказатель — фенологическое состояние выборки в 100 сосен; искомое — определенная концентрация сахаров в растении, феноуказатель — средняя длина листовых пластинок данного растения достигла определенных размеров и т. д.

Необходимым качеством феноуказателя, во-первых, является хорошая связь с искомым (это наилучшим образом достигается, если искомое и феноуказатель обуславливаются комплексом одних и тех же причин), во-вторых, он должен обладать достаточной четкостью, чтобы наблюдение можно было провести с необходимой точностью.

По В. А. Батманову, в сферу теоретической фенологии входит разработка теории отдельных методов, моделирование наиболее рационального решения разных типов фенологических задач, систематика феноуказателей и т. д. На практике роль теоретической фенологии заключается в том, чтобы помочь исследователю любого профиля, конечно, если тема исследования так или иначе связана с сезонной динамикой природы, выбрать метод исследования.

Элементы фенологического наблюдения

Всякое фенологическое наблюдение можно разложить на три составных элемента: места, времени и фенологического состояния объекта. Последний элемент может характеризоваться с двух сторон и соответственно двумя показателями: временным и вещественным. Временной показатель указывает момент сезонного развития объекта, т. е. фиксирует, какая часть этого развития пройдена. Вещественный показатель характеризует, во что реализуется объект в процессе своего развития.

Пример. 25 мая 1958 г. в г. Свердловске начала цвести черемуха, цветение обильное.

25 мая 1958 г. — элемент времени.

г. Свердловск — элемент места (условное обозначение среды, где протекало явление).

Начала цвести черемуха — временной показатель фенологического состояния объекта.

Цветение обильное — вещественный показатель фенологического состояния объекта.

Пример. 13 декабря 1962 г. в поле у деревни Ивановки почва промерзла на 37 см.

13 декабря 1962 г. — элемент времени.

Поле у деревни Ивановки — элемент места.

Почва промерзла — временной показатель фенологического состояния объекта.

Промерзла на 18 см — вещественный показатель фенологического состояния объекта.

Каждый элемент может иметь бесчисленное множество значений, количественных и качественных.

Классификация фенологических методов

В процессе наблюдения значение какого-то одного элемента определяется, а значения других задаются заранее. В зависимости от того, значение какого элемента или показателя элемента определяется, фенометоды делятся на четыре группы. Если определяется значение элемента времени, то исследование относится к группе методов «регистраторы срока»; если значение временного показателя фенологического состояния объекта, то — к группе описательных методов; если значение вещественного показателя фенологического состояния объекта, то — к группе «индикаторы урожайности»; если значение элемента места, то — к группе экометрических методов.

По форме отчета методы делятся на два класса: первичные и интегральные. Первичные методы регистрируют значение определяемого элемента, как правило, без указания меры его типичности, т. е. дают качественную оценку. Интегральные, увеличивая число отчетов при наблюдении, дают возможность точно оценить величину размаха значений определяемого элемента, т. е. получить результат определенный и желаемой степени точности.

Ошибки наблюдения

Любое фенологическое наблюдение, независимо от выбранного метода, никогда не будет абсолютно точным. Ошибки наблюдения разделяются на две категории: ошибки, связанные с точностью названия значения заданных элементов, и ошибки, связанные с нахождением определяемого элемента. Потенциально каждый элемент фенологического наблюдения может быть задан. Ошибки первой категории зависят от того, насколько точно задано значение элемента. Например, заданное значение фенологического состояния *цветение березы* неточно, расплывчато. Что должен отметить наблюдатель: первые цветки у первых берез или первые цветки у большинства де-

ревьев? Если в задании нет ограничителя, то наблюдатели вольны поступить по своему усмотрению, что увеличит ошибку при обобщении материалов. Если элементом места указан г. Свердловск, то наблюдения могут различаться на несколько дней в зависимости от того, в какой части города они проведены. Если задана дата наблюдения, например 5 мая 1985 года, то и в этом случае могут быть получены несколько различные результаты, в зависимости от того, в какую часть суток будет проведено наблюдение. Из сущности ошибок первой категории явствует, что их величина до начала наблюдения может быть сведена наблюдателем до минимума.

Ошибки второй категории, или ошибка определяемого элемента, будут самыми большими и специфичными для каждой группы методов, поскольку каждая группа имеет свой определяемый элемент. И если ошибки первой категории в процессе наблюдения остаются постоянными, то величина ошибки значения определяемого элемента может быть уменьшена, причем для каждой группы методов по-своему. Как это делается, рассмотрим ниже при детальной характеристике методов.

Характеристика отдельных методов и их оценка

Из восьми методов (по В. А. Батманову) мы рассмотрим лишь те, которые можно рекомендовать для работы со школьниками.

Первичный метод группы регистраторов срока (обычный)

Данный метод очень долгое время среди фенологов был единственным, поэтому его можно назвать обычным или классическим методом фенологических наблюдений. Он необыкновенно прост и доступен всем категориям наблюдателей. Сущность метода заключается в определении значения элемента времени в процессе наблюдения при заранее заданных двух других (места и фенологического состояния). Наблюдатель отвечает на вопрос, *когда* наступило данное явление в данном месте. Более или менее регулярно посещая участок, наблюдатель должен зафиксировать две даты: последнюю, когда заданное сезонное явление еще не наблюдалось — *a*, и дату *b*, когда явление было отмечено впервые. Очевидно, истинная дата наступления явления *M* лежит в интервале *ab*. Точность проведенного наблюдения будет зависеть от величины промежутка *ab*, другими словами, от частоты посещения участка. Теоретически ошибку определяемого элемента в данном случае можно свести к нулю, если наблюдатель будет постоянно находиться у наблюдаемого объекта, что, конечно, нереально.

Не имея сведений о развитии объекта в интервале *ab*,

мы принимаем за нуль-гипотезу, что вероятность наступления искомого срока в любой точке промежутка *ab* одинакова, т. е. распределение возможных дат наступления явления равномерное. Тогда по закономерностям равномерного распределения наиболее вероятная дата наступления явления *M* будет лежать в середине интервала *ab* и определяться по формуле $M = \frac{a+b}{2}$; средняя ошибка вычисленной таким образом даты выводится по формуле $m = \pm \sqrt{\frac{(b-a)^2}{12}}$ *. Правильная запись наблюдения делается по следующей форме:

Год наблюдений _____ Место _____

Название явления	Последняя дата, когда явление еще не наблюдалось (<i>a</i>)	Дата, когда явление было отмечено впервые (<i>b</i>)	Наиболее вероятная дата наступления явления со средней ошибкой ($M \pm m$)
Начало сокодвижения березы (у первых 2—3 берез при проколе коры выступает капля сока)	10 апреля	14 апреля	12 ± 1 , 2 апреля

Правило полного отчета, т. е. запись двух дат *a* и *b*, была введена В. А. Батмановым в 1958 г. К сожалению, в огромных архивах добровольных фенологических сетей правило двойной записи не соблюдалось: дата *a* не записывалась, срок наступления явления отождествлялся с датой *b*. Результаты наблюдений значительно обесценивались, поскольку точность их оставалась неопределенной. Кроме того, для всех фенологических наблюдений, собранных обычным методом без соблюдения правила двойной записи, характерна односторонняя тенденция к отметке более поздних дат по сравнению с истинными.

Проводя наблюдения обычным методом по одной и той же программе, т. е. отмечая даты наступления одних и тех же явлений, по крайней мере, в течение трех лет, можно приступить к созданию календаря природы. Он отражает среднюю многолетнюю последовательность сезонных явлений в данной местности. Чем дольше проводятся наблюдения первичным методом регистраторов срока, тем надежнее будут выводимые из них даты. Имея календарь своего района, можно оценить

* Поскольку студентам географо-биологического факультета не читается курс вариационной статистики, в конкретном случае и во всех остальных (см. ниже) формулы мы приводим без вывода и обоснования, заимствуя их из распространенных учебников и учебных пособий по математической статистике.

фенологические особенности текущего года. Отклонения сроков наступления сезонных явлений конкретного года от средних многолетних дат называются *феноаномалиями*. Наблюдение за изменением феноаномалий с ходом сезона создает основу для фенологического прогнозирования. Составление календарей природы — одна из наиболее известных и распространенных форм ведения фенологических наблюдений в школе.

В заключение рассмотрим положительные стороны и недостатки обычного метода. Достоинства его можно свести к трем следующим положениям: 1) простота и доступность, 2) получение ошибок наблюдения сразу во временных единицах (что свойственно не всем методам), 3) фенологическое состояние объекта задается заранее, что позволяет подыскать явления более четкие и легко наблюдаемые.

Первый большой недостаток метода — его неприемлемость в экспедициях, походах, экскурсиях. Он пригоден только для стационарных наблюдений на постоянных участках, поскольку требует многократных посещений. Именно поэтому мы рекомендуем первичный метод регистраторов срока для постоянных наблюдений в школе и не можем его применить на полевой практике студентов. Кроме того, применение метода становится невыгодным, если наблюдаемые объекты сильно удалены от местожительства наблюдателя или наблюдения проводятся за большим количеством объектов, поскольку повышение точности наблюдения зависит от частоты посещения участка. И последнее: с помощью данного метода характеризуется весьма ограниченное количество точек сезонных процессов, чаще всего начало и конец.

Итак, обычный метод можно рекомендовать для фенологических наблюдений за небольшим количеством объектов, расположенных близко от местожительства наблюдателя или его постоянных маршрутов, а также если можно обойтись грубыми, ориентировочными сведениями. В последнем случае снижение трудоемкости наблюдения возможно путем увеличения интервала между посещениями.

Методы описательной группы

Методы данной группы лишены основного недостатка обычного метода — они не требуют многократного посещения участка. Одно обследование дает законченный результат. Сущность их заключается в описании временных показателей фенологического состояния объекта в данный день на определенной территории. По форме отчета описательные методы делятся на первичный и интегральный.

Первичный описательный метод. В отличие от интегрального, первичный описательный метод может быть оценен, как грубый, ориентировочный, плохо поддающийся математической обработке. Он создает определенную базу для работы более

точными интегральными методами. Объектом изучения при работе описательным первичным методом может быть либо изолированная единица, либо совокупность (березовая роща, луг). Но в любом случае результатом наблюдения будет одно значение временного показателя фенологического состояния и для отдельной единицы, и для совокупности в целом.

Подобно тому, как при первичном методе регистраторов срока наиболее вероятная дата наступления явления лежит в интервале ab , где a — последняя дата, когда явление не наблюдалось, а b — дата, когда явление было отмечено впервые, при первичном описательном методе истинное (искомое) значе-

Таблица 1. Зависимость между точностью регистрации фенологического состояния объекта и формулировкой фиксируемых временных показателей

Вариант наблюдений	Временные показатели фенологического состояния объекта	
	последний из числа пройденных	первый из числа ненаступивших
1	Одни бутоны	Единичные цветки
2	Часть бутонов достигла предельной величины	Единичные венчики наполовину приоткрылись
3	Часть бутонов начала белеть (между чашелистиками видны лепестки)	Лепестки отдельных цветков начали раздвигаться

ние фенологического состояния в момент наблюдения лежит в интервале ab , где a — уже пройденное фенологическое состояние, а b — еще не наступившее. Например, 28 мая 1982 г. в окрестностях г. Свердловска мужские шишки сосны обыкновенной достигли нормы, но еще не пылят. В записи Мужские шишки достигли нормы зафиксировано уже пройденное фенологическое состояние (a); еще не пылят — фенологическое состояние, еще не наступившее (b). Точность наблюдения при описательном первичном методе определяется степенью детальности описания: чем больше нам удастся сблизить точки a и b , тем меньшую ошибку мы допустим при наблюдении (см. табл. 1).

Такие наблюдения возможны только для специально подготовленных наблюдателей, хорошо представляющих нормальную последовательность сезонных явлений у изучаемого объекта. Чтобы работать описательным первичным методом в такой форме, необходимо иметь разработанные шкалы нормальной последовательности явлений, т. е. перечень фенологических состояний объекта, следующих друг за другом. Пока таких шкал очень мало. Из опубликованных можно упомянуть лишь шкалу, составленную В. А. Батмановым (1960) для весеннего развития черемухи. За 36 дней наблюдений им отмечено 29 фенологических состояний этой древесной породы.

Одно элементарное наблюдение первичным описательным методом мало что дает. Обычно используют системы элементарных наблюдений. Сбор материала возможен по двум направлениям: обширная фенологическая информация об одном объекте и краткие фенологические сведения о большом количестве объектов. В первом случае лучшей формой записи является дневниковая. Приведем пример такой записи. Фенологическое состояние сосны 1 сентября 1979 г. на заболоченном участке в окрестностях г. Свердловска: *Хвоя у сосны еще интенсивно зеленая, примеси осенней желтизны почти незаметно. Молодая хвоя по цвету не отличается от прошлогодней. Четырехлетняя хвоя, готовящаяся к опадению, вся желтая, еще блестящая — не пожелтела. Идет интенсивный хвоепад. Почки на концах побегов полностью сформированы. На боковых ветвях длина их 7—10 мм, верхушечные несколько больше. Все они покрыты смолистой оранжевой чешуей. Шишки урожая текущего года бурые, плотно закрыты. Щитки старых серо-коричневых шишек, продолжающих висеть на дереве, открыты, семена из них давно вылетели. Озимые шишечки маленькие (около 5 мм), буроватые, прижаты к стеблю. Их совсем незаметно.* В этой записи можно насчитать 15—16 элементарных наблюдений первичным описательным методом. Такие описания очень полезны для развития наблюдательности у учащихся. Они заставляют обращать внимание на то, что не замечается в повседневной жизни, задумываться над причинами и взаимосвязями явлений.

Второе направление при работе первичным описательным методом: сбор фенологических данных по большому количеству объектов, но с предельно краткой информацией по каждому из них. Причем объекты могут быть по характеру однородными, как, например, растения при геоботанических обследованиях, или совершенно разнородными, как при составлении комплексных фенологических характеристик природы на день экскурсии. Если объекты однородны, для экономии времени в полевых условиях удобно использовать символические (буквенные или значковые) обозначения фенологического состояния этих объектов (табл. 2).

При составлении комплексных фенологических характеристик природы на день экскурсии мы рекомендуем вести дневниковые записи, но по определенному плану (см. с. 38). Составление характеристик, отмечающих фенологическое состояние всех природных компонентов, способствует цельному восприятию ландшафта наблюдателем. Иногда даже довольно опытные фенологи хорошо представляют отдельные сезонные явления, но не обращают внимания на сопряженность их друг с другом. Например, далеко не каждый может восстановить по памяти картину природы в период зеленения березы. Какие события происходят в неорганическом мире, как развиваются в это время другие растения, как ведут себя животные? Ответы на та-

Таблица 2. Основные фенологические состояния растений и их обозначения (по Б. А. Быкову)

Состояние	Буквенное обозначение	Символическое обозначение	Описание	Символическое обозначение	Символическое обозначение
Зачатки	з	.	Появление соцветий и спороносных листьев	соцв	↑
Всходы, почки	вс, пч	∧	Бутонизация и спорообразование	бт	∩
Начало вегетации	нвг	↗	Начало цветения и спороношения	нцв	∪
Вегетация	вг	+	Полное цветение и спороношение	пцв	○
Конец вегетации	квг	↘	Конец цветения и спороношения	кцв	↖
Перерыв вегетации, покой	пок	=	Созревание плодов и спорангиев	созр	+
Отмирание	отм	∨	Зрелые плоды и спорангии	пл, сп	●
Мертвое состояние	м	×	Осыпание плодов, семян, спор	ос	∪
			Генерация закончена	зак	△
			Нет признаков генерации	нет	≡

кие вопросы помогают установить прямые и опосредованные связи между сезонными явлениями, создают благоприятную почву для рождения фенологических примет.

Специфическими формами записей наблюдений описательным первичным методом являются фотографии, зарисовки, фенологические фотогербарии, сделанные в день наблюдений. Все их можно рекомендовать для работы со школьниками.

Итак, общим достоинством методов описательной группы является возможность в большинстве случаев получить окончательный результат за одно наблюдение. Достоинство описательного первичного метода — возможность дать очень обширную информацию о развитии объекта или объектов, которая может стать базой для работы более точными методами. К недостаткам метода надо отнести трудность оценок фенологического состояния объектов наблюдения для неспециалистов, отсутствие единых единиц измерения, способных сделать все наблюдения сравнимыми. Несмотря на это, описательный первичный метод заслуживает широкого внедрения в практику школьных фенологических исследований, поскольку пригоден для использования в однодневных экскурсиях, экспедициях, туристских походах, развивает наблюдательность и расширяет кругозор учащихся.

Интегральный описательный метод. При описательном интегральном методе, как и при описательном первичном, характеризуется временной показателем фенологического состояния объекта при заданных значениях элементов времени и места. Но характеристика дается совсем другим образом. Сущность интегрального описательного метода заключается в определении процента учетных единиц, перешедших в своем

задания ф. с, или же

сезонном развитии заданное фенологическое состояние в данный день на определенной территории.

Специальные термины метода — межа и учетная единица. *Межа* — это выбранное для наблюдений сезонное явление, определенная точка сезонного развития учетной единицы. Она служит разграничителем учетных единиц на две категории: не дошедшие до нее и миновавшие ее, например начало разворачивания листьев, массовое поспевание плодов, начало цветения, крона дерева пожелтела наполовину, конец массового листопада, окончание кладки у какого-то вида птиц, оттаивание почвы до определенного предела. Название меж можно заимствовать из фенологических программ, а можно выбирать самим, руководствуясь задачами конкретного исследования.

