

Министерство природных ресурсов и экологии
Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Государственный природный заповедник «Пасвик»

**Н. В. Поликарпова,
О. А. Макарова**

ФЕНОЛОГИЧЕСКИЙ АТЛАС РАСТЕНИЙ



НОРНИКЕЛЬ

КОЛЬСКАЯ ГМК

Рязань
НП «Голос губернии»
2016

ББК 28.585(2Рос-4Мур)я6

П 49

Рецензенты:

доктор биологических наук Минин Александр Андреевич, в.н.с. Института глобального климата и экологии Росгидромета и РАН, НИУ «Высшая школа экономики»

кандидат географических наук Янцер Оксана Васильевна, декан Географо-биологического факультета УрГПУ, доцент, профессор РАЕ

П 49 Поликарпова Н. В., Макарова О. А. Фенологический атлас растений / Под ред. канд. биол. наук А. В. Кравченко. На русск. и англ. яз. – Рязань: НП «Голос губернии», 2016. 236 с.

ISBN 978-5-98436-048-7

Атлас знакомит с фенологическими (сезонными) фазами развития растений, содержит методику ведения фенологических наблюдений, рассказывает о сезонных циклах растений, периодизации года. Приведены описания основных фенологических фаз растений и их иллюстрации, календарь природы заповедника «Пасвик». Сделана попытка сопоставить названия и описания фенофаз по европейской системе и нескольким российским подходам. Обсуждается возможность организации фенонаблюдений в школе.

Книга будет полезной специалистам особо охраняемых природных территорий, школьникам, студентам, учителям средних общеобразовательных школ, преподавателям вузов, наблюдателям добровольной фенологической сети России, биологам, натуралистам и любителям природы.

Художник: Хохлов В. А.

Перевод: Кислова О. С., Карельский научный центр РАН

Оригинал-макет, дизайн: Макарова В. Н.

Издано в рамках социально значимого проекта «Развитие научно-информационной базы заповедника «Пасвик» для эффективного диалога на российско-норвежской границе» по договору № 3718-73-16 от 01.03.2016 г. между ФГБУ «Государственный заповедник «Пасвик» и АО «Кольская горно-металлургическая компания» в рамках Благотворительной программы «МИР НОВЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ» ПАО «ГМК «Норильский никель».

ББК 28.585(2Рос-4Мур)я6

© ФГБУ «Государственный заповедник «Пасвик», 2016

© Поликарпова Н. В., Макарова О. А., текст, 2016

© Авторы фото и иллюстраций, 2016

© Кислова О. С., перевод, 2016

© НП «Голос губернии», оформление, 2016

ISBN 978-5-98436-048-7

Ministry of Natural Resources and Environment
of the Russian Federation
Federal State Budget Institution
“Pasvik Strict Nature Reserve”

**N.V. Polikarpova,
O. A. Makarova**

A PHENOLOGICAL ATLAS OF PLANTS



НОРНИКЕЛЬ

КОЛЬСКАЯ ГМК

Ryazan
NPP «Golos Gubernii»
2016

UDS 28.585(2Ros-4Mur)ya6

P 49

Reviewers:

Alexandr A. Minin, DSc (Dr. Biol.), Leading Researcher, Institute of Global Climate and Ecology under Roshydromet and RAS, National Research University "Higher School of Economics"

Oksana V. Yantser, PhD (Cand. Geog.), Dean of Geography and Biology Faculty, Assistant Professor at Ural State Pedagogical University, Professor at Russian Academy of Natural History

П 49 Polikarpova N. V., Makarova O. A. A phenological atlas of plants / Editor PhD (Biol.) A. V. Kravchenko. In Russian and English. – Ryazan: NPP Golos Gubernii, 2016. 236 p.

ISBN 978-5-98436-048-7

The atlas introduces the reader to phenological (seasonally recurring) development phases in plants, presents the procedure of phenological observations, seasonal cycles in plants, periods of a year. The principal phenological phases in plants are described and illustrated, nature's calendar for the Pasvik Strict Nature Reserve is provided. An attempt is made to match phenophase names and descriptions in the European system and several Russian approaches. The applications of phenology in school education are considered.

The book will be of use for specialists working in protected areas, schoolchildren, students, high school teachers, university lecturers, members of the Russian Volunteer Phenology Network, biologists, naturalists and nature-lovers.

Drawings: Khokhlov V. A.

Translation: Kislova O. S., Karelian Research Centre RAS

Layout and design: Makarova V. N.

Published within the socially-minded project "Pasvik Strict Nature Reserve knowledge and information capacity building for efficient dialogue at the Russian-Norwegian border" under Agreement № 3718-73-16 of 01.03.2016 between FSBI Pasvik Strict Nature Reserve and JSC Kola Mining and Metallurgical Company in the framework of MMC Norilsk Nickel Charitable Programme "WORLD OF NEW OPPORTUNITIES".

UDS 28.585(2Ros-4Mur)ya6

© FSBI Pasvik Strict Nature Reserve, 2016

© Polikarpova N. V., Makarova O. A., text, 2016

© Authors of photos and figures, 2016

© Kislova O. S., translation, 2016

© NPP Golos Gubernii, design, 2016

ISBN 978-5-98436-048-7

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие.....	7
Введение	10
Методика ведения фенологических наблюдений.....	21
Календари природы.....	30
Сезонные циклы растений	44
Описание основных фенофаз растений	58
Фенология в школе.....	77
Заключение.....	84
Список информационных источников.....	89
ИЛЛЮСТРАЦИИ ОСНОВНЫХ ФЕНОФАЗ РАСТЕНИЙ	101
ПРИЛОЖЕНИЯ	135
1. Названия фенофаз по европейской системе ВВСН для некоторых видов растений	136
2. Календарь природы заповедника «Пасвик» за 1993–2014 гг.	138
3. Международный номер дня.....	154
4. Номер дня по шкале Г. Н. Зайцева	155
5. Бланк регистрации фенодат растительных сообществ....	156
6. Шкалы глазомерной оценки цветения и плодоношения растений	159
7. Словарь терминов	163

CONTENTS

Preface	172
Introduction	175
Methods of phenological observations.....	182
Nature's calendars	191
Seasonal cycles in plants.....	200
Descriptions of principal plant phenophases.....	208
Phenology in school	226
Conclusions	231
List of sources.....	89
ILLUSTRATIONS OF PRINCIPAL PLANT PHENOPHASES.....	101
APPENDIXES	135
1. BBCH-scale phenophase names for some plant species	136
2. Nature's ature's calendar Pasvik Strict Nature Reserve, 1993-2014	146
3. International day numbering	154
4. Day numbering on G.N. Zaitsev's scale	155
5. Datasheet for recording the phenology of plant communities	156
6. Visual plant flowering and ripening assessment scales	161
7. Glossary	167

ПРЕДИСЛОВИЕ

Природа умеренных и северных широт очень изменчива. В ходе смены четырёх сезонов года вокруг нас происходит калейдоскоп событий: выпадает и сходит снег, цветут растения, прилетают и улетают птицы и т. д. Поэтому все мы являемся фенологами, поскольку вольно или нет отмечаем эти изменения в природе. Большинство из нас надеется на память, и с высоты прожитых лет оценивает происходящие события в сравнении с прошлыми годами в категориях «раньше» или «позже» началось то или иное явление, теплее или холоднее было то или иное лето или зима.

Значительно меньшее число людей ведут наблюдения, записывают в дневники даты наступления фенологических фаз и особенности их протекания. В итоге получают многолетние календари, которые помогают уже более обоснованно судить о характере сезонного развития природы на своем участке или возле дома в разные годы. Но если мы хотим изучать многолетние изменения в природе более крупных местностей или регионов, необходимо использовать данные из нескольких точек. И тут начинаются проблемы. Наблюдения любителей субъективны: одни отмечают начало фенофазы по одним критериям, другие – по другим. За какими видами и фенофазами наблюдать – тоже проблема. За всеми – невозможно. Значит, надо проводить отбор, чтобы все наблюдали за одним и тем же. Тогда мы получим качественный научный материал, на основании анализа которого уже можно делать обоснованные заключения, строить календари природы.

Атлас, который вы держите в руках, отвечает практически на все эти вопросы. Здесь проанализирован многолетний российский опыт ведения фитофенологических наблюдений, в том числе в рамках добровольной фенологической сети Русского географического общества, и предложена четкая методическая основа их проведения с учетом и нашего, и международного опыта. И, что очень важно, все фенофазы растений, предлагаемые к наблюдению, сопровождаются фотографическими изображениями, что позволяет даже не специалистам достаточно уверенно их фиксировать.

Страна у нас огромная, с разными природными зонами и ландшафтами, поэтому очевидно, что единую программу наблюдений предложить невозможно. Этот атлас ориентирован, в основном, на наблюдения на Кольском полуострове, однако может быть полезен и для Северо-Запада России. Выбраны характерные и типичные растения, определены фазы для наблюдений, даны чёткие критерии их фиксации. Поэтому атлас, несомненно, станет единой методической основой для проведения массовых фенологических наблюдений в регионе и формирования общей базы фенологической информации. Особенно он будет полезен для организации наблюдений в школах, юннатскими коллективами, для международных школьных проектов. Методологическая основа атласа, форма подачи материалов могут очень пригодиться специалистам из других регионов России для подготовки подобных региональных изданий, направленных в конечном итоге на укрепление координации фенологических наблюдений в России и их унификацию по международным стандартам.



Минин Александр Андреевич,
доктор биологических наук,
ведущий научный сотрудник
Института глобального климата и экологии
Росгидромета и РАН, НИУ
«Высшая школа экономики»

Актуальность данного фенологического атласа растений не вызывает сомнений, поскольку авторами на основе анализа современной научной и методической литературы проведено сопоставление названия и описания фенофаз по европейской системе ВВСН и нескольким российским подходам для видов растений, являющихся феноиндикаторами наступления сезонов и их подразделений. Рассмотрены общие аспекты организации фенологических наблюдений, включая выбор фенологического маршрута, регулярность ведения наблюдений, технологии регистрации результатов наблюдений. Приложения к работе содержат бланк регистрации фенологии растительных сообществ, календарь природы заповедника «Пасвик» за 1993–2014 гг., шкалы глазомерной оценки состояния растений. Особо стоит отметить наличие методических рекомендаций по организации фенологических наблюдений в работе со школьниками, что делает пособие незаменимым на практических занятиях, посвященных изучению природы, и может быть полезным не только в условиях Заполярья, но и в других регионах России.

Материал подготовлен на высоком научном уровне и представляет практический интерес в качестве методического пособия в исследовательской и просветительской работе для специалистов особо охраняемых природных территорий. Данное пособие доступно по содержанию, уровню и стилю изложения широкому кругу читателей: школьникам, студентам, учителям, преподавателям вузов, наблюдателям добровольной фенологической сети России, биологам, географам и людям, занимающимся вопросами дополнительного естественнонаучного образования.



Янцер Оксана Васильевна,
кандидат географических наук,
декан Географо-биологического факультета
Уральского государственного
педагогического университета,
доцент, профессор ПАЕ

ВВЕДЕНИЕ

Фенология (от греч. φαῖνόμενα – явления; дословно «phainomena» – явление, «logos» – слово, значение) – наука и совокупность сведений о сезонных изменениях в природе, их периодичности, причинах, сроках и закономерностях наступления сезонных процессов. Термин введен в 1853 г. бельгийским ботаником Шарлем Морраном (Charles Morren).

На первый взгляд вести фенологические наблюдения очень просто. Тот, кто этим занимается всерьёз, знает, что это далеко не так. Известно, что календарный год делится на несколько сезонов или времён. У нас, в Северном полушарии, на территориях с сезонным климатом, чётко выделяются четыре времени года: весна, лето, осень и зима.

Природа оживает с наступлением весны: тает снег, освобождаются ото льда водоёмы, деревья одеваются в зелёную листву, прилетают птицы. Потом наступает лето, период активной вегетации и размножения. За летом идёт осень, когда природа готовится к покою, и зима. Тем не менее, каждый год не похож на предыдущий: то зима долго не наступает, идут дожди, снег никак не устанавливается; то весна длинная и холодная, запаздывает вегетация, то в середине лета становится холодно или, наоборот, очень жарко. Погодные условия – это основной фактор окружающей среды, значительно влияющий на сезонную жизнь растений и животных. Поэтому наблюдения в природе за биологическими объектами обязательно должны сопровождаться метеорологическими сведениями. Такие данные собираются на метеостанциях. Ежедневно мы получаем информацию о погоде по радио, телевидению, в сети Интернет, собранную воедино и обработанную соответствующим образом в гидрометеорологических центрах. А что же происходит в природе в тот или другой промежуток времени, и кто собирает эту информацию?