Правильный выбор меж имеет большое значение. Обычно в момент наблюдения у объекта можно обнаружить сразу несколько меж. Например, одно растение одновременно может иметь особи, у которых в наличии только бутоны, особи, в соцветии которых появились первые раскрытые цветки, особи, у которых раскрытых цветков половина или больше, и, наконец, особи, у которых появились первые отцветшие цветки. В этом случае наблюдения можно вести сразу по трем межам: начало цветения, массовое цветение, начало отцветания. При камеральной обработке материалов можно оставлять те меж, которые на день исследования дали лучшие результаты.

Признаками хорошей меж являются четкость и глазомерность. У наблюдателя не должно возникать сомнения, пройдена межа учетной единицей или нет. Например, четкой межой будет *распускание венчика цветка*, довольно расплывчатой — *начало пожелтения листьев*. Последнюю между можно конкретизировать: *появление заметного числа отдельных желтых листьев или единичных желтых прядей в кроне дерева*. Если межа глазомерная, то трудоемкость подсчета в полевых условиях значительно уменьшается.

Учетная единица это то, что подсчитывается при наблюдении интегральным методом. Учетные единицы должны легко разграничиваться при подсчете и по возможности быть независимыми в развитии друг от друга. По характеру учетные единицы могут быть весьма разнообразными. Для растений за учетную единицу чаще всего принимается одна особь. Но иногда растения, особенно травянистые, сильно переплетаются между собой, и разграничить особи становится затруднительным. Тогда за учетную единицу можно взять их совокупность (кочку, дерновинку, площадку определенной величины) или часть особи (лист, побег, цветоножку). Для неорганической природы за учетную единицу может быть взята точка, например при наблюдениях за весенним оттаиванием почвы.

Теоретически учетные единицы должны быть однородными. Но практически добиться такого положения трудно. Мери-

лом нашего отношения к неоднородности учетных единиц должна быть степень влияния ее на результат наблюдения: возможное искажение не должно выходить за пределы заданной точности. Так, мы сделаем меньшую ошибку, если для изучения фенологических различий между низшими ландшафтными геокомплексами на Среднем Урале будем проводить наблюдения по березе, не разделяя ее на два вида (пушистую и бородавчатую), чем объединив в одну совокупность взрослые деревья и подрост одного вида. Во втором случае учетные единицы фенологически получатся более неоднородными, чем в первом.

В полевых условиях наблюдения интегральным описательным методом проводятся следующим образом. На взятом для наблюдений участке с достаточным количеством учетных единиц без какой-либо тенденции к выбору, т. е. все подряд, просматривается и оценивается n -е количество учетных единиц. Каждая учетная единица оценивается определенным баллом в зависимости от своего фенологического состояния: учетные единицы, не дошедшие до первой меж, обозначаются баллом 0, перешедшие первую между — 1, перешедшие вторую — 2 и т. д. В полевых условиях баллы удобно заносить в заранее заготовленные клетчатые квадраты или прямоугольники с n -м количеством клеточек: для каждой учетной единицы одна клеточка. С заполнением всех клеточек заканчивается наблюдение. Допустим, мы проводили наблюдения по одной меже и на участке дали оценки 25 учетным единицам. Запись наблюдения в полевых условиях будет иметь следующий вид:

1	0	1	1	0
0	1	0	0	0
0	1	0	1	1
0	0	0	0	1
0	1	1	1	1

После проведения наблюдения подсчитывается количество учетных единиц с определенным баллом, а затем вычисляется процент учетных единиц, перешедших каждую взятую для наблюдений между. В приведенном примере 13 учетных единиц имеют балл 0, т. е. не дошли до меж, и 12 с баллом 1, т. е. перешли ее. Таким образом, процент учетных единиц, перешедших между, равен 48. Это и будет окончательный результат наблюдения.

Точность наблюдения оценивается точностью определения процента. Поскольку мы оцениваем не всю совокупность, а только выборку из нее, полученный процент есть лишь один из возможных вариантов ответа на поставленный вопрос. Если бы мы провели наблюдения над другой выборкой учетных единиц этой же совокупности, то процент мог быть иным. О величине возможных отклонений дает представление средняя ошибка определения процента, вычисляемая по формуле

$m = \pm \sqrt{\frac{x(100-x)}{n-1}}$, где x — процент учетных единиц, перешедших между, а n — количество просмотренных учетных единиц. В приведенном примере: $m = \pm \sqrt{\frac{48 \times 52}{24}} = \pm 10\%$.

Как видно из формулы, при увеличении n ошибка уменьшается. Так, при n , равном 100, она равна уже $\pm 5\%$. Следовательно, точность наблюдения при работе интегральным описательным методом увеличивается сравнительно нетрудоемким путем — увеличением числа просматриваемых учетных единиц.

Для решения каких практических задач используются вычисленные ошибки? Прежде всего они необходимы для обоснования математической достоверности различий. Например, наблюдения интегральным методом были проведены на двух участках. На первом процент учетных единиц, перешедших между, оказался равным $61 \pm 10\%$, а на втором — $48 \pm 5\%$. Можем ли мы утверждать на основании полученных результатов, что сезонное развитие изучаемого объекта на первом участке идет с опережением по сравнению со вторым? Ведь разница между участками, равная 13% , могла получиться случайно, поскольку проценты учетных единиц, перешедших между, на обоих участках имеют существенные ошибки. Существенна ли получившаяся разница или она лежит в пределах случайных отклонений, помогает установить показатель существенности разницы t . Он вычисляется по формуле $t = \frac{M_1 - M_2}{\sqrt{m_1^2 + m_2^2}}$, где

M_1 и M_2 — проценты учетных единиц, перешедших между, соответственно на первом и втором участках, а m_1 и m_2 — их ошибки. Полученный t -критерий сравнивается с критерием надежности. Последний для наших целей равен 1,96. Если показатель существенности разницы равен или больше 1,96, разница между сравниваемыми участками математически доказана, если же меньше, то лежит в пределах случайных отклонений. В нашем примере $t = 1,16$. Следовательно, рано еще искать причины, вызывающие опережение сезонного развития объекта на первом участке, надо подтвердить наличие факта дополнительными обследованиями, т. е. постараться уменьшить ошибку определения процентов. Как указывалось выше, для этого необходимо увеличить количество просматриваемых на каждом участке учетных единиц. Опыт показывает, что для древесных растений n можно брать меньше (25—100), чем для травянистых растений, обладающих большей индивидуальной изменчивостью. Для последних n меньше 100 дает плохие результаты.

Одним из значительных преимуществ описательного интегрального метода является возможность с его помощью проследить все развитие явления, а не только зафиксировать

избранные точки (начало, конец, иногда середина). Для этого необходимо провести повторные обследования участка. Каждый раз наблюдения делаются по одной и той же меже, лучше, если в выборку будут входить примерно одни и те же учетные единицы (см. табл. 3).

Цифровые данные наносятся на сетку координат, где по оси абсцисс откладываются даты, а по оси ординат соответствующие им проценты учетных единиц, перешедших между (рис. 1). Точки соединяются между собой, и мы получаем графическое представление о развитии между во времени. Накапливая подобные данные в течение нескольких лет, можно получить осредненные фенологические кривые, которые принимаются за эталоны выбранных сезонных явлений (меж) и используются как инструмент для перевода процента в более определенные единицы измерения — сутки. Покажем на примере, как это делается. На рис. 1 нанесены результаты наблюдений еще за два года. Через проценты, кратные 10, проводим прямые, параллельные оси абсцисс; от точек пересечения их с однолетними кривыми опускаем перпендикуляры до оси дат и таким образом интерполируем за каждый год сроки наступления

процентов, взятых для построения эталона. Вывод ряда дат для эталона, представляющий собой средние арифметические даты за все годы, удобно сводить в таблицу (см. табл. 4).

Чем больше лет проводились наблюдения, тем сильнее усредняются условия, и эталон приближается к кривой нормального распределения, имеющей правильную симметричную форму. Имея эталон, можно, как указывалось выше, переводить проценты учетных единиц, перешедших между, в отклонения от эталона, выраженные в сутках. Например, на каком-то участке (может быть, весьма отдаленном) и в какой-то год 15 мая был получен процент учетных единиц, перешедших между, для которой построен эталон, равный 5. По эталону же (см. рис. 1) этот процент достигается 10 мая. Значит, для участка характерно запаздывание по сравнению с эталоном на 5 дней. Выясняя отклонения от эталона различных участков, мы на основании одно-

Таблица 3. Результаты наблюдений за три года

Дата	Процент учетных единиц, перешедших между
Первый год	
3 мая	0
5 мая	10
7 мая	65
9 мая	91
10 мая	100
Второй год	
6 мая	0
8 мая	5
12 мая	10
14 мая	30
17 мая	95
19 мая	100
Третий год	
14 мая	0
17 мая	7
18 мая	20
20 мая	85
22 мая	100

кратного обследования можем узнать разницы в сутках и между самими участками, что невозможно при проведении наблюдений другими методами.

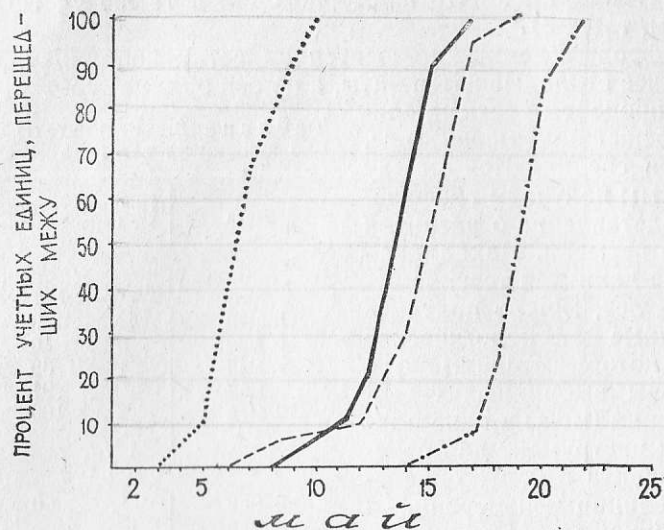


Рис. 1. Построение эталона развития межи: 1 год, — — — 2 год, — · — · — 3 год, ————— эталон

В заключение дадим общую оценку методу. Интегральный описательный метод для получения окончательного отчета не требует систематического посещения участка, а поэтому

Таблица 4. Расчет дат для эталона

Процент учетных единиц, перешедших между	Сумма дат наступления процента за три года	Даты для эталона
0	23,0	7,7
10	34,3	11,4
20	36,3	12,1
30	38,0	12,7
40	39,3	13,1
50	40,5	13,5
60	41,4	13,8
70	42,8	14,3
80	44,3	14,8
90	46,2	15,4
100	51,0	17,0

может быть рекомендован для использования во время экскурсий, экспедиций и туристских походов. В 1961 г. вышла брошюра В. А. Батманова «Фенологические наблюдения в походе», в ко-

торой он впервые в популярной форме знакомил читателя с данным методом.

Результаты наблюдений, полученные с помощью интегрального описательного метода, хорошо поддаются математической обработке. Повышение точности отсчета определяется числом, т. е. количеством просмотренных учетных единиц. Это менее трудоемко, чем может показаться на первый взгляд. Исследователей, не работавших интегральным описательным методом, может пугать необходимость больших подсчетов. Опыт показывает, что при удачно выбранной меже и учетной единице оценка идет со скоростью счета. Например, захронометрировано, что один человек осматривает 100 растений чины весенней за 2 минуты.

Наконец, третье достоинство интегрального описательного метода: с его помощью можно зафиксировать и использовать для дальнейшей обработки любую точку сезонного развития объекта, а не только 2—3, как при работе другими методами.

В качестве недостатков для интегрального описательного метода можно отметить большую требовательность к количеству объекта. Если последний распространен на территории единично или ограниченно, применять метод не имеет смысла. Иногда представляет трудность выбор четкой межи. Когда задачи исследования расширяются, например для построения эталонов меж, трудоемкость повышается, и уже однократными обследованиями ограничиться нельзя.

Методы группы индикаторов урожайности

Методы данной группы характеризуют вещественный показатель фенологического состояния объекта в данный день на обследуемой территории. Название группы «Индикаторы урожайности», с нашей точки зрения, не совсем удачно. Оно очень громоздко и требует дополнительного разъяснения. Урожай, урожайность в данном случае понимаются очень широко. К вещественным показателям фенологического состояния объекта, кроме урожая в обычном понимании этого слова (плодов, семян и т. п.), В. А. Батманов отнес и самые различные морфометрические параметры растений и животных: размеры листьев, стеблей, корней, крыльев птиц и бабочек, их раскраску, величину кладок и т. д. Сюда же надо относить и вещественные показатели, характеризующие фенологическое состояние объектов неорганической природы, такие как высота снежного покрова, глубина промерзания и оттаивания почвы, температура.

Методы этой группы разработаны теоретически еще слабо. При работе первичным методом индикаторов урожайности, как правило, пользуются различными шкалами глазомерных оценок. Для примера дадим шкалу глазомерной оценки обилия

цветения, помещенную в книге «Фенологические наблюдения (организация, проведение, обработка): Унифицированное руководство для добровольной фенологической сети» [1982, с. 217]:

- 0 — в год наблюдений данное растение не цело.
1 — цветение очень слабое. Цветки имеются лишь у отдельных растений данного вида.
2 — цветение слабое. Небольшое количество цветков у многих растений данного вида.
3 — цветение среднее. Умеренное количество цветков у многих растений данного вида.
4 — цветение хорошее. У большинства растений много цветков.
5 — цветение очень хорошее. Очень большое количество цветков у подавляющего большинства растений данного вида.
(Оценка производится в период разгара цветения.)

Подобные шкалы есть для оценки плодоношения ягодников, урожая шишек, плодов и семян древесных пород и кустарников, урожая съедобных грибов и т. д. При работе этим методом не производится подсчетов и измерений, урожай, как видно из приведенной шкалы, оценивается весьма приблизительно.

Интегральный метод индикаторов урожайности значительно более точный. Подобно интегральному описательному методу, его можно назвать методом суммированного отчета. Результат проведенного наблюдения складывается как обобщение n -го числа ответов на поставленный вопрос. Опубликованных практических рекомендаций по этому методу нет. Мы разберем типичный пример использования интегрального метода индикаторов урожайности, который будет апробироваться во время полевой практики и может быть рекомендован для школьных фенологических исследований. В качестве вещественного показателя выбрана высота стебля какого-либо травянистого растения. На участке измеряется высота у n растений. Обычно мы рекомендуем для подобных целей брать 50 учетных единиц. В полевых условиях результаты измерений, как при интегральном описательном методе, удобно заносить в клетчатые квадраты или прямоугольники (для одной учетной единицы одна клетка), но оценка дается не в баллах, а выбранных единицах измерения, например в сантиметрах. Допустим, проведенные измерения дали следующие результаты:

5	7	15	8	11	9	6	12	10	7
14	7	9	11	6	6	8	6	9	13
9	8	10	13	7	6	11	6	7	10
10	12	5	7	11	9	14	5	9	6
8	10	7	13	4	8	10	8	7	12

Основные параметры выбранного для наблюдений вещественного показателя — его средняя арифметическая величина и мера ее изменчивости. Средняя высота в нашем примере около 9 см. Мера изменчивости обычно характеризуется средним квадратическим отклонением σ , которая вычисляется по форму-

ле $\sigma = \pm \sqrt{\frac{\sum(M - \bar{M})^2}{n - 1}}$, где M — отдельные измерения, \bar{M} — средняя арифметическая величина, n — количество измеренных учетных единиц (в нашем случае 50). Среднее квадратическое отклонение у нас получилось равным $\pm 2,7$. Зная его, можно вычислить среднюю ошибку средней арифметической: $m = \pm \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = \pm 0,4$.

Важным показателем, делающим сравнимой величину изменчивости самых различных единиц, является коэффициент вариации. Он характеризует отношение среднего квадратического отклонения к своей средней арифметической, выраженное

в процентах: $V = \frac{\sigma}{\bar{M}} \times 100\%$. Существуют разные уровни изменчивости признаков. Так, по С. А. Мамаеву, очень низкий уровень изменчивости характеризуется коэффициентами вариации менее 7%, низкий — 7—15%, средний — 15—25%, повышенный — 25—35%, высокий — 35—50%, и очень высокий более 50%. Чем ниже уровень изменчивости, тем надежнее, точнее феноуказатель, тем меньше можно брать n для получения одинаковой точности наблюдения. В нашем примере коэффициент вариации равен 30%, т. е. является повышенным.

Средние ошибки при работе рассматриваемым методом, как и при интегральном описательном, нужны для установления математической достоверности получающихся при исследованиях различий, например при сравнении двух участков. Вычисляется показатель существенности разницы, который затем сравнивается с критерием надежности, и делаются определенные выводы. Интегральный метод индикаторов урожайности как точный, хорошо поддающийся математической обработке, но в то же время достаточно трудоемкий можно рекомендовать больше для каких-либо специальных исследований, особенно связанных с оценкой степени благоприятности условий различных геокомплексов или сбором материала по полиморфизму растений и животных.

Методы экометрической группы

Сущность их заключается в отыскании значения элемента места при заданных значениях времени и фенологического состояния объекта. Исследователь отвечает на вопрос: где на данное число объект находится в определенном фенологическом состоянии. Практически при работе экометрическими методами территория разбивается на зоны с разным фенологическим состоянием объекта. «Территорию среды измеряю», — так предложил В. А. Батманов трактовать название данной группы методов.

Мы остановимся только на характеристике экометрическо-

го первичного метода, поскольку экометрический интегральный метод из-за своей сложности не может быть рекомендован для работы в школе. Главная задача элементарного наблюдения при первичном экометрическом методе заключается в нахождении точки x , лежащей на предельной линии, разграничивающей точки с различным фенологическим состоянием объекта. Допустим, что исследование проведено в двух точках. В одной из них объект находится в фенологическом состоянии a , а в другой — в b . На прямой, соединяющей точки a и b , мы должны найти точку x , которая относится к линии, разбивающей территорию на зоны с различным фенологическим состоянием объекта (в нашем примере на зону точек a и зону точек b).

Аналогично первичным методам — регистратору срока и описательному, не имея информации о том, что располагается между a и b , мы допустим наименьшую из возможных максимальных ошибок, если предположим, что искомая точка x лежит в середине интервала ab . Чем меньше расстояние между точками обследования, тем точнее наблюдение.

Элементарное наблюдение первичным экометрическим методом дает мало. Для разделения территории на зоны с различным фенологическим состоянием объекта необходима система элементарных наблюдений, что осуществляется путем экометрических съемок. Они могут быть сплошными и маршрутными. Сплошные съемки возможны только при равномерном распространении объекта. Из неорганической природы объектами для сплошных съемок могут быть снег, почва. Для растений также возможно проведение сплошных съемок, если какой-то вид равномерно и в большом количестве встречается по всей территории. Если объект распространен по территории неравномерно, но все-таки в достаточном количестве, можно проводить маршрутные экометрические съемки. При сплошных съемках точки обследования располагаются в геометрическом порядке на одинаковом расстоянии друг от друга, при маршрутных — их расположение обуславливается выбранным маршрутом и встречаемостью объекта.

Во время проведения съемки в полевых условиях заполняется дневник съемки, в котором записываются результаты наблюдений в каждой точке, и абрис съемки, где показывается в масштабе взаимное расположение точек. Лучше, если для этих целей имеется топографическая основа. Точкой при экометрических съемках может быть и целый участок, если наблюдения во время съемки проводятся интегральными методами (описательным и индикаторов урожайности), т. е. название «точка» в данном случае условно, под ней подразумевается та площадь, с которой взят один отсчет фенологического состояния изучаемого объекта.

Рассмотрим этапы камеральной обработки материалов съемки. При этом возможны два случая: 1) наблюдения в точ-

ках по маршруту проводятся лишь с качественной оценкой фенологического состояния объекта, 2) результаты наблюдений получены в виде цифр. На рис. 2 показана последовательность обработки материала в первом случае. Сначала на абрис около каждой точки наносится результат наблюдения: в нашем примере фенологическое состояние a или b (рис. 2, а). Затем сосед-

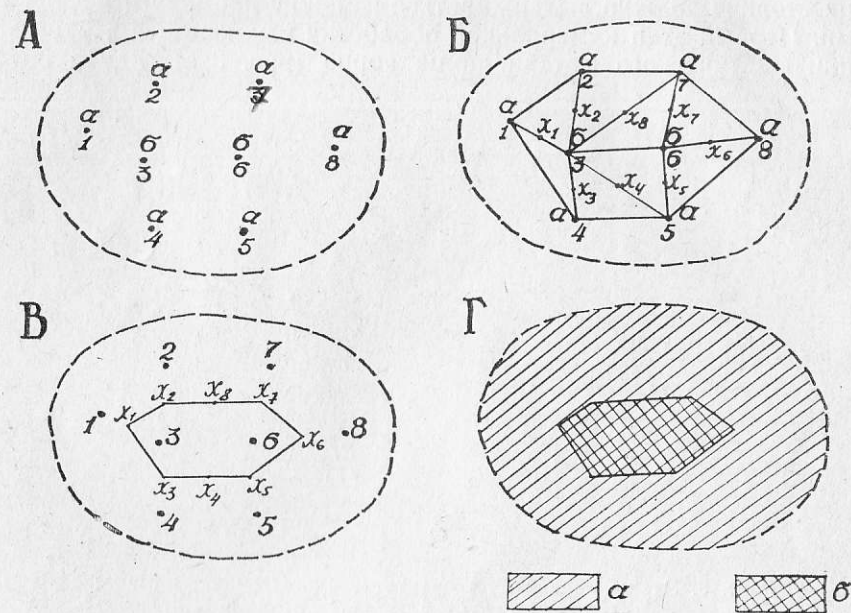


Рис. 2. Этапы обработки материалов экометрической съемки с качественной оценкой фенологического состояния объекта

ние точки соединяются прямыми линиями и каждая пара анализируется (рис. 2, б). Задачей каждого элементарного наблюдения при первичном экометрическом методе, как указывалось выше, является нахождение предельной точки x , лежащей на линии, разграничивающей территорию на зоны с различным фенологическим состоянием объекта. У нас получилась типичная система элементарных наблюдений, т. е. задача расширилась: надо найти не одну точку x , а все возможные. По нашей нуль-гипотезе точки x лежат в серединах интервалов, полученных между точками обследования. Найденные таким образом точки $x_1, x_2 \dots x_8$ соединяются и образуют искомую предельную линию (рис. 2, в), разбивающую территорию на две зоны с различным фенологическим состоянием объекта. Полученные зоны заштриховываются или раскрашиваются в соответствии с выбранными условными обозначениями (рис. 2, г).

2) Второй случай обработки результатов экометрической съемки, с количественными показателями, рассмотрим на обработке фрагмента сплошной съемки по глубине снежного покрова. В полевых условиях промеры глубины снега определяются снегомерной рейкой с точностью до 1 см. Расстояние между участниками съемки мы рекомендуем 3—5 м. Такое же расстояние должно выдерживаться и между промерными линиями. Первый этап камеральной обработки заключается в нанесении фактического материала на абрис (рис. 3, а). Затем оце-

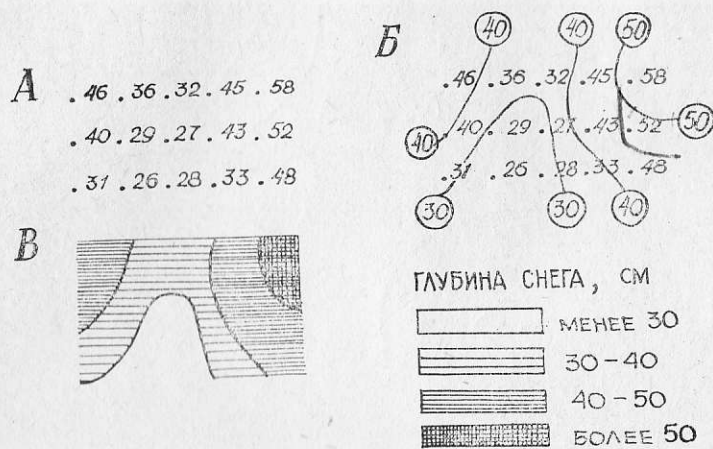


Рис. 3. Этапы обработки результатов сплошной экометрической съемки по глубине снежного покрова

нивается цифровой разброс результатов промеров. В нашем случае наименьшая глубина 26 см, наибольшая 58 см. Для разбивки территории на зоны надо выбрать значения изолиний. Обычно их выбирают, кратными 10 или 5. Здесь целесообразно взять изолинии 30, 40 и 50 см. Проведение изолиний, соединяющих точки с одинаковой глубиной снежного покрова, осуществляется методом интерполяции. Предполагается, что глубина снежного покрова от точки к точке изменяется равномерно. На самом деле это далеко не так. Однако мы не имеем никакой дополнительной информации по этому поводу. При проведении изолиний для контроля всегда надо помнить, что по одну сторону изолинии располагаются значения, большие ее по величине, а по другую — меньшие (рис. 3, б). Последним этапом обработки результатов съемки является составление шкалы глубины снега и раскраска или штриховка карты в соответствии с ней (рис. 3, в).

Экометрические методы отличаются от других своей ярко выраженной географичностью. Они достаточно сложны, но дают

интересный материал для характеристики природы, а поэтому могут быть рекомендованы для внеклассной работы, особенно в кружках природоведческого профиля.

ОРГАНИЗАЦИЯ ПОЛЕВОЙ ПРАКТИКИ ПО СЕЗОННЫМ НАБЛЮДЕНИЯМ В ПРИРОДЕ

Одной из особенностей полевой практики по сезонным наблюдениям в природе является ее разорванность во времени. Начинается практика осенью, в конце сентября или первую неделю октября, сразу же после возвращения студентов с сельскохозяйственных работ. Второй день проходит зимой, в феврале, в первую неделю после студенческих каникул. Третий — в апреле (2—3 степени весны), четвертый — во второй декаде мая (4—5 степени весны), а пятый — в начале июня, т. е. уже летом. Завершается полевая практика камеральной обработкой наблюдений, проведенных в разные сроки, и зачетом.

Вторая особенность — практика всегда проводится в одном месте, по одному и тому же маршруту. Район практики — западно-юго-западные окрестности Свердловска. Он расположен в восточных предгорьях Среднего Урала, в пределах Верх-Исетского гранитного массива. По маршруту неоднократно встречаются выходы гранитов на поверхность. Рельеф увалистый. Невысокие увалы (их высота над уровнем моря не более 250—320 м) и кряжи чередуются с плоскими, часто заболоченными депрессиями. Это и позволило выбрать сравнительно недлинный, но показательный маршрут, пересекающий основные типы ландшафтных геокомплексов данной местности. Маршрут проложен через два сложных урочища: Карасий торфяник и Варнацкий кряж. Первое из них занимает вторую надпойменную террасу правого берега р. Исети. Пойма и первая надпойменная терраса были затоплены с созданием в первой половине XVIII века Верх-Исетского пруда. В настоящее время поверхность торфяника довольно плоская и невысоко поднимается над урезом воды. Микрорельеф представлен кассандрово-багульниковыми кочками высотой от 10 до 50 см. Почвы торфяные и торфянистые, с мощностью торфа до 1,5—2,0 м. Увлажнение избыточное. Оттаивание почвы весной происходит крайне неравномерно. Линзы мерзлого грунта в сухие годы сохраняются здесь до конца июля, а иногда и до августа. Растительная ассоциация представлена сосняком багульниково-кассандрово-сфагновым, V а бонитета. В травяном покрове преобладают заросли кустарничков, представленных багульником, кассандрой, голубикой, андромедой, клюквой болотной и мелкоплодной. Часто встречается пушица влагалищная, росянка круглолистная. Хорошо развит и моховой покров, особенно значительные пло-

щади занимают сфагновые мхи. Нередки подушки кукушкина льна, а также куртинки маршанции, фунарии влагомерной и полии поникшей. На территории торфяника находится небольшое озерко Карасье. По южной окраине торфяник заканчивается заболоченным травяным ольшаником. Заросли серой и черной ольхи перемежаются с небольшой примесью берез и осин. В подлеске черемуха, крушина, калина, малина, смородина, жимолость голубая. В травяном покрове множество луговых и лесных растений: таволга вязолистная, сныть, гравилат речной, осот огородный, папоротники, хвощи, вороний глаз, майник двулистный, седмичник европейский и многие другие.

Второе урочище — Варнацкий кряж — начинается сразу же после ольшаника. Кряж относительно невысок: поднимается над уровнем торфяника на 50—60 м. Преобладают пологие и слабо покатые склоны. Условия увлажнения близки к оптимальным. Почвы дерново-слабоподзолистые и горные лесные буроземовидные. Весеннее их оттаивание начинается почти одновременно с торфяником, но протекает относительно равномерно и сравнительно быстро. Господствующей древесной породой на кряже является также сосна. Ровные участки на вершине кряжа заняты сосняками разнотравными. На пологих склонах распространены сосняки черничниковые, на сильно покатых и крутых — чернично-брусничниковые и даже брусничниковые. В средних и верхних частях склонов встречаются сосняки орляковые. Довольно часты вторичные березняки и осинники.

Задачи практики

1. Дать фенологическую характеристику природы одних и тех же геокомплексов в разные сезоны года. 2. Освоить методику полевых фенологических исследований, приобрести умения и навыки в организации и проведении фенологических наблюдений различными методами. 3. Выявить фенологические различия между отдельными урочищами и внутри их. 4. Научиться первичной математической обработке фенологических наблюдений.

Осенний комплекс наблюдений

Полевая практика, как правило, начинается с вводной беседы преподавателя, в которой он знакомит студентов с характеристикой сезона и дает перечень заданий на день.

Характеристика осени и ее ступени

Прежде чем дать характеристику тому или иному сезону, надо определить его границы. Единой точки зрения на определение границ сезонов нет. В обыденной жизни год разделяют на четыре равных отрезка, каждому сезону отводят ровно три

месяца. Началом осени считают 1 сентября, зимы — 1 декабря, весны — 1 марта и лета — 1 июня. По астрономическому календарю принято считать началом осени 23 сентября (день осеннего равноденствия), началом зимы — 22 декабря (день зимнего солнцестояния), весны — 21 марта (день весеннего равноденствия), лета — 22 июня (день летнего солнцестояния). Такие стабильные границы наступления сезонов, без колебаний по годам, слишком условны, и мы не можем взять их за основу.

Иначе к определению границ сезонов подходят фенологи. Они учитывают общее состояние живой и неживой природы и выбирают несколько более заметных явлений (феноиндикаторов), совпадающих по срокам наступления и характеризующих качественный скачок в сезонном развитии географической оболочки. Мы берем за основу феноиндикаторы сезонов, предложенные В. А. Батмановым для Среднего Урала, и считаем, что для лесных зон нашей страны они достаточно приемлемы.

Каждый сезон ввиду его значительной продолжительности и неоднородности принято делить на подсезоны, или ступени (периоды). Единства в этом вопросе также нет. В. А. Батманов делит все сезоны на одинаковое количество ступеней — пять. И если известны средние многолетние сроки наступления сезонов, то простым делением общей их продолжительности на 5 можно получить средние многолетние сроки наступления ступеней. При характеристике каждого сезона и его ступеней мы берем средние многолетние сроки наступления явлений по календарю природы Свердловска и его окрестностей [Батманов, 1952].

За начало осени принимается начало заметного пожелтения листьев у березы. Издали березняк кажется еще зеленым, а вблизи на многих деревьях видны единичные желтые листья или даже отдельные желтые пряди. В среднем многолетнем это явление приходится на 20 августа. За конец осени, или начало зимы, считают дату наступления устойчивого похолодания, когда снег и лед начинают накапливаться и не исчезают при последующих потеплениях. Эта дата в среднем многолетнем для окрестностей Свердловска приходится на 1 ноября. Таким образом, продолжительность осеннего сезона составляет 73 дня, а продолжительность каждой ступени около двух недель.

Первая ступень осени (20 августа — 3 сентября). Переход от лета к осени нечеткий. Нередко летние явления и осенние в живой и неживой природе на границе этих двух сезонов значительное время сосуществуют. Да и температура воздуха первой ступени осени еще мало отличается от последнего периода лета. Среднесуточная температура достаточно высокая, +13,9°.

Самое существенное явление первой ступени осени — начало окрашивания листьев деревьев, кустарников и травянистых растений. Но в аспекте для первой ступени характерно явное преобладание зеленого цвета. Изменение окраски в листьях у

листопадных пород происходит вследствие разрушения зеленого пигмента — хлорофилла. Желтые и оранжевые пигменты, ранее замаскированные хлорофиллом, начинают преобладать и становятся более заметными. Кроме того, осенью с понижением температуры воздуха и почвы меньше расходуется сахаров на процессы обмена в листьях, а их накопление ведет к образованию нового красящего пигмента — антоциана, который и обуславливает все оттенки красного, пурпурного и фиолетового цветов.

Листопад еще не заметен. В это время о нем можно судить лишь по увеличению числа опавших листьев под деревьями. Листопад с мелькающими в воздухе листьями будет хорошо заметен только в конце первой ступени. Осенний листопад — одно из удивительных приспособлений растений умеренного пояса к неблагоприятным зимним условиям существования. Механизм листопада заключается в том, что с уменьшением продолжительности светового дня осенью в основании черешков листьев появляется особый разделительный слой из тонкостенных клеток, которые очень легко отделяются друг от друга. Сбрасывая листья, растения значительно сокращают поверхность испарения и тем самым предохраняют себя от засыхания, которое граничит с гибелью. Дело в том, что летом испаряющаяся через листья влага пополняется из почвы деятельностью корневой системы, а осенью, с охлаждением почвы, способность корневых волосков впитывать влагу резко снижается и потеря влаги при сохранении листьев уже не может возмещаться.

В эту пору поспевают плоды и семена у многих растений, начинается отлет птиц.

Средние многолетние сроки наступления некоторых явлений

Появление желтых листьев у берез	20 августа
Начало поспевания семян череды	22 августа
Начало заметного побеления листьев майника	23 августа
Начало созревания плодов рябины	26 августа
Конец отлета коршунов	27 августа
Конец отлета городских ласточек	27 августа
Появление первых окрашенных листьев у осин	29 августа
Начало заметного листопада у берез	30 августа

Вторая ступень осени (4 сентября — 18 сентября). Отличается более холодной погодой. Средняя температура воздуха $+10,3^{\circ}$. Изменение окраски листьев прогрессирует. У осины окрашивание листьев наступает позднее, чем у берез, но протекает быстрее, и полностью окрасившиеся деревья у обеих пород появляются одновременно. Багряным нарядом пламенеют черемуха и рябина. Листопад усиливается, особенно у липы и черемухи. К концу ступени начинают «просвечивать» липы,

т. е. среди ветвей, оголившихся после значительного листопада, появляются просветы.