Такую работу проводят в некоторых научных институтах биологического профиля, но, главным образом, круглый год фенологические наблюдения ведут сотрудники заповедников. В числе прочей масштабной фенологической работы они составляют календари природы своей территории, где представлены обобщенные дан-



На маршруте. Walking a transect

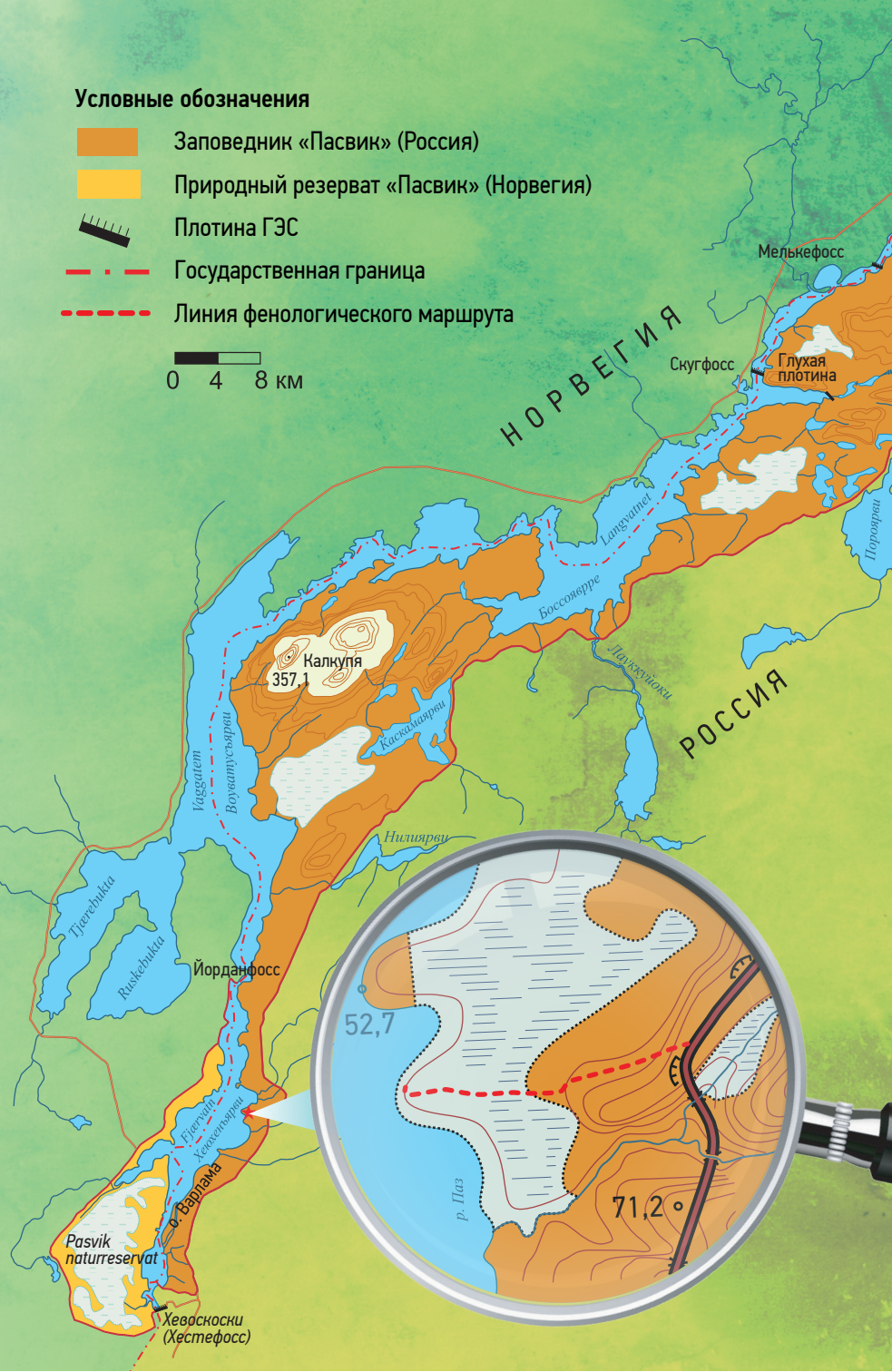
ные о погоде и сезонных явлениях в жизни растений и животных (Семёнов-Тян-Шанский, 1966; Семёнов-Тян-Шанский, Аблаева, 1983; Железная, 1999; Онищенко и др., 2001; Ананин, 2002; Татаринкова, Чемякин, 2004; Берлина, Зануздаева, 2008, 2015; Беляева и др., 2009; Поликарпова, Макарова, 2010; Макарова, Поликарпова, 2015).

В заповеднике «Пасвик», расположенном на крайнем северо-западе Мурманской области, фенологические данные начали собирать с 1993 г. согласно методическим рекомендациям в рамках основной научной темы «Летопись природы» (Филонов, Нухимовская, 1985; Летопись природы..., 1993). Так как заповедник «Пасвик» – третий и самый молодой в Кольском Заполярье, естественно, что в основу его исследовательской работы лёг календарь природы одного из старейших заповедников нашей страны – Лапландского, также расположенного в подзоне северной тайги, на севере Зелёного пояса Фенноскандии. Кандалакшский заповедник, занимающий часть побережья, острова и акваторию Баренцева и Белого морей, имеет с природой заповедника «Пасвик» меньше сходства.

Условные обозначения

- Заповедник «Пасвик» (Россия)
- Природный резерват «Пасвик» (Норвегия)
- Плотина ГЭС
- Государственная граница
- Линия фенологического маршрута

0 4 8 км



По мере накопления материала возникла мысль о сборе унифицированных данных для нашего региона в целом. Был разработан пилотный проект «Сезонная жизнь природы Кольского Севера» (Сезонная..., 1996). Его участниками стали три заповедника Мурманской области, Полярно-альпийский ботанический сад-институт им. Н. А. Аврорина Кольского научного центра РАН и норвежский Экологический центр «Сванховд» (ныне – NIBIO Svanhovd). Несколько лет в течение всего вегетационного сезона на согласованных маршрутах по общей методике мы сообща собирали материал по 19 видам растений, регистрируя 16 фенологических фаз по каждому из них (Макарова и др., 2001; приложение 5).

Этот проект закончился в начале XXI века, практически сразу дав толчок серии международных научных проектов, таких как PhenoClim и другие (Shutova et al., 2004, 2005; Karlsen et al., 2008, 2012a, b). Параллельно начался и уже более 15 лет развивается международный школьный проект «Фенология Северного Калотта»*. За эти годы разработаны методические пособия для школьников и учителей (Korjakin, Flø, 2003), создан и функционирует сайт (<http://www.miljolare.no/en/about/>). Развивается сеть контактов между



Участники международного фенологического проекта. Копенгаген, 2010
Participants of the international phenological project. Copenhagen, 2010



Картосхема
Северного
Калотта

* Северный Калотт (норв. Nordkalotten, фин. Pohjoiskalotti, швед. Nordkalotten; изначально от фр. calotte – «шапка») – расположенные севернее Северного полярного круга территории Норвегии, Финляндии, Швеции и Мурманской области (север Фенноскандии).

школами Мурманской области и Норвегии. Ребята под руководством учителей и самостоятельно несколько лет ведут фенонаблюдения, вносят информацию в базу данных Интернет-сайта (Макарова, Баблакина, 2007; Макарова, Поликарпова, Кротова, 2010; Макарова, Поликарпова, 2012; Вейсблум, Парфей-Карпович, 2015).

Занимаясь длительное время сбором фенологических наблюдений, мы отмечаем, что нередко у наблюдателя, особенно на первых порах, возникают трудности при определении той или иной фенофазы растения. В Европе уже много лет для диких и сельскохозяйственных видов растений используют стандартный перечень фенофаз в системе кодирования ВВСН, название которой связано с наименованием немецкого института **B**iologische **B**undesanstalt, **B**undessortenamt and **C**hemical industry (Growing stage..., 2001; Meier et al., 2009). Согласно этой широко употребляемой европейской системе, с момента начала роста, которому присвоена цифра 1, весь процесс вегетации разбит на отдельные фазы (100 показателей); каждая фаза иллюстрирована рисунками. Благодаря использованию стандартизированного набора фаз и единой системе кодирования,

Школьники проекта
«Фенология Северного Калотта»
на фенологическом маршруте.
Никель, 2014

Pupils of the project
“Phenology of North Calotte”
at the phenological route.
Nikel, 2014



собираются сопоставимые показатели по всей Европе. Эта система активно используется в соседней Финляндии, где существуют и свои названия фенофаз, но сделаны сопоставления с общеевропейской системой (Kubin et al., 2007). Для примера мы приводим некоторые из них в приложении 1.

В нашей стране подобного универсального справочника нет, хотя попытки кодировать фенофазы были. Дело осложняется еще и тем, что названия и описания фенофаз в разных методиках разнятся, что ведет к путанице при сборе материала. На полевой работе даже опытный наблюдатель может ошибиться. Некоторые исследователи слегка занижают балловые оценки, либо ставят более раннюю дату, другие, наоборот, её завышают. Тем более трудно новичкам.

Поэтому у нас давно возникла мысль написать пособие по ведению фенологических наблюдений. При этом планировалось сделать книжку не описательного характера, а именно наглядного. На самом начальном этапе при консультировании учителей и школьников в рамках проекта «Фенология Северного Калотта» стало ясно, что без доступных описаний и изображений, причем по всему списку растений, обойтись трудно. Имевшиеся рисунки и краткие описания вопрос не решали. Первоначально заповедник «Пасвик» начал сканировать живые растения во всех фенофазах. Это были 2002–2003 гг., и тогда мы были новаторами. Нам хотелось представить материал хотя бы для нескольких видов наподобие «таблицы Менделеева», где были бы видны основные фенофазы выбранных растений, чтобы без сомнений можно было их определить. Буквально за 2–3 года была собрана база данных сканированных изображений нескольких видов растений за весь вегетационный сезон. На её основе разработана серия обучающих слайд-шоу, которую мы назвали «Видеоатлас фенофаз растений». Материалы использовались как в рамках этого школьного проекта, так и в повседневной эколого-просветительской работе заповедника «Пасвик» многие годы. Это была самая настоящая апробация «живых» иллюстраций и описаний к ним. Видеоатлас здорово помог нам в обучении ребят основам фенологии, но мы хотели большего.

Смена наблюдателей в заповедниках – дело болезненное. Когда приходит новый человек, незнакомый с методикой феносъёмки, его нужно обучить и быть уверенным в преемственности методики, в чистоте сбора данных. Стало понятно, что нужны не только краткие описания фенофаз и их сканированные изображения. Картину требовалось дополнить фотографиями массового наступления феноявлений, собрать материал по индикации фаз, определиться с различиями между названиями фаз в заповедниках хотя бы нашего края. Фактически мы начинали унификацию методики, делали первые попытки гармонизации фенологических методов. Нужно было сделать пособие не только для школьников и учителей, но и для тех, кто по долгу работы в заповедниках непосредственно сталкивается с проблемами определения фенофаз и датами их начала и окончания.

Нам не удалось воплотить эту замечательную идею в короткие сроки. Работая многие годы в заповеднике без профессионального фенолога в штате, мы сами ведем эти наблюдения и обучаем помощников, проводим консультации и занятия по фенологии со школьниками и студентами. Процесс подготовки книги затянулся почти на 15 лет; собрать такой материал даже для небольшого количества видов оказалось значительно сложнее, чем думалось.

*Плоды
пастушьей
сумки
Сканирование
Fruits
of Shepherd's
purse.
Scanned image*



Тем более, что после размышлений, мы решили расширить описания фенофаз и воспользовались публикациями в основном отечественных фенологов. Кроме того, получили ряд ценнейших консультаций от известного российского ученого А. А. Минина и норвежского профессора Ф. Е. Виелголаски, за что приносим им глубокую и искреннюю благодарность. Информация по научным фенологическим проектам, действовавшим в последние годы между Мурманской областью, Норвегией и Финляндией, в которых заповедник «Пасвик» принимал активное участие (Shutova et al., 2004, 2005; Karslen et al., 2008, 2012a,b), тоже помогла нам определиться с форматом настоящего пособия. Это своеобразный гид-путеводитель по фенологии растений для условий Крайнего Севера и европейской северной тайги.

Заметим, что в последнее время в России появляются монографии и пособия по фенологии, но они в большинстве своем носят сугубо научный характер и, как правило, слабо иллюстрированы (Соловьев, 2005а, б; Терентьева, 2008). В отличие от них, книга Н. В. Синельниковой и М. Н. Пахомова (2015) о сезонной жизни природы Верхней Колымы обладает целым рядом достоинств. В частности, она снабжена большим количеством иллюстраций по отдельным



Участники международной фенологической конференции. Екатеринбург, 2015.
Participants of the international phenological conference. Ekaterinburg, 2015

фенофазам растений. Многие характеристики для ведения фенологических наблюдений на северо-востоке России весьма пригодны и для её крайнего северо-запада, хотя есть и существенные различия.

По окончании проекта «Сезонная жизнь природы Кольского Севера» все учреждения стали вести работу самостоятельно, обмена информацией между участниками не было, поэтому неизвестно, соблюдается ли методика в полном объеме, изменены ли списки видов и фаз и др. Очевидно, что периодически необходимо встречаться для так называемой «коллективной тренировки», хотя бы раз в несколько лет. В российских заповедниках, расположенных в разных природных зонах, собирается огромный массив фенологических данных, но единого «всероссийского» списка видов и собираемых фенологических показателей нет даже для отдельных регионов. В результате мы не имеем общей картины сезонного изменения природы в России.

Кроме заповедников, в нашей стране существует фенологическая сеть, основанная на добровольном участии энтузиастов в сборе сведений о сезонных явлениях в природе (Минин, 2000, 2015; Соловьев, 2005а, 2015). Местные календари природы российских регионов, безусловно, существенно отличаются (Батманов, 1952; Макарова и др., 2001; Синельникова, Пахомов, 2015), материалы опубликованы не по всем областям. Налаженной связи с фенологической сетью России большинство заповедников не имеет, и ценные данные, столь тщательно собираемые много лет, не попадают в общий фенологический поток для статистической обработки в едином центре (Минин, 2000, 2015; Федотова, 2012). Очевидно, что установление такой связи между заповедниками и национальным фенологическим центром становится чрезвычайно актуальной задачей ближайшего будущего.

Авторы выражают глубокую признательность своим коллегам за полезные замечания к рукописи – старшему научному сотруднику Лапландского заповедника Н. Г. Берлиной старшему научному сотруднику Кандалакшского заповедника Е. В. Шутовой, старшему научному сотруднику Воронежского заповедника И. И. Сапельниковой. Все эти годы в сборе материала для книги помогал бесконечно уважаемый нами коллектив заповедника «Пасвик». Особо

отметим вклад М. Г. Трусовой, Н. Г. Воробьевой, О. В. Кротовой, Е. С. Головановой, Г. А. Дмитренко, Е. Л. Дмитренко, Ю. М. Бычкова и др. На начальном этапе работ огромную помощь оказали привлеченные специалисты О. А. Хлебосолова, Ю. А. Кушель и студенты Рязанского государственного университета, участвовавшие в подготовке наглядных методических пособий, проведении занятий с российскими и норвежскими школьниками экологических лагерей на этапе развития проекта "Фенология Северного Калотта" и многом другом. Выход книги в свет не состоялся бы без финансовой поддержки социально значимого проекта «Развитие научно-информационной базы заповедника «Пасвик» для эффективного диалога на российско-норвежской границе» (2016–2017), победителя конкурса социальных проектов благотворительной программы «МИР НОВЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ» ПАО «ГМК «Норильский никель». Поддержка подобного рода изданий со стороны промышленных предприятий свидетельствует о понимании необходимости научных исследований, экологического мониторинга и просвещения в регионах присутствия.

Надеемся, что пособие будет полезным учителям и школьникам, молодым сотрудникам научных отделов заповедников и национальных парков России, ближайшим коллегам за рубежом, и всем, кто интересуется сезонными наблюдениями в природе. Смеем надеяться, что оно будет способствовать росту интереса к фенологии у людей разных возрастов, содействовать развитию добровольной фенологической сети России, привлекая в неё новых сторонников. Отзывы и критику принимаем с благодарностью, будем рады их получить по электронному адресу pasvik.zarovednik@yandex.ru или почтой 184404 Россия, Мурманская область, Печенгский район, пос. Раякоски, заповедник «Пасвик», научный отдел.

МЕТОДИКА ВЕДЕНИЯ ФЕНОЛОГИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ

Перед началом любых исследований крайне важен выбор методики, правильность организации сбора информации. Допущенная ошибка, неточность и непродуманность процесса скажутся в дальнейшем и приведут к необходимости внесения поправок и к несопоставимости данных.

Не лишним будет привести основные методические принципы организации фенологического мониторинга (по: Фенологические наблюдения, 1982; Соловьев, 2005а):

- принцип локальности – точная привязка наблюдений к конкретной местности;
- принцип постоянства – ежегодная повторяемость наблюдений в одной и той же местности и за одними и теми же объектами;
- принцип регулярности – достаточная для точного определения дат наступления и развития сезонных явлений частота наблюдений;
- принцип сопоставимости обеспечивается единством (унификацией) методики определения сроков наступления сезонных явлений и единым пониманием определения этапов развития (начало, разгар и окончание) фенологических фаз;
- принцип тезаврации – централизованное накопление фенологической информации по региону;
- принцип статистической достоверности обеспечивается соответствующими приемами проверки результатов фенологических наблюдений и порядком их математической обработки;
- принцип объективности заключается в дублировании наблюдений несколькими наблюдателями по одному и тому же географическому пункту. Очень важное условие, соблюдение которого позволяет уже в начальной стадии сбора фенологической информации выбраковывать резко выделяющиеся фенодаты. Это достигается при наличии в одном географическом пункте нескольких наблюдателей или постоянно действующего при школе или внешкольном учреждении фенологического кружка.

Все – от мала до велика – могут участвовать в таком замечательном деле, как наблюдение природы. Если вы хотите получить действительно полезные сведения, их надо собирать регулярно. Никаких особых приборов и приспособлений не нужно. Необходимо лишь соблюдать дисциплину и определенные правила. Чтобы легче было разобраться, в какой фазе находятся растения, мы и решили подготовить атлас. Руководств и научных публикаций на эту тему очень много, а начинающему фенологу нужно постичь именно азы фенологии. Пользуясь этим атласом, можно быстро просмотреть, соответствует ли наблюдаемая в данный момент фаза той картинке, которая приведена в настоящем пособии. После этого следует записать дату. Человеку, глубоко интересующемуся темой, мы приготвили дополнительный список литературы, благодаря которому он может расширить свои знания и получить ответы на интересующие его вопросы, в т. ч. методического порядка.

Выбор фенологического маршрута

В инструкции по определению явлений, включенных в бланк-программу фенологических наблюдений для лесной зоны европейской части СССР, изданной в 1978 г., абсолютно точно описаны действия при выборе маршрута и даны чёткие рекомендации для сбора показателей (Тавровский и др., 1978). С учётом природных особенностей нашего региона, с появлением точных приборов, мы, в свою очередь, даём рекомендации по выбору маршрута, так как от выбора места действия зависит ценность наблюдений.

Требования эти таковы:

- маршрут должен быть проложен на территории с типичными для данной местности растительными сообществами, охватывающей всё их разнообразие;
- маршрут должен быть доступным для регулярного посещения наблюдателем;
- маршрут не должен быть очень протяженным (в пределах 2 км).



*Общий вид фенологической тропы
General view of the phenological trail*

Затем проводится обследование территории для выбора подходящего маршрута. На нём должны встречаться отобранные для наблюдений растения, что особенно важно, в типичных для них сообществах. Чрезвычайно важно проводить наблюдения на одном и том же маршруте, «снимать» показатели с одних и тех же групп растений.



*Указатель
на феномаршруте
Sign along
a phenological route*

Перед началом работ маршрут нужно описать, определить с помощью GPS-навигатора координаты начала и конца, высоту над уровнем моря, нанести его на карту. Любой маршрут должен иметь свой паспорт, куда заносятся сведения о его местоположении, координаты, протяженность, картосхема, дата организации, фамилия, имя, отчество основателя и наблюдателей, перечень основных растительных сообществ, список регистрируемых растений, распределенных по этим сообществам, список фенологических фаз, ссылка на используемую методику. Желательно отразить на схеме маршрута расположение основных наблюдаемых групп растений в каждом сообществе. Всё это окажется в дальнейшем крайне востребованным при смене наблюдателя.

Рядом с линией маршрута не должно быть объектов антропогенного происхождения, которые могут отразиться на сроках наступления фенофаз и исказить естественную картину смены сезонных явлений (теплотрассы, ЛЭП, промышленные объекты, дома, свалки, полигоны и др.). То есть маршрут должен проходить в естественных природных условиях, типичных для данной местности. Если маршрут закладывается в населенном пункте (городе, посёлке), то это должны быть его окраины, максимально удаленные от строений и влияния человека – парки, сады, скверы, любые зелёные зоны.

Регулярность ведения наблюдений

На Крайнем Севере ведение фенонаблюдений имеет ряд особенностей. В начале периода вегетации растений – с середины-конца апреля и до конца мая – начала июня смена фенофаз обычно идёт медленно. Посещать маршрут можно 1 раз в 7 дней. Позже, по мере потепления, скорость роста и развития растений увеличивается. В условиях Мурманской области в период с конца-мая – начала июня до середины – конца июля проходить маршрут нужно не менее 2 раз в неделю, а лучше через 2–3 дня. Желательно выбрать определённые дни, например вторник и пятницу. Относительно времени суток для наблюдений можно сказать, что лучше всего посещать маршрут в первой половине дня ближе к полудню, когда у большинства растений раскрываются цветки и можно безошибочно определить фено-

фазу (это особенно важно для фаз бутонизации и цветения). Погода, как правило, не имеет значения. Только в случае проливного или затяжного дождя можно перенести посещение маршрута на следующий день. Такой режим сохраняется примерно в течение 1–1,5 месяцев.

Позже, с середины – конца июля до конца августа, после отцветания растений, в период созревания плодов и начала изменения окраски листьев, процессы несколько замедляются, и посещать феномаршрут можно 1 раз в 5 дней.

С конца августа до середины – конца сентября – маршрут можно проходить 1 раз в 7 дней, с конца сентября до начала – середины октября (в зависимости от особенностей метеоусловий года) – 1 раз в 10 дней.

Регистрация наблюдений

На маршруте следует заполнять полевой дневник и специально разработанные таблицы-бланки. Полевой дневник, пожалуй, удобнее вести более опытным наблюдателям, хотя профессиональные таблицы во всех случаях гораздо лучше, т.к. позволяют наблюдателю ничего не пропустить.

Следует особое внимание уделить преемственности записей из года в год по единой схеме,



Схема маршрута в населенном пункте
Map of a route through a settlement

Фотоловушка
для регистрации
фенофаз
A camera trap
for recording
phenophases



т. к. это важно для дальнейшей обработки результатов и позволит избежать трудностей при интерпретации первичных данных.

Поэтому к форме полевого бланка следует отнестись со всей тщательностью и следовать ей в дальнейшем без изменений. Только в этом случае можно говорить о ценности собираемых данных и их пригодности для статистической обработки, сравнения с данными других наблюдателей и с других территорий.

В таблицу заносится календарная дата наступления того или иного явления, фенофазы. Заполненный полевой бланк следует своевременно переносить в электронную базу данных. Чем больше лет наблюдений, тем точнее средние многолетние данные, тем выше их научная ценность. Вот почему сейчас особенное значение имеют феноданные заповедников, ведущих наблюдения на одних и тех же площадях, маршрутах в течение десятилетий.

Результаты наблюдений желательно обработать – произвести необходимые расчеты, определить средние многолетние даты, самые ранние и поздние сроки, отклонения, ошибки и прочие показатели, составить календарь природы текущего года и многолетний для данной местности. Такие сводки целесообразно публиковать как в региональных обзорах (например, докладах о состоянии и об охране окружающей среды конкретного субъекта РФ), так и в научной печати, средствах массовой информации, на веб-сайтах заповедников и др. Важно также делиться данными с фенологическим центром: это будет вклад наблюдателя (и заповедника, школы, другой организации) в исследование тенденций сезонного развития на гораздо большей территории – например, на Европейской территории России, на Урале, в Западной Сибири и др. В этом случае вы можете быть уверены, что собираемые данные идут на пользу фенологической науке, развития прогнозирования и изучения взаимосвязей климата и живой природы, а не лежат «в столе» в виде неопубликованных отчетов, известных вам самим, или, хуже того, совершенно не разобранных записей и рукописных таблиц.

Наличие табличного бланка на маршруте не освобождает наблюдателя от необходимости иметь полевой дневник. В него следует записывать другие явления, которые произошли в этот день, и которые

не входят в основную программу фенонаблюдений. К числу таких записей относится состояние погоды и водоемов в день наблюдений, явления в жизни животных и другие. Хотя форма бланка и может включать отдельные разделы для подобных записей.

Обратим внимание читателя на риск регистрации очень ранних дат, когда наблюдатель стремится во что бы то ни стало записать самые ранние сроки наступления явлений, пытаясь «опередить» сам себя или другого наблюдателя. Во избежание такой неоправданной «соревновательности» и искажения фактической ситуации в природе следует внимательно изучить описание фенофаз и критериев их наступления, регистрировать их лишь в типичных для выбранных видов растений растительных сообществах (станциях), например, в роще – в лесу, а не на болоте, сосну и берёзу пушистую – также в лесу, берёзу карликовую, наоборот, на болоте (даже если отдельные её экземпляры встречаются на опушке леса или в низинах). Такие риски при отметках «искусственных» дат справедливо отмечает и А. Н. Соловьев (2005а).

Список видов для фенонаблюдений

Обычно для ведения фенологических наблюдений используются сосудистые растения, на которых хорошо заметны сезонные изменения.

В ходе научного проекта «Сезонная жизнь природы Кольского Севера» (Макарова и др., 2001) еще в 1994 г. был предложен список видов растений для совместного наблюдения (табл. 1) по 16 фенофазам (табл. 2).

В этот список включены виды, широко распространенные на севере Фенноскандии – в Мурманской области, Республике Карелия, Норвегии, Швеции и Финляндии. Они интересны с биологической точки зрения, так как относятся к разным феноритмотипам и жизненным формам, доступны для наблюдения, т. к. встречаются повсеместно, широко известны либо легко определяемы.

Ниже приводятся названия этих видов – научное (латинское), русское и английское (табл. 1).

Таблица 1

Список видов сосудистых растений для фенологических наблюдений на севере Фенноскандии

№ п/п	Латинское название	Русское	Английское
Деревья и кустарники			
1.	<i>Pinus sylvestris</i> L. s.l. (<i>P. lapponica</i>)	Сосна обыкновенная (лапландская)	Scotch (Lapland) Pine
2.	<i>Picea obovata</i> Ledeb.*	Ель сибирская*	Siberian Spruce*
3.	<i>Betula pubescens</i> Ehrh. s. l.	Берёза пушистая	Downy Birch
4.	<i>Salix caprea</i> L.	Ива козья	Goat Willow
5.	<i>Sorbus aucuparia</i> L. s.l.	Рябина обыкновенная	Rowan
Кустарнички			
6.	<i>Andromeda polifolia</i> L.	Подбел обыкновенный	Bog rosemary
7.	<i>Calluna vulgaris</i> (L.) Hull	Вереск обыкновенный	Heather
8.	<i>Chamaepericlymenum suecicum</i> (L.) Aschers. et Graebn.	Дёрен шведский	Dwarf Cornel
9.	<i>Empetrum hermaphroditum</i> (L.) Hagerup	Водяника (вороника) обополая	Crowberry
10.	<i>Ledum palustre</i> L.	Багульник болотный	Labrador Tea
11.	<i>Vaccinium myrtillus</i> L.	Черника обыкновенная	Bilberry
12.	<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.	Брусника	Cowberry
13.	<i>Vaccinium uliginosum</i> L.	Голубика	Bog blueberry
Травы			
14.	<i>Rubus chamaemorus</i> L.	Морошка	Cloudberry
15.	<i>Achillea millefolium</i> L.	Тысячелистник обыкновенный	Yarrow
16.	<i>Chamaenerion angustifolium</i> (L.) Scop.	Иван-чай узколистый	Rosebay Willowherb
17.	<i>Geranium sylvaticum</i> L.	Герань лесная	Wood Crane's-bill
18.	<i>Linnaea borealis</i> L.	Линнея северная	Twinflower
19.	<i>Trientalis europaea</i> L.	Седмичник обыкновенный	Chickweed- wintergreen
20.	<i>Trollius europaeus</i> L.	Купальница европейская	Globeflower

* Примечание: фенодаты ели сибирской в заповеднике «Пасвик» не регистрируются в связи с редкостью распространения вида в долине реки Паз.

В учебном пособии, подготовленном по проекту «Фенология Северного Калотта» (Korjakin, Flø, 2003), для ведения наблюдений школьникам рекомендовано только 9 видов из упомянутых в табл. 1 (Макарова и др., 2010):

- из древесных пород – берёза,
- из кустарников – рябина,
- из кустарничков – шведский дёрен, багульник болотный, брусника и черника,
- из травянистых растений – морошка, иван-чай узколистый и купальница европейская.

При этом в школьном проекте прослеживается не полный цикл этих видов от начала роста до отмирания (листопада), а лишь по одной-две самой яркой фазе. Это было сделано для упрощения первичного знакомства школьников с основами фенологии. Мы же в данном пособии стремимся отразить цикл фенонаблюдений за растениями в течение всего вегетационного периода. Возможно, это позволит расширить работу по фенологии, как в рамках упомянутого международного школьного проекта, так и ориентирует учителей на индивидуальную работу с ребятами.



Цветение
седмичника
европейского
Flowering
of chickweed-
wintergreen

Массовое цветение вереска обыкновенного
More than 50% flowering of heather



КАЛЕНДАРИ ПРИРОДЫ

В течение года происходят различные изменения в природе. Изучение этих процессов всегда вызывало большой интерес у человека. Прежде всего наблюдают метеорологические явления (выпадение и сход снега, температура воздуха, почв, воды, замерзание водоёмов и др.), сезонные изменения в жизни растений и животных (сокодвижение, появление листьев, цветение, листопад, линька у животных и т. д.) и сезонные события в хозяйственной деятельности человека (посев зерновых, цветение и созревание плодово-ягодных растений, сбор урожая и т. д.). Слежение за этими процессами в течение года составляет смысл фенологического мониторинга.