Отлет птиц стал более заметным. Улетают деревенские ласточки, славки. Насекомых становится меньше, но появляется много мелких паучков-тенетников, серебристая паутина которых особенно видна при солнечном освещении.

Средние многолетние сроки наступления некоторых явлений

Начало массового окрашивания листьев костяники	5 сентября
Конец отлета деревенских ласточек	8 сентября
Появление пауков-тенетников	10 сентября
Появление первых полностью окрасившихся берез и осин	12 сентября
Последние цветки иван-чая	14 сентября
Начало «просвечивания» лип	18 сентября

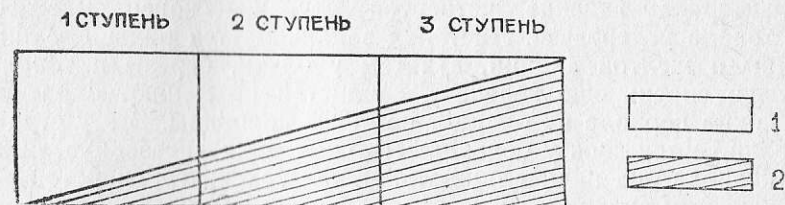


Рис. 4. Нарастание изменения окраски листьев у деревьев и кустарников в первые три ступени осени: 1 — зеленые листья, 2 — окрашенные листья

Третья ступень осени (19 сентября — 3 октября). Этот период осени еще более холодный. По утрам часты инеи, замерзают лужи. Средняя температура воздуха $+7,4^{\circ}$. Этот период называют золотой осенью. Окрашивание листьев заканчивается практически у всех деревьев и кустарников. Исключение составляют лишь некоторые листопадные породы (ольха, сирень). Если в первую ступень зеленый цвет в аспекте господствует, во вторую — количество зеленых листьев и окрасившихся выравнивается, то в третью — желтые тона с примесью багряных преобладают (рис. 4).

Идет сильный листопад у всех деревьев. Липы и черемуха к концу периода почти полностью сбрасывают листья, заметно начинают просвечивать осины. Продолжается листопад ольхи и березы. Пospели семена у черной ольхи и у позднецветущих ив. Отлет птиц продолжается. Улетают трясогузки, горихвостки. В конце третьей ступени начинается прилет с севера зимующих у нас птиц: чечеток, снегирей, свиристелей. Насекомые встречаются редко, только мухи заметны, но и их становится мало. Осень в разгаре. Первые три ступени объединяются в раннюю осень, последние две — в позднюю.

Средние многолетние сроки наступления некоторых явлений

Начало поспевания семян черной ольхи	19 сентября
Конец отлета белых трясогузок	23 сентября
Конец отлета горихвосток	24 сентября
Начало массового рассеивания семян у поздн-цветущих ив	25 сентября
Полное окрашивание лип и осин	29 сентября
Полное окрашивание берез	30 сентября
Прилет чечеток	1 октября
Конец массового листопада черемухи	1 октября
Прилет снегирей	2 октября

Четвертая ступень осени (4 октября—17 октября). Эта ступень холоднее всех предыдущих. Теплые дни редки. Средняя температура воздуха $+4,2^{\circ}$. По утрам замерзают не только лужи, но и кромки озер и прудов, иногда выпадает снег. Самое характерное явление четвертой ступени—конец массового листопада у деревьев. Листопад заканчивается раньше у липы, осины и желтой акации, а затем у ольхи, березы и тополей. Только сирень еще зеленеет, ее листья не меняют окраски и до конца периода их опадает не более половины. В эту ступень окрашивается хвоя у большинства сибирских лиственниц, к концу периода она начнет опадать. Яркие краски травянистой растительности сильно потускнели, больше стало потемневших или почерневших листьев. Единично попадают цветки красного клевера, тысячелистника, звездчатки. Отлет птиц заканчивается. Улетают грачи, дрозды. С севера идет массовый пролет водоплавающей дичи. Насекомых почти не видно.

Средние многолетние сроки наступления некоторых явлений

Конец массового листопада лип	4 октября
Полное окрашивание хвои у лиственницы сибирской	5 октября
Конец массового листопада у осин и желтой акации	7 октября
Конец отлета грачей	8 октября
Конец отлета зябликов	9 октября
Конец массового листопада берез	10 октября
Конец массового листопада у тополей	11 октября

Пятая ступень осени (18 октября—31 октября). Последняя ступень самая холодная. Ее называют предзимьем. Средняя температура воздуха $+2,5^{\circ}$. Лиственные деревья стоят совсем голые, лишь на редких из них можно заметить уцелевшие листочки. Закончился хвоепад у лиственницы сибирской. Опали последние листья у сирени. Для пятой ступени характерно чередование холодной и относительно теплой погоды. В холодные

промежутки земля застывает, вода покрывается льдом, выпавший снег несколько дней не тает. Во время потеплений земля «отходит», вновь зеленеют некоторые травы. Однако после каждого похолодания природа оживляется слабее. Впереди зима.

Средние многолетние сроки наступления некоторых явлений

Последние цветки крестовника обыкновенного и одуванчика	19 октября
Конец массового опадения хвои у лиственницы сибирской	22 октября
Конец массового листопада у сирени	24 октября

Таблица 5. Выписка из бюллетеней Свердловского бюро погоды

Месяц	Декада	Средняя температура воздуха, $^{\circ}\text{C}$		Среднее количество осадков, мм	
		1981	многолетняя	1981	многолетняя
август	1	+19,8	+16,6	23	27
	2	+18,7	+15,3	7	26
	3	+22,5	+13,5	0	23
сентябрь	1	+15,5	+11,4	6	19
	2	+7,4	+9,2	20	15
	3	+5,7	+7,0	42	14
октябрь	1	+7,4	+4,0	0	12

Характеристика осени 1981 г. В разные годы сроки наступления сезонов, их продолжительность, а также сроки наступления отдельных сезонных явлений могут существенно изменяться, как говорится, год на год не приходится. Поэтому, помимо средних многолетних характеристик, необходимо всякий раз анализировать особенности сезона в период проведения практики. Рассмотрим такой краткий анализ на конкретном примере. Для метеорологической характеристики сезона мы используем ежедекадные бюллетени Свердловского бюро погоды.

По сезонному развитию природы 1981 год несколько необычен. Осень наступила в сроки, близкие к средним многолетним, и ее началом можно считать 21 августа, когда в кронах берез уже было заметно пожелтение отдельных листьев. Но высокие температуры воздуха (см. табл. 5) привели к тому, что первая ступень осени и окрашивание листьев сильно растянулись. Особенно высокой была средняя температура воздуха в третью декаду августа $+22,5^{\circ}$, что на 9° выше средней многолетней. По данным Свердловской метеорологической observa-

тории, такая температура воздуха была только в 1881 году, т. е. ровно 100 лет назад. Осадков в среднем многолетнем в эту декаду выпадает 23 мм, а в 1981 году было жарко и сухо. Такие необычные условия не могли не сказаться на развитии природы. Убедиться в этом нам поможет анализ фенологического состояния растений в день практики по сравнению со средним многолетним.

Программа наблюдений

1. Дать комплексную фенологическую характеристику природы в день экскурсии по следующему плану:

- а) погода (облачность, скорость и направление ветра, температура воздуха, характер осадков и т. д.);
- б) гидрологические условия;
- в) аспект (преобладающие краски в ландшафте);
- г) фенологическое состояние растений: деревьев (сосна, береза, осина, ольха), кустарников (ива, шиповник, малина), болотных кустарничков (багульник, кассандра, андромеда, брусника, клюква, голубика) и травянистых растений;
- д) животный мир.

2. Сравнить по фенологической характеристике природы в день практики ход сезонного развития природы со средним многолетним.

3. Провести наблюдения интегральным описательным методом за одним из осенних сезонных процессов (окрашиванием листьев или листопадом) у одной из наиболее часто встречающихся древесных пород в двух урочищах. Выявить зависимость сезонного развития выбранных для наблюдений объектов от условий среды.

Методические указания к проведению наблюдений в полевых условиях и их обработка

Комплексная фенологическая характеристика природы составляется на основании главным образом визуальных наблюдений. Однако она может быть дополнена показаниями метеорологических приборов (термометр-пращ, термометр-щуп, анемометр и др.), которые полезно взять с собой на практику. В процессе наблюдений студентами используются знания и навыки, полученные на других полевых практиках (метеорология, гидрология, ботаника, зоология). Записи в полевых условиях оформляются в виде дневника. Они могут быть сначала очень краткими, особенно в плохую погоду, но после окончания экскурсии по свежей памяти существенно дорабатываются и переписываются на чистовик. При наблюдениях в основном используется первичный описательный метод.

Наблюдения интегральным описательным методом проводятся в двух урочищах: один участок на Карасьем торфянике

и второй — на Варнацком кряже. Для подготовки к полевым наблюдениям необходимо заготовить два прямоугольника или квадрата с числом клеточек, равным количеству учетных единиц, заданному для просмотра на одном участке. Межа (межи) и соответствующие ей баллы выбираются на месте в зависимости от того, какое из сезонных явлений преобладает в данный момент. Удобнее всего наблюдения организовать по бригадам в три человека: два студента дают оценки учетным единицам, советуясь друг с другом и добиваясь единства взглядов, и один ведет запись наблюдения в заготовленную форму. Математическая обработка наблюдений осуществляется в камеральных условиях каждым студентом самостоятельно.

Пример выполненной программы наблюдений (9 октября 1981 г.)

1. *Комплексная фенологическая характеристика природы:*

а) день пасмурный. Температура воздуха $+5^{\circ}$. Ветер северо-западный, 3—5 м/с. Облачность около 10 баллов, облака слоистые. Осадков нет;

б) вся вода находится в жидкой фазе — ни пруд, ни почва еще не замерзли;

в) в аспекте преобладают желтые краски ив и берез. Они резко выделяются на темно-зеленом фоне сосен. Заметно побурели луга, всюду темнеют участки после уборки картофеля, вдоль дороги еще зеленеют сорняки;

г) у сосны хвоепад в основном закончился, но у молодых сосенок побуревшая хвоя 3 и 4 года еще сохранилась на побегах, хотя и опадает при малейшем прикосновении. На верхушках хорошо заметны сформировавшиеся вегетативные почки побегов будущего года. Центральная почка несколько крупнее остальных. Все защищены чешуями и смолой. Весной они дадут мутовку побегов. На концах побегов с прерывистым расположением хвои сформировались генеративные мужские почки, также защищенные чешуями и смолой. Весной из них разовьются мужские шишки — крупянки. При внимательном осмотре сосен можно обнаружить на концах побегов шишки трех видов: первые — маленькие, 5—7 мм, бурого цвета, прижаты к стеблю, они только следующей весной тронутся в рост; вторые — зеленовато-серые, до 3 см и более, с плотно закрытыми чешуями и поспевающими семенами и третьи — старые, бурые, с раскрытыми чешуями и выпавшими семенами.

У большинства берез можно наблюдать полное окрашивание листьев, хотя у некоторых экземпляров еще есть зеленые листья. Идет заметный листопад, но просвечивающих берез еще нет. В пазухах листьев заметны небольшие почки будущих побегов, покрытые плотными темно-коричневыми чешуями. На концах некоторых ветвей, особенно в верхней части кроны, можно увидеть сформированные мужские соцветия (сережки).

Сейчас они коричневые, плотные и торчат в виде вилок по 2—3 вместе.

Осины по сравнению с березами заметно оголились. На их зеленоватых ветках хорошо выделяются темные почки будущих побегов. Ольха, как серая, так и черная, отличается тем, что листья у нее не изменяют окраски, а только становятся жухлыми и опадают. Семена поспели у обоих видов, и черные шишки растрескались. В пазухах листьев сформированы почки будущих побегов, а на концах побегов — генеративные почки: плотные мужские сережки до 2 см и более и мелкие женские шишечки около 0,5 см.

Кусты ив зеленовато-желтые, идет массовый листопад. Но пожалуй, самая приметная из ив — ива пятитычинковая, она кажется покрытой белым пухом от начавших поспевать и рассеиваться пушистых семян. Почки будущих побегов и соцветий покрыты плотными кожистыми чешуями. Первые несколько продолговатые, а вторые — более округлы и покрупнее.

У шиповника листья окрашены в желто-красные тона и опадают не сразу целым сложным листом, а отдельными листочками. В пазухах листьев заметны плотные почки будущих побегов. Кое-где на ветках еще есть сморщенные красные плоды. Плод у шиповника ложный, и красная мякоть, которую мы принимаем за плод, — это стенки разросшегося цветоложа, а настоящие плодики-орешки находятся внутри. У малины листья приобрели желтовато-белый, красноватый, реже фиолетовый оттенки и тоже, как у шиповника, опадают не целиком, а по частям. Почки будущих побегов мелкие.

Из болотных кустарничков осенью только голубика оделась в багряно-желтый наряд и быстро сбрасывает листья. Почки же будущего года у нее настолько малы, что еле заметны. В отличие от голубики, брусника остается зеленой, как летом. На верхушках побегов у нее сформированы небольшие остренькие вегетативные почки и более длинные цветочные, загнутые вниз и прижатые к стеблю. И те и другие покрыты множеством розоватых листочков. Брусника зимует под защитой снежного покрова и плотные кожистые чешуи ей уже не нужны.

Интересными приспособлениями к перезимовке выделяются на болоте вечнозеленые кустарнички: багульник, кассандра, андромеда и клюква. Во-первых, все они меняют свой зеленый наряд на красновато-коричневый в результате накопления в листьях пигмента антоциана. Во-вторых, у всех, кроме клюквы, листья заметно прижаты к стеблю. У багульника они опускаются вниз, а у кассандры и андромеды, наоборот, направлены вверх. В-третьих, у всех сформированы почки будущих побегов и цветков. Цветочные почки крупнее по размерам и более округлые, а вегетативные — мельче и продолговатее.

Большинство травянистых растений зимует в виде семян, и осенью можно наблюдать массу интересных приспособлений

семян и плодов к распространению. Например, пройдя вдоль канавы, мы видим, как наша одежда сплошь покрылась плодами-семянками череды, и освободиться от них не так-то легко. Оказывается, на острых шипиках плодов имеются зазубринки, направленные вниз, которые и делают плоды очень цепкими.

Многие из травянистых растений продолжают цвести до поздней осени. Так, 9 октября, в день практики, цвели следующие растения: донник белый и желтый, клевер луговой и ползучий, крестовник обыкновенный, тысячелистник, череда, пастушья сумка, ярутка полевая, желтушник левкойный, гулявник лекарственный, анстник, звездчатка средняя.

Выкопав мать-и-мачеху, обнаруживаем под листьями довольно крупные, почти до 1 см величиной, цветочные почки. Разрезав одну из них, видим массу желто-белых бутонов. Вот почему, как только стает снег, мать-и-мачеха первой раскроет свои ярко-желтые соцветия-корзинки;

д) специальных наблюдений за животным миром не проводилось. Между тем на Карасьем торфянике между кочками багульника обнаружили помет зайца. На опушке перелески видели влажный рыхлый бугорок почвы какого-то мышевидного грызуна. Очевидно, зверек расширяет и углубляет кладовые зимних запасов кормов. Осень — это период усиленной деятельности грызунов и других млекопитающих. Некоторым животным, готовящимся к длительной зимней спячке: бурундукам, хомякам, барсуку и другим, — необходимо углубить, расширить, очистить и утеплить свои жилища.

Перелетные птицы уже покинули наши леса. А местные, не улетающие: синицы, поползни, овсянки, сороки, — перебрались поближе к городу. Особенно заметны стайки синиц и овсянок около садов. Зимующие птицы (чечетки, снегири, свиристели) пока не встречаются. Из насекомых видели мух и бабочку-крапивницу.

2. Анализируя фенологическую характеристику природы на день практики, можно сделать вывод, что теплая и сухая погода в конце августа и сентябре задержала развитие природы примерно на десять дней. Фенологическое состояние большинства деревьев в день практики соответствует концу третьей степени осени. Например, приближается полное окрашивание листьев у берез, которое отмечается в среднем многолетнем 30 сентября.

3. Для того чтобы выявить зависимость сезонного развития березы от условий среды, использовался интегральный описательный метод. Наиболее удобной для подсчетов в день практики оказалась межа «полное окрашивание кроны». Учетная единица — одно взрослое дерево. Баллы: 0 — в кроне березы есть еще примесь зеленых листьев, 1 — все листья желтые.

Результаты наблюдений:

Карасий торфяник <i>n</i> = 50										Варнацкий кряж <i>n</i> = 50									
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1
1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1
0	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0
1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1
1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1

0—10, или 20 %
1—40, или 80 %
 $x_1 = 80\%$

0—24, или 48 %
1—26, или 52 %
 $x_2 = 52\%$

$$m_1 = \pm \sqrt{\frac{80(100-80)}{49}} = \pm \sqrt{32,6} = \pm 5,7$$

$$m_2 = \pm \sqrt{\frac{52(100-52)}{49}} = \pm \sqrt{51,1} = \pm 7,1$$

$$t = \frac{80-52}{\sqrt{32,6+51,1}} = \frac{28}{9,1} = 3,0$$

Поскольку *t* больше, чем 1,96, получившаяся между участками разница математически доказана. Окрашивание листьев березы в день обследования на Карасьем торфянике опережает этот процесс на Варнацком кряже. Вторая и особенно третья декада сентября сделали условия увлажнения на торфянике еще более неблагоприятными, что вместе с пониженным термическим режимом привело к существенному опережению осеннего отмирания листьев березы в этом урочище.