В приложении 2 приводится пример календаря природы, где включены показатели неживой природы (метеорологические наблюдения), а также некоторые показатели сезонной хозяйственной деятельности человека. Ниже показаны основные их характеристики, которые помогут при определении сезонных явлений, помимо упомянутого выше списка видов сосудистых растений.

1. Гидрометеорологические явления



Появление первых проталин.
Записывается дата, когда появились проталины на ровной местности (не на склонах).

Разрушение сплошного снежного покрова. Отмечается тот день, когда более половины обследуемой территории освободилось от снега.

*Проталины у стволов деревьев
Thawed patches around tree trunks*



Полный сход снега на полях. Complete snowmelt in fields

Полное освобождение полей от снега. Дата, когда при осмотре окрестностей снега на открытых участках (полях) не осталось. При этом остатки снега могут сохраниться в лощинах, оврагах и затённых местах.

Вскрытие реки. Очень часто, прежде чем начнется сплошной ледоход, наблюдается одна или несколько подвижек льда. Следует отмечать первую подвижку льда, начало и конец ледохода. Необходимо указывать название реки.



*Появление воды поверх льда на озерах
Water appearing on top of ice on lakes*



Ледоход на реке. River ice break-up

Наивысший уровень воды в реке во время весеннего половодья. Отмечается дата наивысшего уровня. Данные заимствуются из наблюдений гидрологической станции или поста. Если наблюдения производятся не на станции или гидрологическом посту, то необходимо заранее, не позже первого дня с начала повышения уровня воды, установить деревянную рейку, разделенную на сантиметры, на опоре или одном из «быков» моста. Для того, чтобы рейка не была повреждена ледоходом, она должна быть установлена (или нарисована асфальтовым лаком на каменной опоре моста) делениями по течению, т. е. при наблюдениях наблюдатель должен смотреть вверх по течению. При отсутствии поблизости моста рейка может быть установлена или нарисована на каком-либо прочном предмете (столбе, свае, дереве), который ежегодно затапливается в весеннее половодье.



Забереги на реке Паз в конце мая. Border ice on the Paz River in the end of May

Исчезновение ледяного покрова на водоёмах. Дата, когда лёд полностью растаял. Указывается тип водоема (озеро, водохранилище, пруд). Для озёр указывается их название.

Исчезновение снега в лесу. Указать, в каком лесу (еловом, сосновом и т.п.). Отдельные островки снега во внимание не принимаются.

Последний заморозок в воздухе. Записывается дата, когда последний раз весной (или в начале лета) температура была 0°C или ниже. Отметить повреждения, причиненные заморозком растениям.

Последний заморозок на почве. Определяется либо по минимальному термометру на поверхности почвы, либо по наличию инея на поверхности почвы.

Первый осенний заморозок на почве. Определяется так же.

Первый осенний заморозок в воздухе. Определяется так же, как и последний заморозок в воздухе. Отметить повреждения, причиненные сельскохозяйственным культурам.

Первый снег. Отмечается дата, когда впервые шёл снег или мокрый снег с дождём.

Появление первого снежного покрова. Дата, когда снег покрыл почву, хотя бы на несколько часов.

*Первый снег и первый лёд
First snow and first ice*





Полное замерзание озёр. Complete freeze-up of lakes

Окончательное замерзание почвы, появление льда на водоёмах и полное их замерзание особых пояснений не требуют.

Образование устойчивого снежного покрова. Дата, когда выпал снег, сохранившийся на всю зиму.

Следует отмечать не только даты, но и часы необычных явлений природы: бурь, ураганов, выпадения сильного града и прочего., при этом описать причиненные повреждения.



Санный путь. Sled paths

2. Деревья и кустарники весной и летом

Наблюдатель, впервые приступающий к ведению фенологических наблюдений, должен сначала выяснить, какие деревья и кустарники, включенные в программу, произрастают в данной местности, составить их список для каждого типа растительных сообществ. Чтобы наблюдения могли быть использованы в научных целях, необходимо тщательно и строго придерживаться одной и той же методики при выборе места и объектов наблюдений, одних и тех же признаков определения фаз развития и одинаковой частоты и точности осмотра наблюдаемых растений.

Если тот или иной вид растения встречается часто, растет группами или в больших насаждениях (в лесах, полезащитных лесных насаждениях, садах, парках, лесных питомниках и пр.), то надо выбрать постоянные группы растений каждого вида и нанести места их произрастания на схематический план местности.

Если же экземпляры вида растут поодиночке в разных местах, то следует выбрать несколько (например, пять) растений и записать их местоположение или пометить хорошо заметными этикетками. Выбирать необходимо только здоровые растения, нормально растущие, но не находящиеся в исключительных, нетипичных для них условиях. Непригодны для наблюдений (в целях составления календаря местной природы и географического изучения сезонных явлений на большой территории) растения, находящиеся в непосредственной близости к строениям или заборам, на крутом склоне. Там создаются микроклиматические условия, изменяющие скорость прохождения фаз развития по сравнению с остальными экземплярами вида. Однако такие растения могут служить объектами специального изучения влияния микроклиматических условий на развитие деревьев и кустарников.

Если какая-либо древесная порода представлена лишь небольшим числом экземпляров (два-три), то за начало фенофазы принимается дата, когда признаки фенофазы будут у одного экземпляра, массовое наступление – у половины особей. При этом в записях надо указать, над сколькими экземплярами ведутся наблюдения.

Фенологические наблюдения за древесными растениями надо



Начало
развёртывания
листьев у ив
Beginning of leaf
unfolding in willow

Начало цветения ив. Flowering onset in willow

начинать со дня, когда температура воздуха днём в тени будет приближаться или станет чуть выше 5°C. В этот день может наступить сокодвижение у берёзы пушистой. Чтобы уловить это явление, на южной стороне нескольких деревьев на высоте около 1,5 м надо сделать уколы толстой иглой или шилом с небольшим проникновением в древесину. Начало сокодвижения узнается по появлению капелек сока из отверстий. В Мурманской области при соответствующей температуре сокодвижение у берёз начинается в апреле. Обычно к началу сокодвижения почва оттаивает на всю глубину.

Остальные фазы развития древесных растений определяются по следующим признакам:

Развёртывание первых листьев. Первые листья раскрылись или развернулись. С развёртыванием первых листьев издали становится заметной зелёная дымка на деревьях. Эта фаза еще называется «зеленением».

Начало цветения. Ива козья начинает цвести до облиствения; признаком начала цветения служит выдвигание тычинок из цветков в мужских соцветиях и растрескивание пыльников. У остальных видов отмечается раскрытие венчика у первых цветков.



Начало развёртывания листьев у голубики
Beginning of leaf unfolding in Bog blueberry



Цветение багульника, июнь
Flowering of Labrador Tea, June



Вторичное цветение багульника, август. Secondary flowering of Labrador Tea, August

Зеленение берёз
Leaves begin to
unfold on Downy birch



Рассеивание семян и сухих плодов. У ели и сосны высыпание семян происходит в конце зимы – начале весны. Появление на снегу семян и будет служить признаком начала рассеивания. В годы с сухой продолжительной осенью семена из шишек высыплются в конце осени. У сосны шишки раскрываются на третью весну после «цветения»; обычно в сухие солнечные дни апреля или начала мая в сосновом лесу слышно потрескивание – это раскрываются шишки; одновременно видно, как летят семена. У берёзы эта фаза выглядит так: серёжки с плодами побурели и начинают рассыпаться; на дереве обнаруживаются первые раскрывшиеся плодовые серёжки, а под деревьями – семена-крылатки.

3. Деревья и кустарники осенью

Осенние наблюдения над раскраской листвы и листопадом у деревьев и кустарников несколько более сложны по сравнению с наблюдениями над другими фазами развития растений, однако они необходимы, так как позволяют судить о конце вегетационного периода (точнее, о конце ассимиляционной деятельности растений). Сложность их обуславливается следующими причинами:

1. Они ведутся не над отдельными органами растения, а над всей кроной дерева в целом.

2. Переход от лета к осени обычно совершается более постепенно, чем смена зимы весной. Поэтому и осенние явления у деревьев и кустарников протекают сравнительно медленно, растянуто по времени.

3. Осенью наблюдателю приходится иметь дело со значительной разновременностью раскраски листвы и листопада у различных экземпляров даже одного и того же вида (фенологическая дифференциация). Если весной разница в наступлении фаз у отдельных экземпляров обычно не превышает нескольких дней, то осенью, особенно в фазе раскраски листвы, эта разница возрастает до недели и более. Это хорошо заметно у берёз и ив.

Осенние фазы развития растений являются следствием не только того или иного режима погоды осенью, но и отражают характер развития растений весной и летом текущего года, а также и условия перезимовки. Кроме того, на сроки наступления осенних явлений

у деревьев и кустарников большое влияние оказывают их возраст, характер почвы, близость грунтовых вод, местоположение.

Начало раскраски листвы отмечается датой, когда были замечены первые по-осеннему раскрашенные листья (хвоя) или целые ветви. Раскраска листвы в разные цвета (красный, желтый, оранжевый, коричневый и т.п.) происходит вначале довольно медленно. Первые осенние листья обычно появляются в средней и нижней частях кроны. Вскоре после этого у берёзы можно отметить отдельные целые ветви с окрашенной листвой, хорошо заметные издали («флаги» или «пряди»).

У сосны и ели осенние фазы проходят менее заметно, так как у них раскрашивается лишь часть хвои: у сосны – на ветках 2–3-летнего, у ели – 5–7-летнего возраста. У сосны раскраска хвои начинается со второй половины августа в нижних частях ветвей. У ели это явление наблюдается позднее – чаще с октября.

Вскоре после начала раскраски листвы у многих деревьев и кустарников начинается листопад, который также проходит постепенно и вначале малозаметно. Однако у некоторых пород листопад обычно начинается лишь после того, как раскрасится значительная часть листвы. Из мелколиственных пород начало листопада более чётко наблюдается у осины, некоторых ив. В нашу программу включены на-

Массовое пожелтение берёз и ив
Mass yellowing of leaves on birch and willow



блюдения за *началом листопада (хвоепада)* только у нескольких видов, у которых эта фаза отмечается более отчётливо. День опадения первых по-осеннему окрашенных листьев (хвои) отмечается как начало листопада. У сосны это можно установить при лёгком потряхивании веток.

На ход раскраски листвы и листопада существенное влияние оказывает погода. В теплую сухую осень раскраска листвы начинается раньше, и сама листва



Полный листопад. End of leaf fall

окрашивается в другие тона («золотая осень»). В сырую, пасмурную осень раскраска листвы запаздывает и бывает менее красочной. Однако в случае заметного повышения температуры воздуха во второй половине сентября – первой половине октября всё же наблюдается довольно быстрое, иногда полное, раскрашивание листвы у многих деревьев и кустарников. После заморозков или сильных ветров листопад у многих растений проходит очень интенсивно.



Начало пожелтения хвои сосны. Beginning of pine needles yellowing

Полная раскраска листвы (хвои) отмечается датой, когда вся листва приобрела осеннюю раскраску. Кроны деревьев или кустарников стали желтыми, красными или коричневыми. Небольшое количество листвы, сохраняющей еще зеленоватую окраску, во внимание не принимается. У сосны внутренняя часть кроны стала совсем жёлтой, как бы «подпалённой».

У ольхи и осины в некоторые годы буквально в один день, иногда даже в несколько часов, листва опадает полностью. Наблюдателю-фенологу это обстоятельство всегда следует иметь в виду. В ветреные дни надо чаще следить за ходом листопада, чтобы своевременно отметить его конец. Датой *конца листопада* следует считать день, в который крона дерева или кустарника полностью обнажилась от листвы. Небольшая часть листвы, остающаяся иногда на вершинах крон, во внимание не принимается. У сосны внутренняя часть кроны освободилась от жёлтой хвои. Крона её стала вновь зеленой, но как бы разреженной. У ели опадение хвои отмечается с ноября и растягивается на сравнительно длительное время. Опавшая хвоя хорошо заметна на поверхности снежного покрова, особенно после ветреных дней. Если фенолог ведёт наблюдения над значительным количеством экземпляров одного вида, то в целях лучшего освещения хода малоизученных осенних фаз развития растений желательно отмечать не только начало фазы и её массовое наступление (50% экземпляров вступило в данную фазу), но и ее конец (листва у последнего экземпляра начала раскрашиваться, полностью раскрасилась или полностью опала). Эти наблюдения в наших условиях проводятся за берёзой, осинкой, ивами, рябиной.

При ранних наступлениях заморозков у некоторых видов растений побуревшая листва не опадает и сохраняется зимой. Об этом также следует делать соответствующие записи.

4. Травянистые растения

Для ведения фенологических наблюдений над дикорастущими травянистыми растениями надо выбирать места, где данный вид встречается часто.

У иван-чая цветение начинается с нижней части соцветия – по

раскрытию первых цветков и определяют начало этой фазы. Начало цветения купальницы европейской регистрируется по пожелтению первых цветков; цветки у этого растения вообще полностью не раскрываются, но чашелистики, плотно сомкнутые в состоянии бутонов, в начале цветения желтеют и несколько отделяются друг от друга.



Массовое цветение иван-чая узколистного. Full flowering of rosebay willowherb



Начало цветения купальницы европейской
Flowering onset of globeflower

Вторичное цветение синюхи остролепестной
в середине августа в Пасвике
Secondary flowering of Jacob's ladder,
mid-August in Pasvik

Отмечаются начало цветения отдельных растений и массовое цветение (более 50%).



Цветение линеи северной
Flowering of twinflower



Начало цветения вахты трёхлистной
Flowering onset of bogbean



Начало цветения дёрена шведского
Flowering onset of dwarf cornel

Массовое цветение дёрена шведского
Full flowering of dwarf cornel



СЕЗОННЫЕ ЦИКЛЫ РАСТЕНИЙ

Цикл сезонного развития растений включает закономерно сменяющиеся друг друга морфологически различные этапы или периоды. Каждый этап состоит из нескольких сезонных, или фенологических, фаз развития (Соловьев, 2005а; Терентьева, 2008; Синельникова, Пахомов, 2015). Как правило, выделяют 6 таких этапов, из которых 3 имеют отношение к развитию вегетативных органов (1, 5, 6), а 3 – генеративных (репродуктивных) органов растений (2, 3, 4, табл. 2):

Таблица 2
Основные фенологические этапы и фазы растений

№ п/п	Этап	Фаза	
		По А. Н. Соловьеву (2005а)	По программе «Сезонная жизнь природы Кольского Севера» (2001)
1.	Начало вегетации	Начало сокодвижения	—
		Набухание почек	—
		Начало роста побегов	1. Начало распускания почек («лопнули» почки); для травянистых растений – начало отрастания
		Распускание почек	Leaf bud burst
		Развёртывание листьев (зеленение, облиствение)	2. Начало развёртывания листьев («зеленение») First leaf (small, that has just come out)
		—	3. Появление полного листа First full leaf (normal size)
2.	Бутонизация	Набухание цветочных почек	4. Начало бутонизации («барашки» на иве) Beginning of flower bud establishment
		Начало развёртывания цветочных почек	—
		Массовое развёртывание цветочных почек	—

3.	Цветение	Начало цветения (раскрытие первого цветка)	5. Начало цветения Beginning of flowering, first open flower
		Массовое цветение	6. Массовое цветение (более 50% цветущих растений) More than 50% flowering
		Увядание единичных цветков	7. Начало отцветания. First finished flowering.
		—	8. Массовое отцветание (более 50%) More than 50% finished flowering
		Окончание цветения	9. Полное отцветание (нет ни одного цветка этого растения) Flowering is finished fully
		Начало завязывания плодов	—
4.	Плодоношение	Массовое завязывание плодов	—
		Появление первого зрелого плода	10. Начало созревания плодов (начало рассеивания семян) Beginning of ripening
		Массовое созревание плодов	11. Массовое созревание (поспевание) более 50% Ripening more than 50%
		Начало опадения плодов	—
		Окончание опадения плодов	—

5.	Окончание вегетации	Начало расцветивания листьев (хвои)	12. Начало изменения окраски листьев Leaf yellowing beginning
		—	13. Массовое изменение окраски листьев Leaf yellowing more than 50%
		Полное осеннее окрашивание листьев (хвои)	—
		Начало осыпания листьев (хвои)	14. Начало листопада Leaf falling beginning
		Массовый листопад (хвоепад)	15. Массовое опадение листьев (более 50%) Leaf falling more than 50%
		Окончание листопада (хвоепада)	16. Полное отмирание надземной части (у трав) Plant is dead (grass plants)
6.	Период покоя	Глубокий (органический) покой	—
		Вынужденный покой	—

Примечание: — фаза не фиксируется в рамках проекта «Сезонная жизнь природы Кольского Севера» (2001) либо ей нет соответствия фазам по А. Н. Соловьеву (2005а).

Поскольку количество фенофаз каждого периода различно, для практических целей выбрано несколько наиболее заметных и достаточно хорошо отличающихся друг от друга. Отметим, что в зависимости от жизненной формы растений (дерево, кустарник или трава), одна и та же фаза у разных растений внешне несколько различается.

Другие исследователи, также разделяя весь вегетационный сезон на вегетативный и генеративный (репродуктивный) циклы, приводят иные формулировки названий фенофаз растений (Терентьева, 2008). Эту информацию приводим как дополнительную для более глубокого понимания фенофаз.

Цикл вегетативных фаз

В сезонном развитии вегетативных органов у высших растений выделяются четыре группы фаз.

1) *Фазы весеннего возобновления вегетации.* К этой группе у древесных растений относятся фазы весеннего «плача», набухания и распускания почек; у травянистых многолетников – распускания почек возобновления, появления ростков (до распускания листьев) либо нераспустившихся первых листьев (многие однодольные, зонтичные и др.); у растений первого года жизни – всходы до распускания первых настоящих листьев. Эти фазы отличаются от остальных тем, что питание растения в этот период происходит ещё целиком за счёт запасов в семенах или перезимовавших органах. У зимнезеленых растений данные фазы не выделяются.



*Лопнули почки у берёз, сосна – в стадии покоя
Bud burst in birch; pine in dormancy*

2) *Фазы отрастания побегов.*

Ежегодный прирост побегов у древесных и отрастание травянистых растений происходит в первой половине вегетационного периода. У древесных – это фазы облиствения и роста побегов; у многих многолетних трав группа фаз отрастания побегов включает в себе подфазы кущения, стеблениа и облиствения; у монокарпиков в годы, предшествующие цветению, она нередко состоит из одной фазы – отрастания листьев. На-



*Отрастание побегов и зеленение у сосны
Regrowth of shoots and leaf emergence in pine*



Отрастание побегов голокучника трёхраздельного
Regrowth of *Gymnocarpium dryopteris* shoots

чало фаз отрастания побегов у облиственных растений следует считать с начала внепочечного роста их побегов. Конец этой группы фаз устанавливается по концу прироста побегов или, в случае укороченных побегов, по концу новообразования листьев. Точные даты конца прироста побегов могут быть установлены систематическими измерениями их длины. Фазы отрастания побегов могут быть разбиты на подфазы. Их может быть довольно много в зависимости от целей исследования. Одним из этапов развития побега при изучении его на организменном уровне является образование одного узла: листа и междоузлия.



Отрастание побегов и начало
зеленения багульника
Regrowth of shoots and leaf
emergence in Labrador Tea

Начало отрастания первых
побегов у трав на лугах
First herbaceous shoots begin
to regrow in meadows



Пик летней вегетации. Peak of summer vegetative development

3) Фаза летней вегетации. Это период между окончанием фазы отрастания вегетативных побегов и подготовкой к зимнему покою. У древесных растений эта фаза начинается, когда прирост побегов в основном закончен и молодая листва достигла полного развития, а у травянистых растений – восстановился травостой.

4) Фазы отмирания вегетативных органов. Однолетники ежегодно отмирают целиком (за исключением их семян). У всех остальных растений ежегодно отмирают все или часть листьев или побегов. Отмирание приурочено к периоду подготовки растений к зимнему покою. У листопадных древесных растений отмирание листьев принимает форму осеннего расцветивания – изменения их зелёной окраски на осеннюю и следующего за этим листопада. Осеннее расцветивание листьев – типичный пример постепенно начинающейся фазы.



Осеннее окрашивание листьев осины. Autumn leaf coloring in aspen

Отмирание листьев морошки
Leaf senescence in cloudberry

Конец листопада отмечается днем, когда осыпались все листья или на растении сохранились только засохшие листья. У зимзеленых деревьев и кустарников ежегодно наблюдается отмирание листьев старшего возраста.



Изменение окраски листьев дёрена шведского
Leaf coloration in dwarf cornel



Массовое изменение окраски и начало отмирания седмичника европейского
Peak leaf coloration and beginning of die-back in chickweed-wintergreen

Цикл генеративных (репродуктивных) фаз

Развитие генеративных органов у высших растений включает пять групп фаз.

1) *Фаза отрастания генеративных побегов.* В качестве самостоятельной фазы наблюдается лишь у растений со специализированными генеративными и генеративно-ростовыми побегами.

2) *Фаза бутонизации.* Начало бутонизации отмечается, когда бутоны становятся заметными невооруженным глазом. У колосовых злаков и осок фаза бутонизации называется колошением, а у метельчатых злаков – вымётыванием. В фазе бутонизации обычно различают две подфазы: плотных (или молодых) и рыхлых (или зрелых) бутонов.



Бутонизация подбела многолистного.
Beginning of flower bud development in bog rosemary

Бутонизация дёрена шведского
Beginning of flower bud development in dwarf cornel



Полный лист и начало бутонизации дёрена шведского
Full leaf and beginning of flower bud development in dwarf cornel



Цветение подбела многолистного. *Flowering of Bog rosemary*

3) Фаза цветения. Началом цветения является дата созревания пыльников и рылец. Созревшие пыльники растрескиваются и выделяют пыльцу, а созревшие рыльца раскрываются и становятся клейкими. Разные виды растений цветут в определенные часы суток. Начало цветения растений с развитым околоцветником определяется по раскрытию первых, но не единичных околоцветников. Раскрытие околоцветников обычно хорошо коррелирует с созреванием тычинок и рылец.



Отцветание дёрена шведского
Flowering finishing in dwarf cornel



Начало образования плодов у дёрена шведского
Beginning of fruit formation in dwarf cornel

4) Фаза плодоношения. Началом плодоношения следует считать завязывание плодов, отмечаемое обычно сразу вслед за отцветанием по начавшей увеличиваться завязи. Затем идет подфаза созревание плодов, когда отмечаются внешние изменения плодов. Каждому типу плодов свойственны свои признаки созревания. Сухие плоды считаются созревшими в момент растрескивания. У зерновок отмечается восковая спелость. У семянков созревание проявляется в виде изменения окраски кожуры. Многие сочные плоды считаются созревшими, когда примут «зрелую» окраску и станут мягкими. Съедобные плоды становятся годными в пищу.



Массовое созревание плодов дёрена
Peak of fruit ripening in dwarf cornel



Плодоношение багульника
Fruit ripening on Labrador Tea



Рассеивание семян
купальницы европейской
Seed spread of Globeflower



Обсеменение ив. *Seeding of willows*

5) Фаза обсеменения. Начало этой фазы отмечается, когда под растениями на земле появляются первые опавшие зрелые семена или плоды. У растений типа одуванчика – по первым облетевшим корзинкам, типа ив и тополей – по первым летучкам в воздухе. Следует отмечать начало расклёвывания птицами плодов и поедания или растаскивания их другими животными. Важно отметить конец обсеменения: у одних видов это заметно через несколько суток после начала рассеивания, у других растягивается на всю зиму.

Проведение фенологических наблюдений по указанной схеме даёт возможность определить, помимо сроков вегетационного и ассимиляционного периодов, сроки других биологически важных этапов сезонного развития растения: периодов покоя, прироста побегов, листообразования, отмирания листвы, цветения, плодоношения.

Некоторые исследователи (Минаева, 2005) предпочитают использовать различные значки-пиктограммы для записей фенофаз, что не всегда удобно, особенно для сохранения преемственности и обработки большого количества показателей. Надо отметить, что наблюдения ведутся на специальных постоянных маршрутах, реже на площадках. Посещение этих стационаров проводятся не всегда по стандарту. Так, Т. Ю. Минаева (2005) указывает периодичность посещения стационаров в Центрально-Лесном заповеднике для начала вегетации на 4-й день, затем количество посещений сокращается до каждого 7-го дня, в разгар лета – каждого 10-го, а в конце сезона –



Ведение записей на маршруте. *Record keeping on the route*

снова каждого 7-го. А. Н. Соловьев (2005а) считает, что вести наблюдения нужно чуть ли не ежедневно, особенно в ранне-весенний период, во всяком случае гораздо чаще.

Также наблюдается некоторый разнобой в определении количества экземпляров растений, по которым надо зафиксировать дату. По мнению некоторых специалистов, наступление какой-либо фенофазы регистрируется, если она отмечается более чем у пяти экземпляров. Если наступление фенофазы наблюдается только у одного растения, это нужно принять во внимание: значит, очень скоро можно будет записать дату начала этой фазы. Желательно посетить маршрут на следующий день. Если фаза ещё не отмечена, то это тоже нужно записать. Такие записи позволяют более точно определить дату, если фаза наступила в промежутке между двумя посещениями маршрута.

А. А. Минин (2000) предлагает использовать давно применяющиеся на практике методические рекомендации ведения наблюдений на добровольной фенологической сети Русского географического общества (Фенологические наблюдения..., 1982; Аксенова и др., 1985), когда считается, что растение вступает в ту или иную фазу, если её признаки отмечены только на отдельных ветвях. Но при этом

фиксировать начало фазы следует, когда примерно 10% растений наблюдаемого вида также находятся в этой фазе. Это в случае наблюдения за массовыми видами или за большой группой. Если же группа невелика, т. е. буквально несколько экземпляров на маршруте, то нужно записывать дату, когда не менее 10% листьев или цветков вступили в эту же фазу развития.

Авторы известного атласа-определителя фенофаз И. Н. Елагин и А. И. Лобанов (1979) указывают, если признаки фазы обнаружены у первых почек, листьев, бутонов и т. п. хотя бы у нескольких особей, образующих популяцию, то растения считаются вступившими в ту или иную фенологическую фазу.

Изучение большого количества источников приводит к выводу, который опубликовал Б. В. Скряцкий (<http://ib.komisc.ru/add/old/t/ru/ir/vt/99-21/06.html> 12.06.2016), что реально в нашей стране нет единой методики фенологического мониторинга, и это делает невозможным проведение сравнительного анализа. Ссылаясь на Г. Н. Зайцева (1978), он отмечает, что фенонаблюдения не унифицированы по своему содержанию и форме, что ограничивает возможности применения фенологических данных в биогеографических исследованиях. То есть ощущается острая потребность в составлении единых методических подходов наподобие европейской фенологической системы (Growth stages..., 2001; Meier et al., 2009), в которой удачно была использована цифровая двоичная система и весь вегетационный сезон был разбит на 100 фаз (стадий). В ней есть свои сложности, но, когда стоит, к примеру, индекс ВВСН 07 – начало роста, ВВСН 60 – начало цветения, ВВСН 97 – листопад, это значит, что у всех видов наступила именно эта фаза.

В России предпринимались неоднократные попытки создания «шифра» для фенологических фаз, но они, как правило, были буквенные, и не соответствовали другим источникам, что вводило многих в заблуждение. Так, Н. Е. Булыгин (1981) фазу бутонизации обозначал Ц3, начало цветения Ц4, а его окончание Ц5. В противоположность этому Е. Ю. Терентьева (2008) раскрывает особенности фенологии по В. А. Батманову, который предложил обозначать фазы бутонизации бут1, бут2 и бут3, в то время как у злаков эта фаза называлась

колошение (кол1, кол2 и кол3), а фаза цветения ц1 – начало, ц2 – массовое цветение и ц3 – окончание.

Мы, вслед за А. А. Мининым (2000), считаем, что растение вступило в конкретную фазу развития, если признаки её обнаруживаются хотя бы на отдельных ветвях. Отмечать в фенологических таблицах на маршруте следует:

- *начало* фазы, т. е. первый день, когда в неё вступит не менее 10% растений,
- *массовое* явление – день, когда в эту фазу развития вступит не менее 50% растений.