Зимний комплекс наблюдений

Характеристика зимы и ее ступени

Зима — самый продолжительный сезон года и длится на Среднем Урале около 5 месяцев. Несмотря на большую продолжительность, организация фенологических наблюдений зимой связана со многими трудностями. Во-первых, из-за низких температур невозможно длительное пребывание на улице. Во-вторых, изменения, происходящие в растительном и животном мире, зимой почти незаметны и недоступны для наблюдений невооруженным глазом. Легче организовать наблюдения за объектами неживой природы, но здесь возникает третья трудность. Сезонные процессы в неорганической природе очень часто бывают обратимыми. Например, это относится к нарастанию снежного покрова. Высота его, достигнув определенной величины, может за счет уплотнения в результате оттепелей опять снижаться. А стало быть, такое сезонное явление, как достиже-

ние снежным покровом определенной высоты, может происходить в течение зимы несколько раз.

За начало зимы принимается дата установления постоянного снежного покрова и замерзание озер и прудов. Как правило, эти явления совпадают во времени, но иногда в сухие годы температуры воздуха могут стать отрицательными, а снег не выпадает еще продолжительное время. Тогда о начале зимы судят по ледоставу водоемов. Конец зимы — дата наступления заметного снеготаяния, когда последующие похолодания не могут полностью уничтожить его результатов. В среднем многолетнем начале зимы в окрестностях Свердловска приходится на 1 ноября, а конец — на 22 марта. Таким образом, продолжительность этого сезона в среднем 142 дня.

Первая ступень зимы (1 ноября — 28 ноября). Это самая мягкая часть зимы. Среднесуточная температура воздуха за период — 5,9°. Самой характерной чертой ступени является установление постоянного снежного покрова. Ноябрьский снег пушистый, рыхлый. Высота его к концу ступени достигает лишь 10 см. Бывают оттепели, во время которых могут оживать некоторые насекомые (мухи, грибные комарики). В первую ступень зимы заканчивается линька у зимующих животных. Ближе к жилью перебираются птицы. Но в целом органическая жизнь замерла. Дни с жесткими морозами, когда температура воздуха падает ниже — 20°, в этот период очень редки.

Вторая ступень зимы (29 ноября — 23 декабря). Она намного холоднее первой. Среднесуточная температура воздуха — 14,4°. На этот период приходится 18 % жесткоморозных зимних дней. В эту ступень самые короткие по продолжительности дни. Сюда попадает и день зимнего солнцестояния. Характерным явлением ступени можно назвать максимальный прирост снежного покрова. Более 30 % снега выпадает в декабре. Жизнь в лесу замерла. Лишь по следам можно судить о ней, да и тех мало.

Третья ступень зимы (24 декабря — 22 января). Самый холодный период зимы. Среднесуточная температура воздуха — 15,4°. Это «шапка», или середина, зимы. На этот период приходится 43 % всех жесткоморозных дней. Самые низкие средние и минимальные температуры воздуха, как правило, отмечаются в январе. Высота снежного покрова продолжает увеличиваться, но не так интенсивно, как во вторую ступень. Нижние слои снега уже существенно уплотнились и изменили свою структуру. В третью ступень зимы полностью отсутствуют признаки снеготаяния. Органическая жизнь также пассивна, хотя у налима в этот период происходит нерест, а клесты выводят птенцов.

Четвертая ступень зимы (23 января — 22 февраля). Среднесуточная температура воздуха — 14,1°, т. е. всего лишь на 1,3° выше по сравнению с третьим периодом. Однако этот период кажется значительно теплее, так как появляется разница

между дневными и ночными температурами. Солнце поднимается все выше над горизонтом, и его лучи, падая под большим углом, чем в январе, начинают пригревать. В эту ступень появляются первые признаки солярного снеготаяния, т. е. подтаивание снега от прямых солнечных лучей даже при отрицательных температурах воздуха. Первые подтайки появляются там, где угол падения близок к 90°, например, на краях крыш, боках сугробов. В феврале можно услышать первую капель и увидеть первые сосульки. Но эти первые признаки весны для четвертой ступени еще не типичны. Жесткоморозных дней на этот период приходится 34 %. В феврале еще нередки вьюги и метели. Высота снежного покрова достигает своей максимальной отметки. Но у зимующих животных наблюдается оживление. В начале февраля можно услышать первую песню большой синицы, а также барабанную дробь дятла.

Пятая ступень зимы (23 февраля — 22 марта). Среднесуточная температура за период — 8,1°, т. е. значительно выше предыдущей. Еще более резкой становится разница между дневными и ночными температурами. Солярный тип снеготаяния становится типичным. Темные поверхности нагреваются больше от солнечных лучей, поэтому около стволов деревьев и кустарников образуются щели и проталины. Снег становится липким. Характерно образование наста: поверхностный слой снежной толщи днем подтаивает, а ночью замерзает, что приводит к его существенному уплотнению. Бока сугробов кажутся изъеденными. Часты солнечные корочки над микроуглублениями в верхнем слое снега. Оживление зимующих птиц продолжается. В конце периода можно услышать звонкую мелодичную песню овсянки.

Особенности зимы 1981—1982 гг. Осень 1981 г. была теплой, сильно растянулась, и начало зимы в окрестностях Свердловска пришло с опозданием на две недели. Только к 15 ноября замерзли водоемы. Первая половина зимы была мягкой, средняя температура воздуха в ноябре и декабре почти в два раза превысила средние многолетние показатели. Выпадавший снег часто подтаивал, оседал, и его нарастание шло медленно. Только в январе стало холодно и начались значительные снегопады. Февраль по температурам воздуха и осадкам не дал существенных отклонений (табл. 6).

Программа наблюдений

1. Дать комплексную фенологическую характеристику природы в день проведения экскурсии.
2. Изучить структуру снега по снежному разрезу.
3. Составить профиль по высоте снежного покрова через два урочища.
4. Измерить плотность снега.
5. Определить запасы снега.

Таблица 6. Выписка из бюллетеней Свердловского бюро погоды

Месяц	Средняя температура воздуха		Среднее количество осадков, мм	
	1981—1982	многолетняя	1981—1982	многолетнее
Ноябрь	—3,3	—7,1	28	30
Декабрь	—7,6	—13,3	25	29
Январь	—15,1	—15,0	37	20
Февраль	—13,5	—13,4	11	16

6. Провести снегомерную съемку по высоте снежного покрова.

Методические указания к проведению наблюдений в полевых условиях и их обработка

1. План к составлению комплексной фенологической характеристики природы в день практики давался выше (см. с. 38).

2. Снежный разрез делается аналогично почвенному, но глубина его определяется мощностью снежной толщи. Разрез надо расположить так, чтобы он хорошо освещался. Описание разреза надо вести по слоям (горизонтам), начиная от поверхности почвы. Обычно количество слоев совпадает с числом крупных снегопадов. Если снег долго не выпадал, то новый слой четко отличается от предыдущего по своей структуре. Вблизи крупных населенных пунктов промежутки между снегопадами могут фиксироваться в разрезе темными полосками (от интенсивного загрязнения снега в периоды между снегопадами). Ледяные корочки — свидетельства прошедших оттепелей. По мощности корочек можно судить об интенсивности последних. В полевых условиях слои замеряются снегомерной рейкой с точностью до 1 см и последовательно описываются. При описании каждого горизонта отмечается его мощность, цвет, структура (в том числе размеры и структура кристаллов), плотность, сыпучесть, влажность. По структуре снежные кристаллы могут быть гранными (сплошными) и скелетными (полыми). Развитие кристалла идет от гранного к скелетному, поэтому полых форм в нижнем горизонте больше всего. Геометрически кристаллы могут иметь форму призм, пирамид, столбиков, но в основе их структуры лежит гексагональная система.

3. Линия профиля выбирается с таким расчетом, чтобы он по протяженности был не более 500—600 м и пересекал оба ландшафтных урочища. Высота снега измеряется снегомерной рейкой с точностью до 1 см. Расстояние между точками промеров 50 м (измерять рулеткой). В каждой точке в местах с нетронутым снежным покровом делается по три промера. Расстояние между точками не более 0,5 м. Результаты измерений в

полевых условиях заносятся в таблицу (форму см. на с. 50).

В камеральных условиях высота снежного покрова вычисляется в каждой точке как среднее арифметическое из трех промеров. Затем результаты наблюдений оформляются графически. При отсутствии данных нивелировки по линии профиля элементы рельефа можно нанести приблизительно, соблюдая вертикальный масштаб ориентировочно. На построенный геоморфологический профиль наносятся данные высоты снежного покрова. Для этих целей вертикальный масштаб надо выбрать другой, более крупный, чем для рельефа, чтобы основные закономерности залегания снежного покрова выявить более наглядно. Горизонтальный масштаб выбирается произвольно. Откладывать среднюю высоту снега в каждой точке надо от линии геоморфологического профиля, а не от нижней горизонтальной линии, которая является нулевой при нанесении элементов рельефа. Для анализа снегомерного профиля целесообразно вычислить среднюю высоту снега для каждого геокомплекса на основании всех сделанных в нем промеров.

Распределение высот снежного покрова в пределах одной местности зависит от многих факторов. Одним из основных перераспределителей снега является рельеф (абсолютная, относительная высота, экспозиция склона и т. д.). Например, на западном наветренном склоне Уральского хребта на территории Висимского заповедника с подъемом от 300 до 500 м мощность снежного покрова на каждые 100 м увеличивается на 15 см, в то время как на восточном, подветренном, — аналогичный градиент равен 10 см на 100 м высоты.

Высота снежного покрова находится в зависимости от характера растительности. Чем больше сомкнут древостой, тем плотнее кроны, тем меньше снега долетает до земли. Снег, перехватываемый кронами деревьев, иногда называется кухтой. Из хвойных пород сосна, лиственница и кедр задерживают снега значительно меньше, чем ель и пихта. Особенно велика масса кухты в сомкнутых елово-пихтовых лесах. Здесь в среднем на кронах может скапливаться до 100 т снега на гектар и более. Обнаженные зимой береза и осина, а также другие лиственные породы своими кронами практически не задерживают твердых осадков.

4. Измерение плотности снега проводится на том же участке, что и снежный разрез. Плотность снега — это отношение объема воды, полученной из снега, к взятому для этого объема снега, и вычисляется по формуле: $\rho = \frac{m}{10 \cdot h}$, где m — вес снега, h — высота снежного столба.

От плотности снега зависит газо- и светопроницаемость, а также теплопроводность и электропроводность снега. Плотность снега колеблется от 0,01 до 0,7. Г. Д. Рихтер дает следующую классификацию снега по плотности: очень рыхлый —

0,01—0,10, рыхлый — 0,10—0,25, средний — 0,25—0,35, плотный — 0,35—0,45, очень плотный — более 0,45. Пешеход без лыж не будет проваливаться при плотности снега 0,32—0,35; снег с плотностью 0,40 выдерживает лошадь, а нога человека не оставляет следа. Тяжелые автомашины могут пройти при плотности снега не менее 0,50. Плотность льда около 0,70.

Для определения плотности снега существуют различные приборы. Один из наиболее простых — весовой снегомер. Он состоит из весов и металлического цилиндра, которым берется снежная проба. Цилиндр поворачивается вверх дном и погружается в снег. При этом возможны два случая: а) высота снега будет меньше высоты цилиндра, б) высота снега будет больше высоты цилиндра. В любом из них край цилиндра при ввинчивании должен дойти до поверхности почвы. Для определения плотности надо сделать два отсчета — измерить высоту снега и узнать вес снежной пробы. В первом случае высоту можно узнать по шкале, расположенной на боковой поверхности цилиндра. Во втором — необходима дополнительная снегомерная рейка. Чтобы снег не высыпался, сбоку в снежную толщу вводится лопатка и закрывает входное отверстие цилиндра. Затем цилиндр поднимается, уже в воздухе поворачивается и взвешивается на весовой части прибора. Вес снега определяется одинаково в обоих случаях, независимо от высоты снега. Оба отсчета подставляются в приведенную выше формулу и полученная плотность сравнивается с классификацией плотности снега, по Г. Д. Рихтеру.

5. Зная среднюю высоту снега и его плотность, легко рассчитать запасы снега. Этот показатель очень важен для сельского хозяйства: от запасов снега зависит в значительной степени влагообеспеченность почвы. Запасы снега на единицу площади вычисляются по следующей формуле: $Q = 100 \cdot \rho \cdot h$ (т/га), где Q — запасы снега, ρ — средняя плотность снега на изучаемом участке, h — средняя высота снежного покрова на участке.

6. По результатам сплошных снегомерных съемок можно составить карты распределения высот снежного покрова и определить запасы снега. Это особенно важно для конкретных земельных угодий колхоза или совхоза. Кроме того, можно проследить, как зависит высота снежного покрова от микрорельефа, растительности и других условий.

Участники съемки (лучше на лыжах) выстраиваются по одной линии через 3, 5 или 10 м друг от друга с мерными рейками в руках. Измерив глубину снега около первой точки стояния, каждый участник (по порядку) сообщает результат бригадиру, который записывает данные в полевой журнал в той последовательности, в которой стоят участники съемки. Затем по команде бригадира участники продвигаются параллельно друг другу в одном направлении на определенное расстояние. Последнее должно быть равно интервалу между участниками съемки.

Здесь они останавливаются, опять выравниваются в одну шеренгу (или промерную линию) и делают второе измерение. Расстояние между промерными линиями измеряется рулеткой двумя студентами, которые периодически контролируют и сохранение интервала между участниками съемки. Методика камеральной обработки результатов съемки описана на с. 30.

**Пример выполненной программы наблюдений
(16 февраля 1982 г.)**

1. *Комплексная фенологическая характеристика природы:*

а) день солнечный. Температура воздуха — 10°. Ветер северо-западный, примерно 7 м/с. Облачность 0 баллов, осадков нет;

б) вся вода в твердой фазе;

в) краски ландшафта воспринимаются смазанно, приглушенно из-за голубоватой дымки. Сосняки на кряже кажутся темными. На их фоне белесоватыми пятнами слегка проступают березняки. Поверхность земли покрыта снегом. Однако снежная поверхность далеко не так однообразна, как кажется на первый взгляд. На открытых местах поверхность снега ребристая. Это следствие продолжительных ветров одного направления. На опушках наметены сугробы. Признаков снеготаяния пока не заметно;

г) хвоя у сосны тусклая, с сероватым оттенком на кряже и желтоватым на торфянике. Особенно заметен желтый оттенок у молодых сосенок. У березы темно-коричневые плотные мужские сережки более заметны зимой, когда дерево стоит без листьев. На снегу около берез можно увидеть мелкие плодики, снабженные с обеих сторон овальными крылышками. Тут же и опавшие цветочные чешуйки, напоминающие по форме самолет. Из кустарников нужно обратить внимание на иву пятичичковую. Семена у нее поспевают поздно, и раскрытые коробочки с пушистыми семенами висят на ветках почти всю зиму. Кустарнички и травянистые растения скрыты под снегом. Снежный покров является плохим проводником тепла и помогает низкорослым кустарничкам и травам выжить. Копая яму для снежного разреза, мы обнаружили кустики брусники с зелеными листьями, клюкву, багульник и кассандру — с красно-коричневыми;

д) о жизни животных в зимнем лесу можно судить по их следам. На лесных опушках нередко встречаются следы зайца-беляка. Тут же можно увидеть и обглоданные осинки. Спутать заячьи следы с другими почти невозможно. Зайцы во время прыжков задние лапы выбрасывают вперед, а на передние опираются до следующего прыжка задними, поэтому отпечатки передних лап остаются позади. Чем быстрее прыгает заяц, тем больше расстояние между каждыми четырьмя отпечатками его лап. Подобным образом на скаку ставят свои лапы и лисицы,

и собаки, но отпечатки всех четырех лап у них одинаковы по величине, а у зайцев отпечатки задних ног продолговатые и большие, а передние — маленькие и более округлые.

В сосняке видели следы небольших лапок белки. Она, как и заяц, прыгая, заносит задние ноги далеко вперед и их отпечатки также больше передних. Около сосны след обрывается. Видимо, дальше белка шла верхом. И самые мелкие, почти крошечные следы мышей. Они ведут к старому пеньку, наверня-

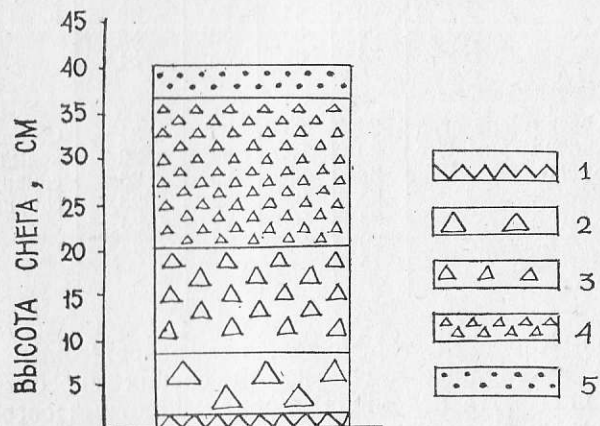


Рис. 5. Снежный разрез (18 февраля 1982 г., Карасий торфяник)

ка, там норка грызуна. Птиц в лесу почти не видно — они переселились ближе к жилью.