Пример: при осмотре группы берёз из 20 деревьев 27 апреля обнаружено разворачивание первых листьев у двух берёз, 28 апреля – у шести и 30 апреля – у одиннадцати. За начало явления надо считать 27 апреля, а за массовое его наступление – 30 апреля.

Фенологические наблюдения дают самый главный показатель – календарную дату наступления конкретной фазы. Для этого, как правило, используется обычный календарь, но для статистической обработки данных требуется перевести его в юлианский, т. е. единый цифровой ряд с 01 января (приложение 3), либо другую унифицированную систему (приложение 4). Количество снимаемых на маршруте показателей может быть и большим, с различными подфазами, разбивкой на детали в зависимости от целей исследований. Предлагаемая нами система – это основа для дальнейшего развития программы феномониторинга.

Ниже описаны и проиллюстрированы каждая из 16 основных фенофаз (табл. 2). В качестве иллюстраций приводятся сканированные изображения живых растений и фотографии. Для характеристики фенофаз использованы разные источники, которые для удобства именуется сокращенно; их полные библиографические ссылки приводятся в списке цитируемой литературы.

ОПИСАНИЕ ОСНОВНЫХ ФЕНОФАЗ РАСТЕНИЙ

1. НАЧАЛО РОСТА, НАЧАЛО РАСПУСКАНИЯ ПОЧЕК

Международный номер фазы

BVCH 10 (Growing stage..., 2001; Meier et al., 2009)

Описание фазы

Для травянистых растений отмечается начало роста побегов; деревьев, кустарников и кустарничков регистрируются лопнувшие (начавшиеся распускаться) почки.

Окончание одной фенофазы обычно означает начало другой. Однако фаза «Начало роста» составляет исключение. У одних видов рост начинается до появления молодой листвы, хвои. У других побеги растут одновременно с появлением молодых листьев, у третьих рост побегов начинается только после того, как листья на укороченных побегах почти прекратили расти. У розеточных видов фаза роста не наблюдается, у злаков – называется «выход в трубку». Начало роста хвои у ели: молодая хвоя светло-зелёного цвета, сильно отличается от старой – тёмно-зелёной.

Дополнительные сведения

Булыгин Н. Е. (1991): У большинства видов древесных растений распускание и рост листьев происходят параллельно с ростом побегов; у представителей рода Сосна распускание молодой хвои начинается перед окончанием роста побегов.

Fenolog.rgo.ru: «Разверзание» или «проклёвывание» почек – появление «лопнувших» почек с показавшимися между почечными чешуями кончиками зелёных листьев, которые ещё сложены в плотный пучок и прижаты друг к другу.

Терентьева Е. Ю. (2008): Набухание почек – почки увеличиваются в размере, появляются светлые просветы между чешуями. *Проклевание почек* – появился конус зелёных листочков.

Синельникова Н. В., Пахомов М. Н. (2015): У многолетних трав возобновление вегетации начинается с *отрастания*. Оно регистрируется, когда над поверхностью почвы появляется первая почка побега воз-

обновления. *Набухание почек* деревьев и кустарников отмечается, когда покровные чешуи набухших почек раздвигаются и между ними появляются более светлые ткани чешуй. Вторая подфаза фазы набухания почек – *позеленение почек* (или «зелёный конус») наступает, когда плотно сомкнутые зачатки листьев становятся видны из-под покровных чешуй. *Распускание листовых почек* регистрируется, когда из «лопнувших» почек показываются кончики зелёных листьев, которые ещё сложены в плотный пучок и прижаты друг к другу. У хвойных растений кончики молодых хвоинок появляются из пленчатых чешуй.

2. НАЧАЛО РАЗВЕРТЫВАНИЯ ЛИСТЬЕВ, «ЗЕЛЕНЕНИЕ»

Международный номер фазы

BVCH 11 (Growing stage..., 2001; Meier et al., 2009)

Описание фазы

Первые листья раскрылись или развернулись. С развёртыванием первых листьев издали становится заметной зелёная «дымка» на деревьях. За начало фазы принимается день, когда 10% растений на маршруте в неё уже вступили.

Для хвойных деревьев началом зеленения считается момент появления молодой хвои, когда концы хвоинок отделяются друг от друга.

Дополнительные сведения

Бейдеман И. Н. (1974): Зеленение почек отмечается тогда, когда чешуйки, прикрывающие почку, начинают расходиться, раздвигаться и делаются заметными светлые полоски. После набухания почка начинает распускаться, чешуйки расходятся, и из ее верхушки заметно проглядывают зелёные кончики молодых листьев. Деревья покрываются как бы зелёной дымкой.

Fenolog.rgo.ru: «Зеленение», *распускание листьев* – появление вполне обособленных маленьких листьев с сильно гофрированной листовой пластинкой, черешки ещё не видны, дерево зазеленело. Фаза длится от первых почек с расходящимися и разворачивающимися листьями (издали дерево в неясной зелёной «дымке») до «расхоживания» всех почек, листья в которых достаточно разошлись

в стороны (издали дерево в ясной зелёной «дымке»); но полностью обособленных листьев ещё нет.

Терентьева Е. Ю. (2008): Расхохливание почек – листочки обособляются, но не развернулись полностью. *Зеленение* – листочки разворачиваются, приобретают форму, но могут быть сморщенными, клейкими, красноватого или другого оттенка. Идет активный рост листа.

Синельникова Н. В., Пахомов М. Н. (2015): Начало развёртывания листьев определяется по появлению распутившихся почек, в которых растущие листья ещё плотно сложены и собраны в пучки, но постепенно отходят друг от друга, обособляются на черешках. *Распускание листьев* отмечается, когда появились мелкие листья, но листовые пластинки ещё сильно гофрированы и не расправились полностью. У хвойных происходит обособление хвои из плотных пучков на побегах.

3. ПЯВЛЕНИЕ ПОЛНОГО ЛИСТА

Международный номер фазы

VBCH 12-13 (Growing stage..., 2001; Meier et al., 2009)

Описание фазы

Развитие первых листьев можно считать полным тогда, когда листовые пластинки вполне расправились и достигли нормальной для этого вида величины. Растение считается вступившим в фазу полного листа, когда около 10% особей уже имеют лист полного размера. Развёртывание большей части листьев до полного размера считается окончанием фазы их развития.

Дополнительные сведения

Fenolog.rgo.ru: «Облиствение», появление полностью расправившихся листьев – появление маленьких вполне обособленных листьев, у которых стали хорошо заметны черешки; листовые пластинки из гофрированных становятся слегка волнистыми. *Рост молодых побегов* – стали заметны растущие молодые зелёные побеги, на которых, по мере их роста, происходит постепенное распускание листьев. *Начало летней вегетации* – листья практически полностью расправились и разгладились, достигли нормальной величины,

приобрели более тёмную зелёную окраску, стали более жёсткими.

Терентьева Е. Ю. (2008): Молодой лист – лист достигает своего нормального размера, но ещё по окраске весенний ярко-зелёный, мягкий, нежный. *Летняя вегетация* – лист имеет нормальный размер, летний тёмно-зелёный цвет.

Синельникова Н. В., Пахомов М. Н. (2015): Под полным облиствением понимается появление полностью расправившихся листьев, листовые пластинки из гофрированных становятся волнистыми, приобретают характерные для вида размеры и форму. У хвойных растений хвоинки достигают полного размера, их рост прекращается. У зимне-зелёных кустарничков (брусники, водяники, багульника, клюквы мелкоплодной) полное облиствение наблюдается на побегах годовичного прироста. Синельникова Н. В. и Пахомов М. Н. приводят подфазы *начала роста побегов годовичного прироста (текущего года)*, *окончание роста и одревеснение*, что мы в наших работах не применяем. После окончания полного облиствения (у многолетних трав – окончание формирования побега текущего года) наступает *летняя вегетация листьев (хвои)*. У зимне-зелёных хвойных это фенологическое состояние наступает как для хвои текущего года, так и для хвои, образовавшейся в течение прошлых лет. В этот период размер и форма листьев (хвои) более не изменяются.

4. НАЧАЛО БУТНИЗАЦИИ

Международный номер фазы

VBCH 51 (Growing stage..., 2001; Meier et al., 2009)

Описание фазы

Растение вступило в фазу начала бутонизации, если 10% особей на маршруте имеет готовые раскрыться цветочные почки (бутоны). Такие цветочные почки несколько крупнее листовых. Данная фаза у ив, например, отмечается как «барашки».

Дополнительные сведения

Fenolog.rgo.ru: Бутонизация – развитие цветочных почек, которые бывают несколько крупнее листовых. Раскрытие больше по-

ловины цветочных почек считается их массовым развёртыванием.

Терентьева Е. Ю. (2008): Фаза начала бутонизации – зелёные маленькие бутоны. Массовая бутонизация – зрелые бутоны нормального размера, начинают окрашиваться. Начало бутонизации отмечается тем днем, когда бутоны, освобождаясь от покровов, становятся заметными невооружённым глазом.

Синельникова Н. В., Пахомов М. Н. (2015): Репродуктивный цикл большинства видов начинается с *набухания цветочных почек*. У ветроопыляемых древесных растений набухают и разрыхляются мужские серёжки, женские серёжки появляются позднее. После появления зачатков цветков или соцветий постепенно наступает *бутонизация*, начало которой отмечается по появлению окрашенных бутонов. У ветроопыляемых древесных растений происходит обособление пыльников в мужских серёжках, у хвойных – обособление мужских «колосков» (микростробил).

5. НАЧАЛО ЦВЕТЕНИЯ

Международный номер фазы

VBCH 60 (Growing stage..., 2001; Meier et al., 2009)

Описание фазы

Началом цветения (зацветанием) считается полное раскрытие венчиков у 10% растений на маршруте. При наблюдении за соцветиями (рябина, иван-чай, багульник, тысячелистник) за начало цветения принимается день, когда появляются первые вполне распустившиеся цветки (открытые венчики) в соцветии.

Одни растения начинают цвести до появления листьев (ива козья, ольха серая), другие – одновременно с распусканьем листвы (берёза, некоторые ивы), третьи зацветают после появления листьев (седмичник, дёрен, герань, рябина). У ветроопыляемых растений (берёза, осина, ель, сосна) начало цветения отмечается тогда, когда при ветре или при потряхивании ветки высыпается пыльца. У растений, опыляемых насекомыми, началом цветения считается фаза, когда выдвигаются пыльники.

При цветении у большинства видов ив тычинки выдвигаются из

мужских соцветий (обычно с солнечной стороны), пыльники растрескиваются. Косвенным признаком начавшегося цветения является также появление на соцветиях насекомых.

В отдельные годы, особенно когда после длительной жаркой и сухой погоды выпадают обильные осадки, во второй половине лета и осенью цветочные почки, заложенные в текущем году, пробуждаются преждевременно и растения зацветают вторично. Явление вторичного цветения изучено мало.

Дополнительные сведения

Fenolog.rgo.ru: Начало цветения насекомоопыляемых древесных растений, образующих цветки с хорошо развитым и яркоокрашенным околоцветником (рябина, черёмуха, боярышник), отмечают в день, когда у первых 2–3 экземпляров в кронах появляются первые цветки с полностью раскрывшимся венчиком. Для ветроопыляемых растений, к которым относятся все хвойные и многие лиственные деревья, кустарники (берёза, ольха, осина и др.), начало цветения регистрируют по началу пыления: у начавших цвести растений при потряхивании ветвей с мужскими соцветиями, дуновении ветерка или при пощёлкивании пальцем по пыльникам из них вылетает облачко пыльцы. У видов ивы, опыляемых с помощью ветра и насекомых, пыльца слабо разносится ветром. Поэтому для определения у них начала пыления следует прикоснуться к пыльникам пальцем, на котором, в случае начала пыления, остается желтоватая пыльца.

Наблюдения за травянистыми растениями более сложны и требуют большего времени. У растений с цветками, собранными в колосья, начало цветения отмечают, когда из них выдвинулись пыльники, при легком сотрясении которых высыпается пыльца. У представителей семейства бобовых началом цветения считают появление нескольких цветков с поднятым вверх широким лепестком венчика (парусом). У растений с цветками, собранными в кисть (иван-чай), корзинку (мать-и-мачеха) зацветание отмечается по появлению в соцветиях первых вполне распустившихся цветков; у морозники, княженики – по раскрытию первых цветков. Необходимо помнить, что у некоторых растений (одуванчик, мать-и-мачеха) цветки и соце-

тия раскрываются в первой половине дня, а к вечеру закрываются.

Терентьева Е. Ю. (2008): Начало цветения – с момента раскрытия первых цветков. Методически безупречным определением *начала цветения* служит установление сроков созревания пыльников и рылец. Созревшие пыльники растрескиваются и выделяют пыльцу, а созревшие рыльца раскрываются и становятся клейкими. Пыльники и рыльца часто созревают одновременно. Раскрытие околоцветников в большинстве случаев тесно коррелирует с созреванием тычинок и рылец, и потому раскрытие околоцветников, как признак начала цветения, может быть вполне рекомендован.

Синельникова Н. В., Пахомов М. Н. (2015): Начало цветения отмечают по появлению раскрытых цветков, которых в соцветиях может быть от нескольких штук до половины, а вторая половина – окрашенные бутоны. У ветроопыляемых растений (в т. ч. злаков, осок, пушиц) цветение регистрируют по началу пыления, когда при потряхивании побегов с мужскими соцветиями из них появляется облачко пыльцы (Минин, 2000).

6. МАССОВОЕ ЦВЕТЕНИЕ

Международный номер фазы

ВВСН 65 (Growing stage., 2001; Meier et al., 2009)

Описание фазы

Фаза считается наступившей, когда по всей линии маршрута отмечается 50% и более цветущих экземпляров растений.

Дополнительные сведения

Fenolog.rgo.ru: Цветение становится массовым, когда распускается большинство цветков на деревьях. Засыхание венчиков у большей части цветков считается показателем окончания фазы цветения.

Терентьева Е. Ю. (2008): Массовое цветение – цветков больше, чем бутонов; первые увядшие венчики при наличии бутонов.

Синельникова Н. В., Пахомов М. Н. (2015): Массовое цветение отмечается, когда зацветает более 50% экземпляров. При этом соцветия находятся в полном цвету, а венчики большей части цветков

раскрылись. У ветроопыляемых растений полностью раскрываются пыльники и появляются пестики женских цветков.

7. НАЧАЛО ОТЦВЕТЕНИЯ

Международный номер фазы

ВВСН 66-67 (Growing stage., 2001; Meier et al., 2009)

Описание фазы

Растение считается вступившим в фазу, когда 10% особей на маршруте имеют увядшие цветки. В соцветиях некоторые венчики уже увяли, поникли, сморщились, а другие только начинают раскрываться (иван-чай) или ещё долго остаются открытыми, продолжают цвести (тысячелистник). У ветроопыляемых растений пыльца уже облетела полностью у 10% особей.

В некоторых случаях фаза трудно регистрируется, поэтому для точности требуется частое посещение маршрута и внимательный осмотр экземпляров некоторых видов (дёрён шведский, тысячелистник обыкновенный, берёзы).

Дополнительные сведения

Терентьева Е. Ю. (2008): Начало отцветания – бутонов нет, есть увядшие венчики.

8. МАССОВОЕ ОТЦВЕТЕНИЕ

Международный номер фазы

ВВСН 68-69 (Growing stage., 2001; Meier et al., 2009)

Описание фазы

Фаза считается наступившей, когда вдоль линии маршрута регистрируется 50% и более отцветающих растений, с засохшими венчиками.

Дополнительные сведения

Терентьева Е. Ю. (2008): Массовое отцветание – увядших венчиков больше, чем раскрытых цветков.

9. ПОЛНОЕ ОТЦВЕТАНИЕ

Международный номер фазы

BVCH 69 (Growing stage..., 2001; Meier et al., 2009)

Описание фазы

Нет ни одного неувядшего цветка этого растения.

Дополнительные сведения

Fenolog.rgo.ru: Засыхание венчиков у большей части цветков считается показателем окончания фазы цветения.

Синельникова Н. В., Пахомов М. Н. (2015): Окончание цветения у большинства видов можно определить по опадению лепестков. Мужские сережки ветроопыляемых растений начинают засыхать и опадают. После окончания цветения растения вступают в фазу плодоношения, которая начинается с *завязывания плодов*.

10. НАЧАЛО СОЗРЕВАНИЯ ПЛОДОВ, РАССЕЙВАНИЯ СЕМЯН

Международный номер фазы

BVCH 81-86 (Growing stage..., 2001; Meier et al., 2009)

Описание фазы

Выделяют подфазы:

10а. *Начало образования плодов, соплодий*: начало завязывания плодов, появление первых сформированных зелёных плодов, соплодий, размеры и форма которых соответствуют зрелым плодам. Рассеивания семян при этом ещё нет. Начало подфазы отмечается, когда 10% растений на маршруте имеют незрелые плоды.

10б. *Начало созревания плодов (начало рассеивания семян)*: начало появления уже созревших плодов, соплодий, начало рассеивания семян. Плоды ягод имеют полную окраску и завершённый вкус, спелые; семена рассыпаются, начинают рассеиваться. У ивовых и пушиц появляются семена с белыми хохолками, похожие на пух. Начало подфазы отмечается, когда 10% растений на маршруте имеют созревшие плоды и начинают рассеивать семена.

Дополнительные сведения

Бейдеман И. Н. (1974): Частичное опадение венчиков у единичных цветков является показателем того, что в них завязались плоды.

У ели высыпание семян происходит в конце зимы и начале весны. Появление на снегу семян и служит признаком начала их рассеивания. В годы с сухой продолжительной осенью семена из шишек высыпаются в конце ноября*.

У сосны шишки раскрываются на третью весну после «цветения»; обычно в сухие солнечные дни в апреле или в начале мая в сосновом лесу слышно потрескивание – это раскрываются шишки; одновременно видно, как летят семена.

У берёзы сережки с плодами побурели и начинают рассыпаться; на дереве обнаруживаются первые раскрывшиеся плодовые сережки, а под деревьями – крылатки.

Елагин И. Н., Лобанов А. И. (1979): *Созревание плодов* – начинается со времени приобретения плодами размеров, характерных для зрелого состояния. *Рассеивание плодов* – признаком вступления растений в эту фазу является поедание первых плодов животными или их опадение.

Fenolog.rgo.ru: *Плодоношение* – созревание плодов, как и цветение, идёт в определенной последовательности, причем определить начало плодоношения нелегко. *Частичное опадение венчиков у единичных цветков* – показатель того, что в них завязались плоды. *Полное опадение венчиков всех цветков означает, что происходит массовое завязывание плодов*. Начало созревания плодов отмечается датой, когда у 2–3 экземпляров вида обнаруживаются первые зрелые плоды (у хвойных – шишки). Общими признаками их зрелости является достижение размеров, окраски и консистенции, присущих зрелым плодам. Сочные плоды (морозка, малина, рябина, брусника, черника) считаются созревшими, когда они приняли свойственную им окраску и стали мягкими на ощупь. Быстрее всех созревают сухие плоды, медленнее – плоды с сочным околоплодником (ягоды, костянки), а дольше всего плоды с твердой одревесневшей оболочкой (орехи,

* В Мурманской области – с конца марта – начала апреля (прим. авт.).

желуди). Ещё дольше созревают семена в шишках ряда хвойных пород. Созревание сухих плодов определяется изменением их цвета и опаданием. Но не у всех пород по мере созревания плоды сразу опадают. У ели осыпание семян из шишек бывает в конце зимы – начале весны; иногда после сухой и продолжительной осени семена ели начинают рассеиваться в конце осени. У сосны рассеивание семян происходит в конце апреля – начале мая на третью весну после цветения. В конце мая – начале июня рассеиваются семена у осины и многих ив (летит «пух»). Признаком созревания плодов у берёз является появление под деревьями первых крылаток; у бобовых – побурение и растрескивание бобов с выбросом семян. У можжевельника шишкоягоды становятся чёрно-синими, размягчёнными и легко раздавливаются пальцами. У ольхи созревание плодов определяется по началу побурения серёжек («шишечек») и раздвижению чешуек.

Минин А. А. (2000): Начало созревания плодов отмечается, когда у 2–3 экземпляров вида обнаруживаются первые зрелые плоды (у хвойных – шишки).

Терентьева Е. Ю. (2008): Фаза завязывания плодов и семян – маленькие зелёные плоды. *Начало обсеменения плодов* – обсеменяются первые особи.

Синельникова Н. В., Пахомов М. Н. (2015): Завязывание плодов – завязи увеличиваются в размерах, но ещё скрыты оставшимися засыхающими частями цветков, незавязавшиеся цветки опадают. *Образование плодов* – плоды приобрели размеры и форму, свойственные зрелым плодам. *Начало созревания плодов* – больше половины плодов приобрели характерную окраску, а сами плоды или семена стали легко отделяться от материнского растения.

11. МАССОВОЕ СОЗРЕВАНИЕ, ПОСПЕВАНИЕ ПЛОДОВ, МАССОВОЕ РАССЕИВАНИЕ СЕМЯН

Международный номер фазы

ВВСН 87 (Growing stage., 2001; Meier et al., 2009)

Описание фазы

Фаза считается наступившей, когда 50% и более экземпляров

растений на маршруте имеют спелые, полностью созревшие плоды.

Регистрация данной фазы имеет особое значение для населения, поскольку это означает, что уже возможен сбор плодов и семян для хозяйственных целей.

Именно во время массового плодоношения производят его глазомерную оценку.

Дополнительные сведения

Бейдеман И. Н. (1974): Полное опадение венчиков всех цветков указывает на массовое завязывание плодов. Спелость сухих плодов определяется изменением их цвета и опаданием. Сочные плоды считаются созревшими, если они приняли свойственную им окраску и стали мягкими на ощупь.

Терентьева Е. Ю. (2008): Фаза созревания плодов и семян – плоды достигли нормального размера, окрашиваются. Массовое обсеменение – обсеменение большинства плодов у большинства особей.

Синельникова Н. В., Пахомов М. Н. (2015): Массовое созревание плодов – более 50% экземпляров растений имеют зрелые плоды (шишки). Коробочки, стручки и другие сухие плоды подсыхают и из них начинают высыпаться семена.

12. НАЧАЛО ИЗМЕНЕНИЯ ОКРАСКИ ЛИСТЬЕВ

Международный номер фазы

ВВСН 92 (Growing stage., 2001; Meier et al., 2009)

Описание фазы

Фаза считается наступившей, когда появляются 10% растений с по-осеннему раскрашенными листьями (хвоей) или целыми ветвями («прядями»). При этом лист (ветвь) должен быть раскрашен полностью. Раскраска листьев в разные цвета (красный, жёлтый, оранжевый, коричневый и т.п.) происходит вначале довольно медленно. Первые осенние листья обычно появляются в средней и нижней частях кроны. Вскоре после этого у берёз, например, можно отметить отдельные ветви с окрашенной листвой, хорошо заметные издали, так называемые «жёлтые флаги».

У сосны и ели осенние фазы проходят менее заметно, так как у них раскрашивается лишь часть хвои: у сосны – на ветках 2–3-летнего, у ели 5–7-летнего возраста. У сосны в условиях Крайнего Севера раскраска хвои начинается со второй половины августа в нижних частях ветвей. У ели это явление наблюдается позднее – чаще всего с конца сентября – начала октября и менее заметно, чем у сосны. На ход раскраски листвы и листопада существенное влияние оказывает погода. В теплую сухую осень изменение цвета листьев начинается раньше; листья окрашиваются в более яркие тона («золотая осень»). В сырую пасмурную погоду раскраска листвы запаздывает, деревья бывают менее красочными. Однако в случае заметного повышения температуры воздуха в середине – второй половине сентября наблюдается довольно быстрое, иногда полное, раскрашивание листвы многих деревьев и кустарников.

В некоторых случаях изменение окраски листьев, в частности у берёзы, связано с болезнями (возбудитель – ржавчинные грибы) и мо-



Береза пушистая. Поражение ржавчинным грибом *Melampsorium botulinum* Kleb.
Downy birch affected by rust, *Melampsorium botulinum* Kleb.

жет начинаться раньше обычных сроков. Такое пожелтение листьев не надо путать с естественной раскраской, т. к. при его регистрации будет искажен естественный ход явления, что затруднит статистическую обработку многолетних данных. Случаи массового заболевания «ржавчиной» порой носят регулярный характер и могут повторяться через 2–3 года на значительных площадях. При этом листва имеет грязновато-жёлтый, бурый оттенок. Листопад в этом случае наступает раньше, однако деревья всё же успевают пройти фазу «настающего» осеннего пожелтения. Поэтому поражение листьев и хвои грибковыми заболеваниями надо также отдельно регистрировать, но не путать с естественным пожелтением листьев и листопадом.

Дополнительные сведения

Fenolog.rgo.ru: Окончание вегетации. Осенние наблюдения над раскраской листвы и листопадом ведутся за всей кроной в целом. Осенние явления протекают сравнительно медленно и одновременно у деревьев одного вида. Особенно часто это можно наблюдать у берёз, осин, ив. У осин резко выделяются особи с листвой, окрашивающейся осенью в красный цвет. Раскраска листвы и листопад у них проходят быстрее, чем у осин с жёлтой раскраской листьев. На сроки наступления осенних событий у древесных пород, помимо режима погоды, условий перезимовки, характера развития растений весной и летом текущего года, большое влияние оказывают возраст дерева, характер почвы, близость грунтовых вод и местоположение.

Начало пожелтения или осеннего расцветивания листьев отмечается в день появления в кроне листьев или целых веточек (прядок), целиком окрашенных в осенние тона. Следует помнить, что появление в кроне листьев с расцветченными краями, сложных листьев с отдельными расцветченными листочками – это только сигналы приближения фенофазы пожелтения. Также ложным будет пожелтение листьев летом под влиянием засухи, поражения их насекомыми и болезнями, угнетения или механического повреждения побегов. Летнее расцветивание не имеет ярких и чистых осенних тонов; листья чаще всего буреют, скручиваются. Осенью же листья меняют окраску, оставаясь гладкими.

Терентьева Е. Ю. (2008): Фаза отмирания (окрашивания) – лист постепенно приобретает осеннюю окраску.

Синельникова Н. В., Пахомов М. Н. (2015): Начало осеннего расцвечивания листьев отмечают, когда в кроне появляются отдельные листья, окрашенные в осенние тона. У хвойных окрашивается хвоя, отмирающая в текущем году, у брусники – листья возрастом более 2-х лет. У многих зимнезелёных видов старые листья и хвоя опадают без признаков расцвечивания.

13. МАССОВОЕ ИЗМЕНЕНИЕ ОКРАСКИ ЛИСТЬЕВ

Международный номер фазы

ВВСН 94 (Growing stage., 2001; Meier et al., 2009)

Описание фазы

Фаза считается наступившей, когда 50% и более экземпляров растений одного вида на маршруте полностью изменили окраску листьев.

Массовое изменение окраски листьев (хвои) переходит в её полное изменение, когда почти вся листва приобрела осеннюю раскраску, кроны деревьев и кустарников стали жёлтыми, красными или коричневыми. Небольшое количество листвы, сохраняющей ещё зеленоватую окраску, не учитывается.

У сосны внутренняя часть кроны становится совсем жёлтой, как бы «подпалённой».

Дополнительные сведения

Fenolog.rgo.ru: Полная осенняя раскраска или расцвечивание листьев отмечается датой, когда у наблюдаемых растений все листья окрасились в осенние тона.

Терентьева Е.Ю. (2008): У листопадных древесных растений спонтанное отмирание листьев принимает форму *осеннего расцвечивания* – изменения их зелёной окраски на осеннюю и следующего за этим *листопада*. Осеннее расцвечивание листьев – типичный пример постепенно начинающейся фазы. Если стоит задача количественно сопоставлять ход расцвечивания листвы у разных экземпляров, форм или видов деревьев или кустарников либо у одной формы в

разных точках, необходимо условиться о регистрации отдельных моментов процесса, которые можно отметить достаточно точно. Начало фазы, наступающее постепенно, мало пригодно для этой цели. Простейшими, удобными для точной регистрации моментами являются *запестрение, полное расцвечивание и конец листопада*. Запестрение отмечается тем днём, когда на глаз половина листьев дерева или кустарника пожелтела, а половина сохранила зелёный цвет. *Полное расцвечивание* отмечается тем днём, когда все листья в кроне растения изменили летнюю окраску, при этом единичные листья, сохранившие зелёный цвет (если они на общем изменившем зелёную окраску фоне не выделяются), во внимание не принимаются.