2. *Описание снежного разреза.* На снежном разрезе четко выделяются 5 слоев (рис. 5): 1 — корка из мелкокристаллического оледенелого снега; 2 — снег крупнокристаллический, кристаллы длиной 4—6 мм в виде полых полупрозрачных призм, сухой, сыпучий, быстро соскальзывает с лопаты, как будто течет; 3 — снег среднекристаллический, кристаллы длиной 2—4 мм, переходных форм (смесь сплошных, полускелетных и скелетных шестигранных призм и пирамид), часто кристаллы спаяны в небольшие глыбки, цвет белый, снег сухой, сыпучий; 4 — снег мелкокристаллический, кристаллы менее 1 мм, чаще в виде плоских призм, цвет немного темнее предыдущего, снег сухой; 5 — снег свежевыпавший, неперекристаллизованный, белый, пушистый.

3. *Снегомерный профиль через Карасий торфяник и Варнацкий кряж.* Результаты наблюдений при проложении снегомерного профиля даны в табл. 7.

На графике, построенном по результатам данных наблюдений (рис. 6), хорошо видно, что высота снежного покрова

Таблица 7. Глубина снежного покрова по линии снегомерного профиля

№ точки промера	Элемент рельефа	Промеры, см			Средняя высота для точки	Характер растительности
		1	2	3		
1	Плоская поверхность Карасьего торфяника	52	50	52	51	Сосняк кустарничково-сфагновый, древостой разрежен, кроны развиты слабо
2		43	40	41	41	
3		42	36	41	39	
4		33	34	35	34	
5		46	48	50	48	
6		33	35	38	35	
7		33	34	35	34	
8	Северный пологий склон Варнацкого кряжа	26	25	23	24	Сосняк черничниковый, древостой сомкнут, кроны соприкасаются
9		20	22	24	22	
10		27	25	26	26	
11		25	22	24	23	
12		23	26	24	24	
13		26	25	25	25	

больше на Карасьем торфянике, где разреженный и низкоствольный кустарничково-сфагновый сосняк способствует накоплению снега. На небольших кронах болотных сосенок снега задерживается очень мало, в отличие от древостоя второго урочища. Северный склон кряжа покрыт густым, сравнительно молодым сосновым лесом, полог которого задерживает значительное количество снега, сносимого потом ветром в прилегающую низину. Данные сведения полезно будет вспомнить во время весеннего комплекса наблюдений.

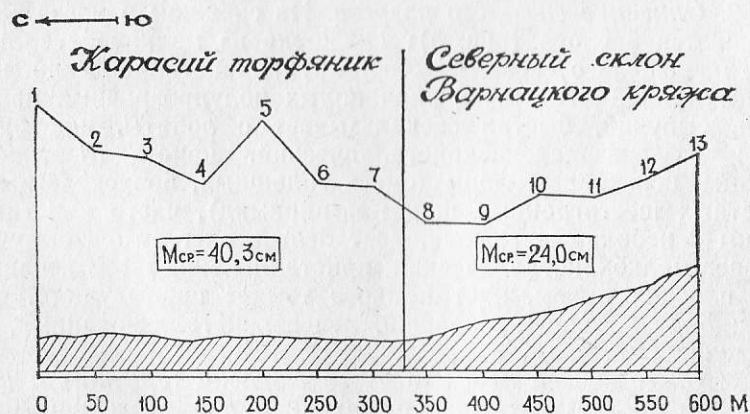


Рис. 6. Профиль по глубине снежного покрова (18 февраля 1982 г., окрестности г. Свердловска). Вертикальный масштаб для высоты снежного покрова 1 : 10

4. Измерение плотности снега. Средняя высота 35 см; вес снега в цилиндре 70 делений по весовой шкале. Отсюда плотность снега $\rho = \frac{70}{10 \cdot 35} = 0,20$. По шкале плотности Г. Д. Рихтера снег относится к рыхлому.

Таблица 8. Высота снежного покрова по результатам снегомерной съемки, см

№ промерной линии	Просека					Перелесок		
	1	36	43	41	40	38	35	24
2	38	30	48	40	35	41	38	33
3	40	60	53	53	40	28	25	35
4	43	45	45	40	30	28	25	20
5	45	40	30	45	30	28	25	20
6	36	45	45	41	30	27	25	30
7	42	48	42	46	37	29	27	25

5. Запасы снега на Карасьем торфянике. Вычисляем по формуле $Q = 100 \cdot \rho \cdot h = 100 \cdot 0,20 \cdot 35 = 700$ т/га.

6. Снегомерная съемка по высоте снежного покрова на Карасьем торфянике. Съемкой захвачен участок просеки и перелесок. Направление движения во время съемки с востока на запад. Результаты промеров даны в табл. 8.

По методике, описанной на с. 30, составлена карта (рис. 7), на которой хорошо видно, что более глубокий снег залегает на

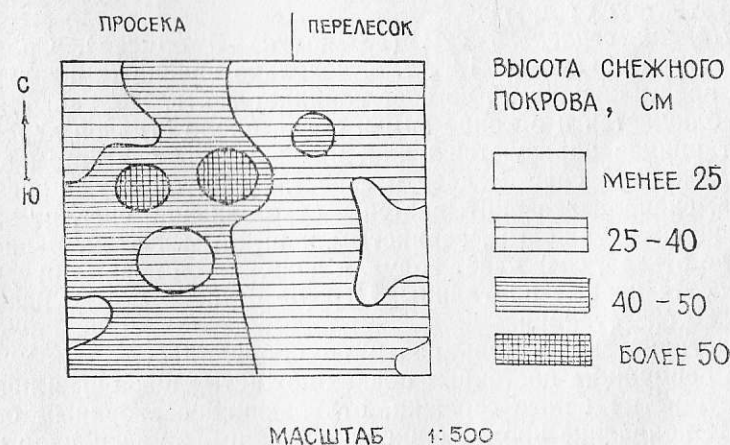


Рис. 7. Карта высоты снежного покрова (18 февраля 1982 г., Карасьий торфяник)

просеке, особенно в тех местах, где разрослись кустарники. В перелеске снег менее глубокий, так как он задерживается на кронах и сдувается на окраинную часть просеки.

Весенний комплекс наблюдений

Характеристика весны и ее ступени

Весна, в отличие от других сезонов года, характеризуется очень быстрыми темпами развития природы. Буквально на глазах изменяется облик ландшафта. За начало весны принимается дата заметного снеготаяния, появление первых небольших проталин на хорошо прогреваемых участках. Граница между зимой и весной качественная и характеризуется переходом воды в природе из твердой фазы в жидкую: сход снега, размерзание водоемов, оттаивание почвы. В среднем многолетнем эта дата для окрестностей Свердловска приходится на 23 марта. Граница конца весны и начала лета не представляет собой качественного скачка, резких перемен в развитии природы не происходит. Накопление тепла, начавшееся весной, продолжается и летом. О наступлении лета судят по определенному уровню развития растительности. Хорошими фено сигналами этого момента для окрестностей Свердловска является полное разворачивание листьев у большинства древесных пород, начало отцветания сирени, колошение озимой ржи и заметное цветение дикорастущей рябины. В среднем многолетнем совокупность этих явлений отмечается 3 июня. Таким образом, продолжительность весны составляет 72 дня. Благодаря большой изменчивости облика ландшафта ступени весны выделяются очень четко, резко отличаясь друг от друга.

Первая ступень весны (23 марта — 5 апреля). Средняя температура воздуха — 1,5°, т. е. довольно низкие температуры, редко превышающие 0°, но снег начинает таять. Правда, таяние его наблюдается и в конце зимы, когда около стволов деревьев и кустарников образуются щели, превращающиеся затем в воронки. Тающий снег оседает и сереет. Вода, образующаяся от таяния, сначала вся впитывается в сухой зимний снег, от этого он становится тяжелым, зернистым и рыхлым. Затем, напитавшись до отказа, снег «дает воду», и появляются первые ручейки, образуются первые проталины. Первую ступень можно назвать временем снеготаяния.

Органическая жизнь почти не пробудилась, лишь у ивы козлей лопнули на цветочных почках кожистые покровы и появились пушистые белые сережки, отливающие серебряным блеском. Их появление иногда ошибочно принимают за начало цветения ивы. Но это не так. Цветочные бутоны еще глубоко спрятаны в пух, который защищает их от весенних заморозков.

Несколько раньше этого явления прилетают грачи, оживают гренландские мухи. У глухарей и тетеревов начинаются тока. Оживают насекомые: вслед за крупными темно-синими гренландскими мухами появляются бабочки-крапивницы. Начинается весенняя линька зверей.

Средние многолетние сроки наступления некоторых явлений	
По канавам побежали первые ручейки талой воды	24 марта
Начало массового прилета грачей	25 марта
Появление первых гренландских мух	27 марта
Появление белых «барашков» на ивах	1 апреля
Появление бабочек-крапивниц	5 апреля

Вторая ступень весны (6 апреля — 18 апреля). Ступень заметно теплее первой, хотя еще часты похолодания. Средняя температура воздуха +2°. Продолжается интенсивное снеготаяние. Талая вода течет уже не маленькими струйками, а звонкими ручьями вдоль дорог, по канавам и склонам. На открытых местах снег стает полностью, а в лесу таяние задерживается, но запасы его значительно уменьшаются.

Пробуждаются деревья, у клена американского наблюдается сокодвижение. Заметно оживают насекомые. Появляются пауки, божьи коровки, на муравейниках закопошились муравьи. Самое же характерное явление этой ступени — массовый прилет птиц: скворцы, жаворонки, коршуны, трясогузки, зяблики, утки следуют друг за другом, оживляя природу, наполняя ее звонкими песнями. Прилет птиц обычно приурочен ко времени появления пищи, а поэтому возвращаются птицы в родные края в строго последовательном порядке: сначала зерноядные, за ними — водоплавающие и болотные, а позже насекомоядные. На обогреваемых солнцем пригорках и вдоль дорог появляются всходы травянистых растений. Их яркая, свежая зелень хотя и выделяется на освободившейся от снега почве, но сплошного покрова они пока не образуют. Среди всходов много однолетнего мятлика, тысячелистника, клеверов, крапивы, подорожника. В эту ступень зацветает мать-и-мачеха и пушица влагалистная. Это период оживления органической жизни.

Средние многолетние сроки наступления некоторых явлений	
Прилет первых скворцов	6 апреля
Первая песнь полевого жаворонка	10 апреля
Начало роста крапивы	10 апреля
Появление муравьев на муравейниках	11 апреля
Начало цветения мать-и-мачехи	12 апреля
Прилет первых белых трясогузок, зябликов, уток	13 апреля
Появление божьих коровок	16 апреля

Третья ступень весны (19 апреля — 5 мая). Средняя температура воздуха $+7,5^{\circ}$. Снег в эту ступень полностью сходит. Это середина весны. Только в третью ступень, которую можно назвать периодом массового пробуждения органической жизни, появляются еще небольшие по площади, но уже сплошные светло-зеленые пятна молодой травы. Очень хороший феноиндикатор третьей ступени — сокодвижение (весенний плач) у березы. С пробуждением дерева корни начинают энергично подавать воду из оттаивающей почвы по сосудам древесины к набухающим почкам. Вода растворяет зимние запасы углеводов, поэтому сок сладковатый на вкус. Но явление это скрытое, без механического повреждения дерева его наблюдать невозможно. Для проведения наблюдения делают прокол коры шилом на уровне груди, а затем это отверстие замазывают глиной или пластилином. Такая ранка быстро затягивается и вреда дереву не приносит. Совершенно недопустимо делать на коре надрезы, зарубки топором или ножом. Такие раны не проходят для дерева без последствий. Это ворота для проникновения спор грибов-паразитов.

В третью ступень начинают цвести первые ветроопыляемые деревья. Соцветия у них формируются осенью или даже летом предыдущего года, и цветут они задолго до распускания листьев. Все больше появляется цветущих травянистых растений. Раскрываются опущенные венчики прострела, цветет напоминающее сирень ядовитое волчье лыко, привлекает внимание медуница то розовыми, то синими, то фиолетовыми цветками, в зависимости от возраста. Появляется много насекомых: шмелей, бабочек (траурницы, лимонницы, павлиний глаз), комаров. Продолжается прилет птиц. Появляются журавли, вальдшнепы, лесные коньки, пеночки, горихвостки. Квакают лягушки. Около пней можно увидеть ящериц. Начинают проклевываться почки деревьев и кустарников.

Средние многолетние сроки наступления некоторых явлений

Начало сокодвижения у берез	19 апреля
Прилет журавлей	20 апреля
Раскрылись почки у бузины	21 апреля
Зазеленели первые газоны в городе	22 апреля
Начало пыления серой ольхи	23 апреля
Появление ящериц	23 апреля
Появление первых бабочек-лимонниц	24 апреля
Полностью сходит снег в лесу	25 апреля
Вскрылся городской пруд	25 апреля
Начало пыления черной ольхи	27 апреля
Начало цветения прострела желтеющего	27 апреля
Раскрылись почки у черемухи	27 апреля
Появление первых комаров	27 апреля
Раскрылись почки у сирени	30 апреля

Начало цветения медуницы	30 апреля
Начало цветения ивы козьей и фиалки опущенной	1 мая
Раскрылись почки у березы и тополя	2 мая
Начало пыления осины	3 мая

Четвертая ступень весны (6 мая — 18 мая). Средняя температура воздуха $+9,9^{\circ}$. У всех деревьев, кустарников, а также травянистых растений развиваются листья. Свежая светлая зелень начинает составлять фон, поэтому четвертую ступень можно назвать периодом зеленения. Последовательность распускания листьев у наших основных древесных пород может немного варьировать в зависимости от характера года и от местности. Первой начинает обычно зеленеть черемуха, за ней — сирень, лиственница, тополь, береза, липа, осина. В поздние, как правило, дружные весны, когда нарастание тепла в мае идет очень быстро, различия в сроках начала зеленения между разными видами деревьев сокращаются. Зеленение происходит быстро, почти одновременно у большинства деревьев и кустарников. Прибавляется число цветущих растений. В лесу можно встретить первые грибы — строчки и услышать первое кукование кукушки. В этот период прилетают в родные края ласточки (сначала деревенские, затем городские).

Средние многолетние сроки наступления некоторых явлений

Начало зеленения черемухи	6 мая
Начало роста верхушечных побегов сосны	6 мая
Прилет первых деревенских ласточек	6 мая
Начало зеленения сирени	7 мая
Первые съедобные грибы (строчки, сморчки)	9 мая
Начало пыления тополя	9 мая
Начало цветения калужницы и зеленения лиственниц	10 мая
Начало цветения одуванчика	12 мая
Первое кукование кукушки	12 мая
Начало зеленения тополей	12 мая
Начало пыления берез	12 мая
Начало зеленения берез	14 мая
Прилет первых городских ласточек	15 мая
Начало цветения земляники	15 мая
Начало поспевания семян у мать-и-мачехи	17 мая
Начало цветения голубой жимолости	18 мая
Начало распускания листьев у желтой акации	18 мая

Пятая ступень весны (19 мая — 2 июня). Средняя температура воздуха $+14,7^{\circ}$. Эту ступень называют ступенью цветения. Более половины всех растений, цветущих весной, зацветают. Индикатором наступления пятой ступени является цветение

черемухи. Это сезонное явление входит в золотой фонд фенологии. Фенологические ряды по началу цветения черемухи наиболее длинные, для Среднего Урала — более 100 лет. В первые дни ступени зацветает чина весенняя, затем купальница европейская, клевер люпиновидный и луговой, кошачьи лапки, гравилат речной. В лесу раскрываются невзрачные зеленоватые венчики черники, а позднее — бело-розовые соцветия брусники. В садах зацветают яблони, сирень лиловая. В конце ступени цветет багульник, пылят мужские шишки сосны. Появляются первые маслята. В пятую ступень прилетают последние из птиц — черные стрижи, серые славки.

Средние многолетние сроки наступления некоторых явлений

Начало цветения черемухи и чины весенней	19 мая
Начало зеленения лип	19 мая
Начало цветения черной смородины	21 мая
Прилет первых черных стрижей	21 мая
Начало цветения черники и ракитника	22 мая
Начало цветения купальницы европейской	23 мая
Начало цветения яблони сибирской и желтой акации	25 мая
Начало цветения сирени лиловой	27 мая
Начало цветения гусиной лапки	29 мая
Начало цветения брусники и багульника	30 мая
Появление первых маслят	30 мая
Начало пыления сосны	31 мая
Начало цветения жимолости татарской и клевера лугового	2 июня

Характеристика весны 1982 г. Март в 1982 г. был холодным, и весна пришла с запозданием, ее начало пришлось на 5 апреля. Однако значительное потепление во вторую декаду апреля, и особенно в третью, привело к тому, что сроки сезонных явлений не только сравнялись со средними многолетними, но и стали опережать их (табл. 9). К первой декаде мая опере-

Таблица 9. Выписка из бюллетеней Свердловского бюро погоды

Месяц	Декада	Средняя температура воздуха, °С		Среднее количество осадков, мм	
		1982	многолетняя	1982	многолетнее
Март	1—3	—8,5	—7,3	16	21
Апрель	1	—0,3	—0,4	1	7
	2	+7,4	+2,9	5	8
	3	+12,6	+5,5	13	10
Май	1	+13,0	+7,8	0	14

жение уже составило две недели. Березы зазеленели 1 мая (на 13 дней раньше). В первую декаду мая темпы развития не снижались (черемуха зацвела 5 вместо 19 мая).

Поскольку весна — сезон самых быстрых темпов развития природы и ее начало по сезонным процессам резко отличается от окончания, весной проводится два полевых дня: во вторую или третью ступени и в четвертую или пятую.

Программа наблюдений (вторая — третья ступени)

1. Дать комплексную фенологическую характеристику природы в день практики. Сравнить, используя составленную характеристику, ход сезонного развития природы в день практики со средним многолетним.

2. Провести наблюдения интегральным описательным методом за одним из весенних сезонных явлений, например за цветением пушицы влагалищной, в разных экологических условиях Карасьего торфяника. Выявить зависимость сезонного развития выбранного объекта от условий среды.

3. Пронаблюдать и описать процессы весенней эрозии почвы на различных участках Варнацкого кряжа.

Методические указания к проведению наблюдений в полевых условиях и их обработка

1. План комплексной фенологической характеристики природы на день экскурсии дан на с. 38.

2. Пушица влагалищная — характерное растение торфяных болот, часто образует обширные кочкарники и служит ценным питательным ранневесенним кормом для лося. Пушицы цветут ранней весной, быстро развиваясь из сформированных еще осенью и перезимовавших побегов. Околоцветник пушицы состоит из многочисленных шелковистых волосков или щетинок, вначале коротких, но после цветения сильно удлиняющихся, отчего колоски приобретают вид густых головок, называемых пуховками. Позднее, в июне, благодаря пуховкам заросли пушицы придают соответствующим местообитаниям снежно-белый аспект.

При наблюдении интегральным описательным методом начала цветения пушицы за учетную единицу принимается один цветоносный побег. Побег с темными соцветиями, в которых не заметны еще тычинки, и побеги, начавшие желтеть от показавшихся пыльников, но не начавшие пылить, обозначаются баллом 0, а побеги, соцветия которых пылят уже от легкого прикосновения (пушица опыляется ветром), — баллом 1. На каждом выбранном для наблюдений участке просматриваются все цветоносные побеги подряд и их фенологическое состояние оценивается баллами. Результаты наблюдений вписываются в заготовленные квадраты или прямоугольники с количеством клеток, равным числу просматриваемых на участке учетных единиц.

3. При описании весенней эрозии почв обращается внимание на глубину и ширину борозд размыва почвы талыми водами, на количество и направление эродирующих потоков.

Пример выполненной программы наблюдений (16 апреля 1982 г.)

1. *Комплексная фенологическая характеристика природы:*

а) день прохладный. Температура воздуха $+7^{\circ}$. Ветер северный, 8—10 м/с. Облачность 9 баллов. К концу дня ветер усилился, стало холоднее;

б) снег стаял полностью не только на открытых местах, но и в лесу. Верх-Исетский пруд и озерко Карасье находятся еще подо льдом, только по краям скопилась вода. На пруду много рыбаков: лед пока крепкий. Почва на болоте между кочками оттаяла на 3—5 см, а в кочках мерзлая. На северном склоне Варнацкого кряжа почва также мало оттаяла. В понижениях скапливается вода. На тропинках, особенно в средней части склона, встречаются корки льда. В дренажных канавах на торфянике стоит вода. Лед опустился на дно, его толщина 20—30 см. В некоторых местах, где имеется уклон, можно наблюдать довольно сильное течение. Воздух влажный, прохладный. От земли поднимается легкий, едва заметный туман;

в) в аспекте преобладают бурые, сероватые и светло-коричневые тона. Хвоя сосен тусклая, издали кажется темной;

г) вблизи у молодых сосенок на торфянике хвоя имеет яркий желтоватый (зимний) оттенок. Шишки урожая прошлого года раскрыты, семена из них высыпались. Озимые шишки и побеги пока без изменений.

У березы на ветвях можно наблюдать еще красноватый загар, но он стал менее ярким. Сокодвижения пока нет, но при проколе кора становится уже немного влажной. У ольхи мужские сережки сильно удлинились, повисли, но еще не расохлились — пыления нет.

У ивы пятитычинковой заметны серые прошлогодние сережки. У ивы козьей лопнули почечные чешуи и видны пушистые соцветия — «барашки». Молодые невысокие кусты ив на болоте имеют на коре побегов очень яркий весенний загар: от лимонно-желтого до красного цвета. У черемухи заметно набухли почки.

Болотные кустарнички — багульник, кассандра, андромеда, голубика — имеют пока зимний вид. Листья клюквы болотной также еще сохраняют красновато-бурый оттенок, но цветочные почки у нее слегка набухли.

В некоторых местах наблюдается массовое цветение мать-и-мачехи. На солнечной опушке торфяника начала цвести пушица влагалищная. Есть даже несколько отпыливших побегов. У кукушкина льна начали расти спорофиты. У некоторых ножка достигает 2 см, колпачки маленькие, в виде шильца.

Вдоль дороги кое-где появились едва заметные всходы клевера ползучего, тысячелистника. На Варнацком кряже встретилась ожика волосистая, но цветоносных побегов у нее пока еще нет. В водоемах всплыла ряска трехдольная и много плотных, похожих на темно-зеленые шарики, верхушечных побегов пузырчатки;

д) из птиц видели трех снегирей, слышали песню зяблика, но пение пока вялое. Рыбаки, возвращавшиеся с Верх-Исетского пруда, жаловались на плохой клев. Пчелы «с обножкой» летают над цветущей мать-и-мачехой. Активны муравьи, пауки, божьи коровки. В водоемах на камни выползли прудовики.

По фенологическому состоянию описанных объектов можно судить о том, что сезонное развитие природы в день практики в целом соответствует средним многолетним срокам.

2. *Наблюдения интегральным описательным методом.* Объект наблюдения — пушица влагалищная. Межа — начало цветения. Учетная единица — один цветоносный побег. Баллы: 0 — цветения нет, 1 — цветение началось (при легком прикосновении к соцветию поднимается пыльца).

Результаты наблюдений:

1 участок — солнечная опушка	2 участок — в глубине леса
$n=100$	$n=100$
0—81 %	0—100 %
1—19 %	1— 0 %

Вывод: пушица начинает цвести на хорошо прогреваемых солнцем местах. В тени, под пологом леса, сезонное развитие данного растения сильно задерживается.

3. На Варнацком кряже по грунтовым дорогам и на огородах наблюдается весенняя эрозия почвы. Особенно интенсивно размыв идет в колеях от машин. Глубина борозд размыва на дорогах при уклоне 3—5 градусов составляет 10—15 см, ширина примерно такая же.

На пологом северном склоне, в нижней его части, лес на значительной площади вырублен. Эта площадь ежегодно занимается посадками картофеля. Здесь, на свободной от травяного покрова территории, наблюдается не только линейный, но и плоскостной смыв почв. Мелкие ручейки густой сетью избороздили всю поверхность. Почвы по механическому составу здесь супесчаные. В нижней части огорода образовался песчаный намыв, весь пропитанный водой. Ноги вязнут в этом своеобразном «зыбуне» почти до колен. Далее эрозия не распространяется. Ее ограничивает плотная дернина нетронутого травяного покрова. Под пологом леса, на участках, не затронутых человеком, эрозионные процессы практически не выражены даже на более крутых склонах.

Программа наблюдений (четвертая ступень)

1. Дать комплексную фенологическую характеристику природы в день практики. Сравнить, используя составленную характеристику, ход сезонного развития природы в день практики со средним многолетним.

2. Составить профиль по глубине оттаивания почвы на Карасьем торфянике.

3. Провести наблюдения интегральным описательным методом за одним из весенних сезонных процессов, например разворачиванием листьев у наиболее распространенных пород деревьев в двух урочищах. Выявить зависимость сезонного развития выбранных для наблюдений объектов от условий среды.

Методические указания к проведению наблюдений в полевых условиях и их обработка

1. План комплексной фенологической характеристики природы в день экскурсии дан на с. 38.

2. Работу по составлению профиля по глубине оттаивания почвы лучше организовать по бригадам в 3—4 человека. Протяженность профиля 20 м. Линию профиля надо выбрать так, чтобы она пересекла по возможности различные условия местобитания. По линии профиля натягивается рулетка и с помощью термометра-щупа определяется глубина оттаивания почвы. Промеры делаются через 1 м. Для каждой точки в полевом дневнике отмечается условными обозначениями микрорельеф. По результатам измерений вычисляется процент оттаявшей почвы на каждом из участков.

3. Если сезонное развитие природы в год наблюдений не отклоняется сколько-нибудь значительно от средних многолетних сроков, то лучше всего в середине мая проводить наблюдения за началом зеленения березы. Если же весна ранняя, то для наблюдений интегральным описательным методом можно взять другие древесные растения, например осину, липу, разворачивание листьев у которых происходит позже. Зеленением фенологи называют начало разворачивания листьев у древесных пород. Крона дерева, вступившего в фазу зеленения, издали кажется покрытой нежной, просвечивающей дымкой. Такой эффект создают еще не развернувшиеся полностью листья. За учетную единицу при наблюдении принимают одно взрослое дерево. Во время наблюдений деревья, не начавшие зеленеть, обозначают баллом 0, а те, крона которых окутана зеленой дымкой, — баллом 1. На каждом выбранном для наблюдений участке просматривают подряд все взрослые деревья и оценивают их фенологическое состояние баллом 0 или 1. Результаты наблюдений вписывают в заготовленные заранее квадраты или прямоугольники с количеством клеточек, равным числу просматриваемых на участке учетных единиц.

Пример выполненной программы наблюдений (14 мая 1982 г.)

1. *Комплексная фенологическая характеристика природы:*

а) день теплый. Температура воздуха $+18^{\circ}$. Ветер западный, слабый до умеренного. Облачность переменная. Осадков нет;

б) вся вода в жидкой фазе. Верх-Исетский пруд и озеро Карасье освободились ото льда. Канавы полны воды. Почва оттаяла, за исключением болота, где под кочками сохранились линзы мерзлого грунта;

в) в аспекте преобладают яркие свежие зеленые тона. Особенно выделяются зазеленевшие березняки на фоне темно-зеленых сосен Варнацкого края. Зазеленели всходы травянистых растений. Только огороды выделяются среди них темно-коричневыми многоугольниками;

г) хвоя у сосны темно-зеленая, блестящая. Начался рост верхушечных побегов, но на Карасьем торфянике побеги увеличились мало, не более чем на 1 см. Они еще плотно обернуты оранжевой чешуей. Шишки урожая прошлого года раскрыты. Семена из них в основном высыпались. Размер перезимовавших маленьких шишечек (озими), в которых семена созреют осенью, начали расти: между бурыми щитками появились узенькие зеленые полоски. Мужские шишки нынешнего года крупные, но пока компактные и прикрыты чешуями.

Березы покрылись яркой зеленью еще небольших, но уже развернувшихся листьев. Мужские сережки почти отпылили, но пока еще держатся на побегах. Появились и начали расти женские сережки. В отличие от мужских, они тонкие, красновато-зеленые и растут торчком вверх. К осени в них созреют семена.

У осины опадают отцветшие мужские сережки. Листья еще не развернулись, но почечные чешуи лопнули и показались красноватые кончики молодых листьев. Ольха давно отцвела. На дороге около ольшаника масса опавших темно-коричневых соцветий. Листья начинают разворачиваться.

Кустарники, как и деревья, покрываются нежной зеленью. Ива козья почти вся отцвела. Цветет черемуха, но некоторые кисти уже осыпают свои белые лепестки.

Кустарнички также зазеленели, лишь кое-где на листьях сохранились остатки зимней красновато-коричневой окраски. Положение листьев по сравнению с зимним изменилось: они уже не прижаты к стеблю, а отходят перпендикулярно от него. Цветут кассандра и андромеда, но у них уже появились в соцветиях отцветшие, начавшие засыхать венчики. Из травянистых растений цветет мать-и-мачеха, но уже много соцветий отцветших и даже с созревшими семенами. В основании цветущих побегов много маленьких листьев. Цветет одуванчик, но отцвет-

ших еще нет. В ольшанике цветет калужница, но лепестки у нее опадают при малейшем прикосновении. На кряже обильно цветет медуница, но цветущие стебли ее вытянулись и большинство цветков в соцветии синих. Кое-где появились цветки чины весенней, земляники лесной. Начинает цвести черника. Всходы большинства травянистых растений заметно подросли, так, крапива в ольшанике вытянулась до 15 см и более;

д) в жизни животных весной наблюдается большое оживление. Особенно оно заметно у птиц. Пение птиц почти не смолкает. Остановившись на несколько минут на дороге около ольшаника, слушали монотонную и однообразную песню пеночки-теньковки, более веселую трель пеночки-веснички и уж, конечно, звонкую песню зяблика, наиболее распространенного обитателя нашего леса. В сосняке слышен голос кукушки.

На болоте около сосен всюду видели груды расклеванных сосновых шишек и так называемую «кузницу» дятла. Он вставляет шишку в трещину ствола или в развилку ветвей и бьет по шишке клювом, как кузнец по наковальне, вытаскивая семена. Видели дроздов рябинников и белобровиков. Они живут колониями и при приближении к их гнездовой территории поднимают такой треск и шум, что не увидеть их невозможно. Появилось много насекомых: летают бабочки (лимонницы и крапивницы), божьи коровки, комары. Полны жизнью и водоемы. На водной поверхности канав и больших луж скользят клопы-водомерки, в толще воды снуют личинки и куколки комаров.

По фенологическому состоянию описанных растений и животных можно судить о том, что сезонное развитие природы в данный момент идет с опережением дней на десять по сравнению со средними многолетними сроками.

2. Профиль по глубине оттаивания почвы на Карасьем торфянике был проложен с запада на восток через просеку высоковольтной линии и перелесок. Результаты промеров помещены в табл. 10.

На рис. 8 показано, что раньше почва оттаивает на просеке, которая лучше прогревается солнцем. Здесь почва оттаяла на 90 % (в 9 точках из 10), а в затененном перелеске только

Таблица 10. Профиль по глубине оттаивания почвы на Карасьем торфянике, см

Номера точек																				
Перелесок										Просека										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
20	25	30	От	От	От	От	40	15	От	От	От	От	От	От	От	От	От	От	35	От

Примечание. От — оттаяла полностью.

на 50 % (в 5 точках). Наблюдается определенная связь оттаивания с микрорельефом: в кочках линзы мерзлого грунта сохраняются лучше, так как создается воздушная изоляционная прослойка.

3. Наблюдения интегральным описательным методом. Объект наблюдения — осина. Межа — начало зеленения. Учетная единица — 1 взрослое дерево. Баллы: 0 — зеленой дымки нет, 1 — крона окутана зеленой дымкой.

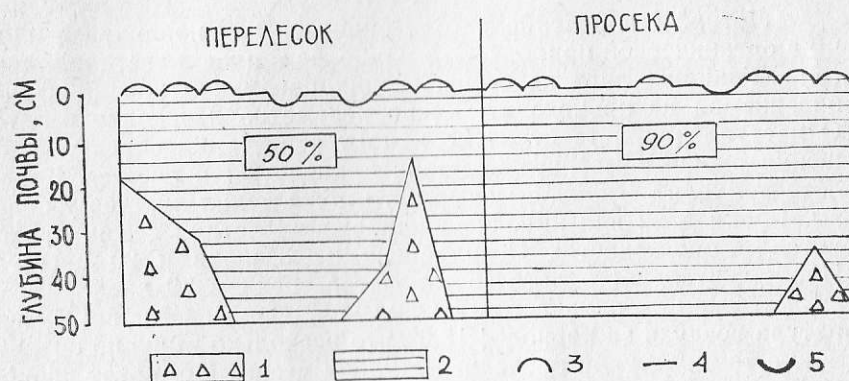


Рис. 8. Профиль по глубине оттаивания почвы (14 мая 1982 г., Карасий торфяник): 1 — мерзлый грунт, 2 — оттаявшая почва, 3 — кочка, 4 — ровная поверхность, 5 — понижение

Результаты наблюдений:

Карасий торфяник n=50										Варнацкий кряж n=50									
1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0—44—88 % 1—6—12 % x ₁ = 12 %										0—7—14 % 1—43—86 % x ₂ = 86 %									
$m_1 = \pm \sqrt{\frac{12(100-12)}{50-1}} = \pm 5,4$										$m_2 = \pm \sqrt{\frac{86(100-86)}{50-1}} = \pm 3,9$									
$t = \frac{86-12}{\sqrt{15,0+29,2}} = 11,2$																			

Вывод: поскольку t больше, чем 1,96, получившаяся разница по зеленению осины на сравниваемых участках математически доказана. Зеленение осины в день обследования на Вар-

наком кряже значительно опережает этот процесс на Карасьем торфянике. Более холодный микроклимат болота сильно задерживает развитие растительности.

Летний комплекс наблюдений

Характеристика лета и его ступени

Летний сезон наиболее благоприятен для проявления жизни в органической природе. Это наиболее теплое и светлое время года. Границы лета нечеткие, резких перемен в жизни живых организмов не происходит. Весна незаметно переходит в лето. О наступлении лета судят по началу отцветания сирени, колошения ржи и заметного цветения дикорастущей рябины. Конец лета приходит с началом заметного пожелтения листьев у березы. Сроки этих явлений, ограничивающих летний сезон, приходятся в окрестностях Свердловска на 3 июня и 20 августа. Продолжительность лета составляет в среднем 79 дней.

Первая ступень лета (3 июня — 19 июня). Средняя температура воздуха за период $+15,6^\circ$, что несколько выше по сравнению с температурой последней ступени весны. Но в этот период еще нередко случаются заморозки, которые могут побить всходы картофеля и цветки ягольников. В этот период заметно отцветание тех деревьев и кустарников, которые начали цвести в конце весны. Так, лишь кое-где попадают последние цветки у яблонь и вишен, идет на убыль цветение желтой акации. Продолжает цвести сирень, но у нее в кисти почти нет бутонов, а побуревших отцветших венчиков много. У деревьев и кустарников, которые начинают цвести в первый период лета, цветение, наоборот, нарастает — становится сначала более заметным, а затем переходит в массовое. Это характерно для рябины, жимолости татарской, шиповника, калины. Нарастает пыление сосны. Ее мужские шишки — крупянки — содержат огромное количество очень легкой желтоватой пыльцы, которая разносится ветром на далекие расстояния. И даже в городе лужи после дождя покрываются пленкой этой пыльцы.

Из ягольников в первую ступень лета начинают цвести костяника и малина, из трав — герань лесная и клевер горный, седмичник и майник, тысячелистник и подмаренник северный, валериана и мышиный горошек, синюха, чина луговая и др. Поспевают первые семена у подснежников (прострела желтеющего), у крупки лесной, медуницы, тополя. На полях колосится рожь.

Птицы выводят и выкармливают птенцов. Появляются первые слетки у скворцов, трясогузок. В ясные солнечные дни повсюду слышно стрекотание и жужжание насекомых. Летают бабочки-боярышницы.

Средние многолетние сроки наступления некоторых явлений	
Начало цветения рябины	3 июня
Начало цветения шиповника	5 июня
Начало созревания семян подснежника	6 июня
Вылет молодых скворцов из гнезда	8 июня
Начало цветения дикой малины	10 июня
Начало цветения тысячелистника	12 июня
Начало цветения валерианы	13 июня
Начало цветения плодущих цветков калины	15 июня
Начало рассеивания семян у тополя	16 июня
Вылет из гнезд птенцов белой трясогузки	18 июня
Появление первых бабочек-боярышниц	19 июня

Вторая ступень лета (20 июня — 4 июля). Второй период лета теплее первого. Средняя температура воздуха $+17,4^\circ$. Заморозков в это время почти не бывает. Много жарких дней. Цветущих деревьев пока нет, а у травянистых растений в этот период начало разгара цветения. Луга и лесные поляны пестры от многоцветья. Их аспект постепенно меняется в зависимости от того, какие растения вступают в фазу массового цветения. На лесных гарях и торфяниках заалел иван-чай. Вдоль ручьев и рек разносят свой медовый запах бело-кремовые соцветия таволги вязолистной. Много цветущих злаков. Приближается пора сенокоса. На полях зацветает озимая рожь, в лесу поспевают земляника и появляются первые грибы: маслята, подберезовики, подосиновики и белые. Птицы поют меньше. Продолжается вылет птенцов. Вылетели из гнезд дятлы, мухоловки-пеструшки, горихвостки и другие. Очень много насекомых: бабочки, мухи, жуки, комары, слепни.

Средние многолетние сроки наступления некоторых явлений

Начало поспевания земляники лесной	22 июня
Начало цветения иван-чая	24 июня
Начало массового цветения лесной малины	25 июня
Начало цветения пустырника	27 июня
Вылет из гнезда птенцов горихвостки	29 июня
Начало цветения таволги вязолистной	1 июля
Появление первых бескрылых кобылок	4 июля

Третья ступень лета (5 июля — 19 июля). Это самая теплая часть года. Средняя температура $+19,5^\circ$. Наиболее заметное явление этого периода — цветение липы мелколистной. Оно совпадает с разгаром сенокоса, массовым поспеванием земляники и черники. Цветущих трав все прибавляется. Расцветает осот полевой, вьюнок, пижма, ястребинка зонтичная, дудник лесной, череда и другие. У многих травянистых растений созревают семена. Пение птиц заканчивается.

Средние многолетние сроки наступления некоторых явлений

Начало цветения липы мелколистной	7 июля
Появление первых рыжиков	9 июля
Начало созревания черники	9 июля
Начало цветения осота полевого	9 июля
Начало цветения пижмы	11 июля
Начало созревания малины	13 июля
Начало цветения дудника лесного	16 июля
Начало цветения череды	17 июля
Вылет из гнезда птенцов городской ласточки	19 июля
Начало созревания плодов бузины	19 июля

Четвертая ступень лета (20 июля — 3 августа). Этот период характеризуется еще довольно высокой температурой воздуха $+18,2^\circ$, но уже возможны, особенно по низинам, заморозки. Их называют огуречниками, так как от этих заморозков чаще всего страдает нежная ботва огурцов. В эту ступень поспевают костяника, черемуха и малина. Самое, пожалуй, характерное явление этого периода — созревание семян. Созревают семена иван-чая, поповника, синюхи, растрескиваются плоды-бобы у желтой акации, рассеиваются семена молочая, осота полевого. Расцветают позднецветущие травы — полынь и горечавка. Больше становится грибов.

Средние многолетние сроки наступления некоторых явлений

Начало созревания костяники	20 июля
Созревание семян иван-чая	23 июля
Начало созревания черемухи	25 июля
Растрескиваются плоды желтой акации	26 июля
Начало цветения полыни чернобыльника	27 июля
Начало цветения горечавки лазурной	30 июля
Начало рассеивания семян молочая	1 августа
Начало рассеивания семян осота полевого	2 августа

Пятая ступень лета (4 августа — 19 августа). Средняя температура воздуха за период $+17,0^\circ$, но в это время больше бывает прохладных дней. В некоторые годы выдаются утренники с инеями. В эту ступень поспевают брусника и шиповник. Число цветущих растений убывает. Возрастает число растений, у которых созрели плоды и семена. На деревьях начинают появляться желтые листья. Травы также меняют свою окраску. У птиц оживление. Они начинают готовиться к отлету. Уже улетели черные стрижи. Приближается осень.

Средние многолетние сроки наступления некоторых явлений

Начало созревания брусники	5 августа
Начало созревания шиповника	12 августа
Конец массового отлета черных стрижей	12 августа

Особенности лета 1982 г. В третьей декаде мая наступило резкое снижение температуры, были заморозки. Темпы сезонного развития природы резко затормозились, и весна вошла в свой средний многолетний «график». В связи с этим и лето наступило в сроки, близкие к средним многолетним. В последующем существенных отклонений от многолетнего хода также не наблюдалось.

Программа наблюдений

1. Дать комплексную фенологическую характеристику природы в день практики.
2. Провести наблюдения за длиной верхушечных побегов подроста сосны интегральным методом индикаторов урожайности. Установить зависимость величины побега от условий среды.
3. Провести наблюдения интегральным описательным методом в трех фациях одного из урочищ. Выявить зависимость сезонного развития выбранного объекта от условий среды.

Методические указания к проведению наблюдений в полевых условиях и их обработка

1. План комплексной фенологической характеристики дан на с. 38.
2. Для записи наблюдений за длиной верхушечных побегов подроста сосны необходимо заготовить два прямоугольника, разбитых на 50 клеточек, по одному для каждого урочища. Длина верхушечных побегов измеряется линейкой в миллиметрах от границы побега прошлого года до верхушки молодого побега, и каждое измерение записывается в клетки прямоугольника. В камеральных условиях средняя длина побега вычисляется по формуле $\bar{M} = \frac{\sum M}{n}$, где M — отдельные измерения, а n — количество измеренных на участке побегов. Затем для каждого урочища вычерчивается еще по два прямоугольника таких же размеров. Во второй прямоугольник записываются отклонения каждого измерения от полученной на участке средней арифметической. В третьем прямоугольнике помещаются квадраты этих отклонений, а потом определяется их сумма. Сумма квадратов отклонений необходима для вычисления среднего квадратического отклонения (σ), а затем и ошибки (m) по формулам:

$$\sigma = \pm \sqrt{\frac{\sum (M - \bar{M})^2}{n - 1}}, \quad m = \pm \frac{\sigma}{\sqrt{n}}, \quad \text{где } \sum (M - \bar{M})^2 -$$

сумма квадратов отклонений от средней, n — число измерений.

3. Если практика проводится в первую ступень лета, выполнить третье задание программы целесообразно, взяв в качестве объекта чернику. Наблюдения интегральным описательным методом проводятся в трех фациях северного склона Варнац-

кого кряжа (нижняя, средняя и верхняя части склона). В каждой фации просматривается подряд, без выбора 100 учетных единиц. За учетную единицу принимается одна цветоножка. Межа — отцветание. Баллы: 0 — цветок или бутон, 1 — цветение закончилось, венчик пожух или опал.

Пример выполненной программы наблюдений (4 июня 1982 г.)

1. Комплексная фенологическая характеристика природы:

а) день теплый, солнечный. Температура воздуха +21°. Ветер юго-западный, слабый до умеренного. Облачность 4 балла, облака кучевые;

б) вся вода в жидкой фазе, но в больших водоемах прогрелась еще слабо. Канавы на торфянике полны водой;

в) в аспекте преобладает яркий зеленый цвет, он стал более интенсивным. Травянистые растения покрыли землю сплошным ковром;

г) у сосны начался заметный рост верхушечных побегов, некоторые из них на торфянике достигли уже 3—4 см, а на Варнацком кряже — 10 см и более. С подросших побегов опадают покровные чешуи, и уже виднеются небольшие иголочки свежей хвои, покрытые пока белой пленкой. Заметно подросли и озимые шишечки, достигнув 15—20 мм. На торфянике мужские шишки нынешнего года уже освободились от покровных чешуй, но еще не пылят, в то время как пыление у сосен на кряже в разгаре. Идет развитие листовых пластинок у лиственных пород, у некоторых (черемуха, береза) листья достигли своих нормальных размеров. У осины молодые листья еще не расправились и имеют красноватый оттенок. По развернувшимся листьям теперь можно легко отличить ольху черную от серой. У первой листья имеют выемку на верхушке.

У кустарников, так же как и у деревьев, развернулись листья. У ивы козьей, которая зацветает еще до появления листьев, поспели семена, и начинается их рассеивание (на зеленых сережках заметен белый пух). У ивы пятитычинковой, или чернотала, — массовое цветение. Она зацветает после появления листьев и относится к группе позднецветущих. Появились первые единичные цветки шиповника. У малины бутоны довольно крупные, но еще плотно закрыты.

Кассандра и андромеда отцвели. Кусты багульника покрыты шапками белых соцветий. Появились раскрывшиеся венчики у брусники, но полностью распутившихся соцветий нет. Рост молодых побегов у брусники на торфянике еще мало заметен, а на Варнацком кряже они достигли 1,5—2,0 см и резко отличаются своей светлой окраской от перезимовавших темно-зеленых побегов. У голубики массовое цветение. Оно происходит одновременно с развитием листьев. У мелкоплодной клюквы заметно тронулись в рост молодые побеги, некоторые достигли

длины 1,5 см, есть цветки. У болотной клюквы свежие побеги также заметны, но раскрытых венчиков еще нет, да и бутоны лишь на коротких цветоножках.

Среди травянистых растений много цветущих видов. Вдоль дороги цветет мятлик однолетний, гусиная лапка, горошек призаборный, вероника дубравная, будра, клевер ползучий и луговой. У мать-и-мачехи и одуванчика повсюду разлетаются пушистые плодики-семянки. Прибавилось цветущих растений и в лесу. Цветет земляника, герань лесная, продолжают цвести фиалки. Начинают развевываться листья у папоротника-орляка;

д) в связи с массовым распусканьем листьев у деревьев и кустарников появляется огромное количество листогрызущих насекомых. Среди них особенно много листоедов, пожирающих молодые листья. Часто на листьях можно встретить зеленовато-красноватые выросты различной формы. Это результат деятельности мух-галлиц. Внутри выростов находятся их яйца или личинки. Нередко на стеблях трав можно заметить комочки белой пены, в которых спрятаны личинки пенницы. Они сосут соки растений и выделяют пену, спасающую их от врагов. В цветках купальницы можно обнаружить и мух, и жуков-пыльцеедов, и пауков, и жуков-усачей цветочных, которые питаются пыльцой и нектаром. Всюду летают шмели, пчелы, осы, наездники. Все больше становится комаров. Обилие насекомых в начале лета, особенно появление гусениц, первых летних бабочек, совпадает с выкармливанием птенцов разных видов и вылетом их из гнезд.

2. Результаты наблюдений за длиной верхушечных побегов подроста сосны на Карасьем торфянике, мм:

33	24	26	29	19	34	40	31	30	25
29	35	34	35	23	20	31	20	27	27
40	39	24	39	27	39	35	32	41	37
38	34	41	40	37	26	26	30	42	30
30	30	35	28	35	36	40	36	37	37

$$M_1 = \frac{\sum M}{n} = \frac{1613}{50} \approx 32$$

Отклонения от средней:

1	-8	-6	-3	-13	2	8	-1	-2	-7
-3	3	2	3	-9	-12	-1	-12	-5	-5
8	7	-8	7	-5	7	3	0	9	5
6	2	9	8	5	-6	-6	-2	10	-2
-2	-2	3	-4	3	4	8	4	5	5

Квадраты отклонений:

1	64	36	9	169	4	64	1	4	49
9	9	4	9	81	144	1	144	25	25
64	49	64	49	25	49	9	0	81	25
36	4	81	64	25	36	36	4	100	4
4	4	9	16	9	16	64	16	25	25

она служит хорошим средством эстетического воспитания. Фенологические наблюдения формируют экологическое сознание. Огромны возможности общения с природой и в нравственном развитии личности. Научить школьников наблюдать природу, видеть ее красоту, пробуждать интерес к окружающим явлениям природы, а также воспитывать бережное ответственное отношение к ней — в этом состоят задачи учителя.

Фенологические наблюдения касаются многих тем школьных программ. Например, в начальном курсе физической географии (5-й класс) есть тема «Времена года», в которой дается определение фенологии, рассказывается о фенологических сроках наступления сезонов, об их продолжительности. В тексте учебника приводятся фенологические сведения для Подмосковья и европейской части СССР, но при изучении параграфа требуется дать краткую характеристику сезонам года своей местности. То же самое необходимо и в 7-м классе при изучении темы «Своя область».

В курсе ботаники 5-го класса в теме «Общее знакомство с цветковыми растениями» изучаются осенние явления в жизни растений, в теме «Лист» — листопад, в теме «Стебель» — развитие побега из почки. В курсе зоологии тема «Птицы» рассматривает сезонные явления в жизни птиц — гнездование, кочевки, перелеты. В курсе общей биологии в тему «Основы экологии» включены вопросы: факторы, управляющие сезонными явлениями живой природы; фотопериодизм; приспособления растений и животных к сезонному ритму внешних условий, состояние зимнего покоя, приспособленность к перезимовкам у теплокровных.

К некоторым темам фенологические наблюдения не имеют прямого отношения, но их использование на уроках также необходимо. Например, при изучении темы «Семя» целесообразно привести сводки о весенних полевых работах в совхозах и колхозах, сравнив их с фенологическими наблюдениями учащихся. При изучении многообразия цветковых растений важно знать сроки роста и развития важнейших из них, используемых в сельском хозяйстве. При изучении насекомых — вредителей сельского и лесного хозяйства — необходимо знать сроки развития этих насекомых, чтобы вести наиболее эффективную борьбу с ними во время работы на пришкольном участке, в лесничестве, на полях колхозов и совхозов.

Обязательным элементом являются фенологические наблюдения во время весенних и осенних экскурсий в природу. Здесь как раз и целесообразно использовать фенологические методы, описанные в пособии. Большое место занимают фенологические наблюдения во внеурочной и внеклассной работе, при выполнении летних заданий, на занятиях кружков и в работе школьных лесничеств.

ЛИТЕРАТУРА

- Аракава Х. Изменения климата/Пер. с англ. Л.: Гидрометеониздат, 1975. 103 с.
- Батманов В. А. Биоклиматическая карта Урала «Весеннее развитие растительности»/Обл. бюро краеведения. Свердловск, 1934. 27 с.
- Батманов В. А. Календарь природы Свердловска и его окрестностей. Свердловск, 1952. 89 с.
- Батманов В. А. Фенологические наблюдения в походе. Свердловск, 1961. 49 с.
- Бейдеман И. Н. Методика изучения фенологии растений и растительных сообществ. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1974. 154 с.
- Кожеников А. В. Весна и осень в жизни растений/МОИП. 2-е изд. М., 1950. 238 с.
- Куприянова М. К. Использование экометрического метода при проведении полевой практики по фенологии в педагогическом институте.— В кн.: Вопросы физической и экономической географии/Свердл. пед. ин-т, Свердловск, 1969, с. 78—87.
- Полевая геоботаника. Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1972, т. IV. 336 с.
- Полянский И. Н. Сезонные явления в природе. Л.; М.: Учпедгиз, 1956. 295 с.
- Ритмы природы Сибири и Дальнего Востока. Иркутск: Вост.-Сиб. кн. изд-во, 1967, сб. I. 182 с.
- Фенологические наблюдения (организация, проведение, обработка): Унифицированное руководство для добровольной фенологической сети. Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1982. 223 с.
- Шнелле Ф. Фенология растений/Пер. с нем. Л.: Гидрометеониздат, 1961. 259 с.
- Шульц Г. Э. Общая фенология. Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1981. 187 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ФЕНОЛОГИИ	
Определение фенологии и ее значение для народного хозяйства	3
Краткая историческая справка о развитии фенологии и ее современное состояние	7
Уральский фенолог В. А. Батманов и его роль в развитии советской фенологии	9
Теоретическое обоснование методов фенологических исследований (по В. А. Батманову)	12
Характеристика отдельных методов и их оценка	14
ОРГАНИЗАЦИЯ ПОЛЕВОЙ ПРАКТИКИ ПО СЕЗОННЫМ НАБЛЮДЕНИЯМ В ПРИРОДЕ	
Осенний комплекс наблюдений	32
Зимний комплекс наблюдений	42
Весенний комплекс наблюдений	52
Летний комплекс наблюдений	64
Заключение	71
Литература	73