Синельникова Н. В., Пахомов М. Н. (2015): Полное осеннее расцвечивание отмечается, когда все листья окрасились в осенние тона. Окончание фазы осеннего расцвечивания листьев наблюдается после резкого понижения температуры воздуха и почвы (Елагин, 1976). При этом в качестве показателя осеннего понижения температуры воздуха используется дата, после которой по ходу среднесуточных и минимальных температур начинается устойчивое похолодание.

14. НАЧАЛО ЛИСТОПАДА, НАЧАЛО ОТМИРАНИЯ ТРАВ

Международный номер фазы

ВВСН 93 (Growing stage., 2001; Meier et al., 2009)

Описание фазы

Фаза начала листопада отмечается в день опадения первых осеннему окрашенных листьев (хвои) у 10% экземпляров растений на маршруте. Первые листопадные листья у берёз, осин, ив хорошо заметны на земле; у сосны и ели это можно заметить, если слегка потрясти ветки.

В этот период появляются первые экземпляры отмирающих травянистых растений. Некоторые виды отмирают в середине лета. Для трав фаза регистрируется в день, когда 10% особей полностью отмерли.

На ход листопада особенно заметное действие оказывают сильные заморозки (до -3 – -5°C) и ветер, после которых листопад проходит очень интенсивно.

Дополнительные сведения

Елагин И. Н., Лобанов А. И. (1979): Осеннее опадение листьев обычно начинается одновременно с расцветиванием листьев, у ольхи, осины – со времени опадания первых зелёных листьев.

Fenolog.rgo.ru: Опадение листвы у разных растений протекает по-разному: у одних постепенно (береза), у других быстро (осина, ивы). День опадения первых по-осеннему раскрашенных листьев считается началом листопада. Для пород, у которых осенняя окраска листьев не всегда выражена, начало листопада отмечают, когда под деревьями или кустарниками появляются первые опавшие листья (следует отличать их от случаев летнего листопада в результате засухи, высокой температуры). Листопад начинается вскоре после начала раскраски листьев и сначала протекает малозаметно. Однако если после тёплой осенней погоды внезапно наступают сильные заморозки, он может начаться и без раскраски листьев.

Синельникова Н. В., Пахомов М. Н. (2015): Начало листопада отмечается, когда листья опадают вне зависимости от ветра и можно видеть свежий опад под кронами деревьев. В теплую сухую осень листопад, как правило, начинается раньше обычного, в холодную и влажную – позднее. Многие авторы отмечают, что листопад мало связан с температурными показателями и соответственно с многолетними колебаниями климата (Медведев, 1964; Шульц, 1970; Терентьева, 2009). Тем не менее, наступление заморозков всегда усиливает процесс опадения листьев.

15. МАССОВОЕ ОПАДЕНИЕ ЛИСТЬЕВ**Международный номер фазы**

ВВСН 97 (Growing stage., 2001; Meier et al., 2009)

Описание фазы

Фаза считается наступившей, когда 50% и более экземпляров растений на маршруте сбросили листья. Лес выглядит наполовину «голым», это довольно активный, часто краткосрочный период. Около 50% или более экземпляров трав уже отмерли.

Дополнительные сведения

Синельникова Н. В., Пахомов М. Н. (2015): Массовый листопад отмечается датой, если половина экземпляров наблюдаемого растения интенсивно сбрасывает листья.

16. ОКОНЧАНИЕ ЛИСТОПАДА, ПОЛНОЕ ОТМИРАНИЕ НАДЗЕМНОЙ ЧАСТИ**Международный номер фазы**

ВВСН 97-98 (Growing stage., 2001; Meier et al., 2009)

Описание фазы

Фаза считается наступившей у деревьев, кустарников, кустарничков, когда на маршруте почти все экземпляры растений сбросили листья. У однолетников происходит полное отмирание надземной и подземной частей (органов); у травянистых многолетников подземные органы сохраняются, а надземные у одних отмирают полностью, у других на зиму на уровне почвы или несколько выше сохраняются побеги с почками возобновления, а иногда и листья. Засыхание растений происходит не сразу, а постепенно. Конец листопада – день, когда крона дерева или кустарника полностью обнажилась от листвы. Небольшое количество листьев, остающихся иногда на вершинах крон, во внимание не принимается. У сосны внутренняя часть кроны освобождается от жёлтой хвои. Крона её становится вновь зелёной, но как бы разреженной. У ели опадение хвои начинается в октябре-ноябре и растягивается на сравнительно длительное время. Опавшая хвоя хорошо заметна на поверхности снежного покрова, особенно после ветреных дней.

Дополнительные сведения

Fenolog.rgo.ru: Окончание листопада (хвоепада) отмечается датой, когда практически все наблюдаемые растения вида полностью освободились от листвы (хвои). Сохранившиеся на побегах отдельные усохшие листья, так же, как и запоздавшие с окончанием листопада одиночные экземпляры, в расчет не принимаются. После сильных заморозков (-3 – -5°C) листопад проходит очень интенсивно, иногда за

несколько часов (у ольхи, осины). В ветреные дни необходимы более частые наблюдения, чтобы своевременно отметить завершение листопада. У некоторых видов при ранних заморозках листва буреет и остается на всю зиму. Об этом нужно делать соответствующие записи.

По окончании листопада поздней осенью древесные породы вступают в состояние *глубокого покоя*. В это время рост растений не возобновляется даже при наличии внешних благоприятных условий, например, при зимних оттепелях. Однако не стоит думать, что в это время жизнедеятельность в растении полностью замирает. В нем идут сложные биохимические процессы, направленные на подготовку растения к следующему вегетационному периоду.

Фаза относительного или вынужденного покоя сменяет в конце зимы фазу глубокого покоя ещё задолго до распускания почек. Это состояние означает уже готовность растений при благоприятных внешних условиях начать вегетацию.

Терентьева Е. Ю. (2008): Конец листопада отмечается днем, когда осыпались все листья или на растении сохранились только засохшие листья. У деревьев и кустарников с двумя или больше генерациями листьев за сезон осеннее отмирание листьев проходит разновременно. У зимнезелёных деревьев и кустарников также ежегодно наблюдается сезонно фиксированное отмирание листьев старшего возраста. *Полное отмирание* – лист полностью окрасился, пожух, высох.

Синельникова Н. В., Пахомов М. Н. (2015): Окончание листопада можно наблюдать, когда практически все наблюдаемые растения полностью сбросили листья. У хвойных растений отмечается дата опадания всей пожелтевшей хвои в нижних частях побегов.

Вегетация зимнезелёных растений заканчивается *изменением окраски листьев на осенне-зимнюю*. Хвоя можжевельника покрывается восковым налетом, листья багульника, клюквы мелкоплодной, водяники «складываются», приобретают красновато-бурую окраску. У многолетних трав с частично или полностью зимующими листьями появляется антоциановая окраска.

ФЕНОЛОГИЯ В ШКОЛЕ

Для ведения фенологических наблюдений в школе совсем не обязательно быть участником какого-то российского или международного проекта. Это могут быть отдельные работы, развитые на базе школы в рамках факультатива, или научные проекты.

В последние годы в российских школах уделяется пристальное внимание исследовательской деятельности учащихся. Ребята под руководством учителей разрабатывают проекты, проверяют старые гипотезы и предлагают новые, проводят опыты и полученные результаты показывают в школе, учатся защищать их на региональных и федеральных научных фестивалях, нередко размещают в сети Интернет. Фенологические наблюдения вполне достойны быть выбранными в качестве тем школьных проектов.

Чтобы заниматься фенологией, не требуется сложная техника, дорогостоящее обеспечение и специальная одежда. Нужно вокруг школы или вблизи неё обозначить маршрут, где отметить те растения, за которыми будут вести наблюдения школьники. Конечно, нужно составить список видов и перечень фенологических фаз, завести журнал, а может быть и раздел на школьном сайте. Потребуется провести несколько теоретических и практических занятий для детального объяснения программы наблюдений. Можно использовать и эту книгу. Знакомясь с сезонным развитием растений, следует отмечать начало и конец основных фенофаз растений. Для исследовательской работы можно взять предлагаемый нами список видов (табл. 1) и наблюдать их по основным фенофазам (табл. 2) в разных растительных сообществах (приложение 5).

*Наблюдения за багульником
на школьной фено тропе
Observation of Labrador tea
on school phenological trail*





Образцы рукописных книг ребят из Печенгского района Мурманской области
Hand-made books by children from the Pechenga District, Murmansk Region

Довольно удобно получить нужную информацию через сайт Фенологической сети Русского географического общества <http://fenolog.rgo.ru/>. Создание этого специального сайта явилось значительным шагом к восстановлению в России мощного в XX веке движения юных натуралистов. Тогда молодые люди приобщались к исследовательской работе и нередко пополняли ряды научных работников, преподавателей естественных дисциплин, специалистов по охране природы, помощников в фенологических наблюдениях. На этом сайте предусмотрена возможность размещения своих фенологических наблюдений независимо от места проживания. Здесь находятся методические рекомендации, можно просмотреть фенологические наблюдения других пользователей. Очень полезна информация и для тех, кто только начинает заниматься фенологией, и кто уже давно знаком с нею.

В условиях Крайнего Севера ведение фенологических наблюдений осложнено тем, что нередко учащиеся уезжают на лето в южные края, поэтому акцент в наблюдениях приходится делать на весенние и осенние явления и на соответствующие фенофазы. Безусловно, интересно составить свой, может быть, несколько сокращенный,



Школьницы исполняют танец «Птицы Пасвика», экологический лагерь «Раякос», 2009
Schoolgirls performing the "The birds of Pasvik" dance, ecological camp "Rajacos", 2009

список явлений, основываясь на календаре природы (приложение 2).

Дополнительно мы предлагаем с целью развития у учащихся наблюдательности использовать метод сравнения. Можно предложить самим сопоставить внешний облик растений на заболоченных и сухих участках, при этом обратить внимание на такие специальные морфологические приспособительные особенности растений, как восковой налет на листьях для уменьшения испарения и водоотдачи, опушение и т. д. (Макарова и др., 2001). В любой сезон года можно выбрать группу каких-то явлений (достаточно чётко выраженных) и установить за ними наблюдения, поручив их нескольким ребятам, а потом сопоставить полученные результаты.

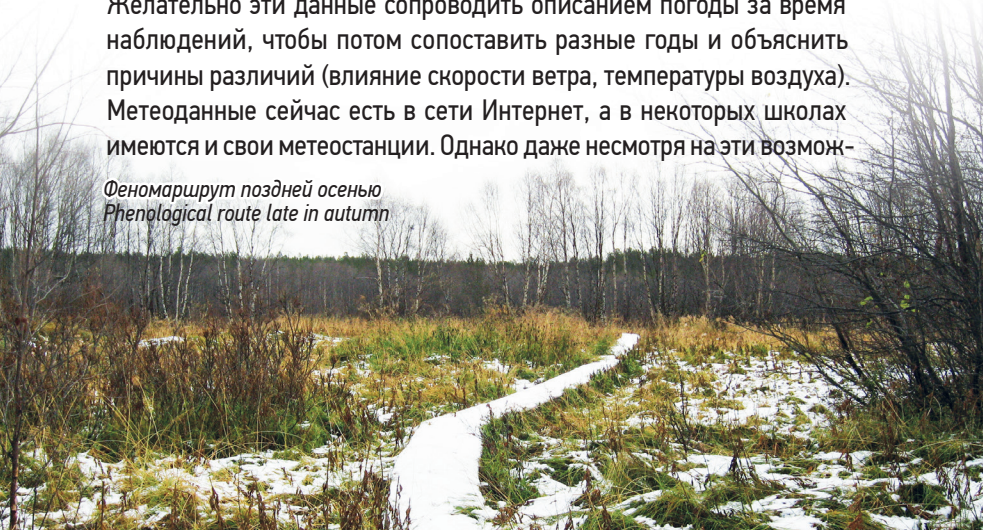
Также неплохо сравнить видовой состав растений на разных типах почв и в разных растительных сообществах. При этом не нужно выбирать редкие виды, а лучше наблюдать самые обычные виды местной флоры. Есть виды, которые могут расти в широком диапазоне условий, они наиболее часто встречаются, т. к. имеют широкую экологическую амплитуду, как, например, береза, рябина, ивы, багульник, черника, брусника, водяника и т. д.

К интересным направлениям исследований относится оценка уро-

жайности растений. Это может быть как урожайность семян древесных пород (хвойных и мелколиственных), так и плодов кустарничков, трав. В период цветения необходимо выбрать площадку определенной площади, например, 5×5 м, 25×25 м, 50×50 м (в зависимости от целей), на которой сделать пересчёт побегов изучаемого вида (видов). Для наблюдений нужно выбрать несколько экземпляров, на их репродуктивные побеги повесить бирки с номерами (для трав можно сделать из кальки на ниточках). Наблюдения за процессом формирования плодов и семян, их созреванием и распространением нужно делать согласно выбираемой методике, тщательно записывая все наблюдения и пересчёты в бланки и дневник. Интересно оценить процент растений, у которых завязались плоды относительно общего числа цветущих растений на площадке, урожайность плодов / семян, общий и средний вес семян и другие показатели.

С начала учебного года можно провести исследование процесса листопада у разных видов (берёзы, ивы козьей, рябины, осины, ольхи). Наблюдения должны проводиться на постоянной площадке около 100 м^2 , растения отмечаются бирками с номерами, степень листопада оценивается в процентах с момента начала листопада до его окончания через равные промежутки времени (например, через каждые 2 дня). Если такие наблюдения проводить ежегодно, будет собран интересный местный материал о скорости отмирания листьев и о сроках конца вегетационного сезона в конкретном месте. Желательно эти данные сопроводить описанием погоды за время наблюдений, чтобы потом сопоставить разные годы и объяснить причины различий (влияние скорости ветра, температуры воздуха). Метеоданные сейчас есть в сети Интернет, а в некоторых школах имеются и свои метеостанции. Однако даже несмотря на эти возмож-

*Феномаршрут поздней осенью
Phenological route late in autumn*



ности, следует делать записи о фактической температуре воздуха и скорости ветра в каждый день учёта непосредственно в природе.

Ещё одно исследование связано с методикой уральского фенолога В. А. Батманова (1952). Наблюдения проводятся в конкретные даты, независимо от погоды, выходных дней и др., например, регистрируются фенофазы растений 05, 10, 15, 20, 25 и 30 сентября.

Собственные наблюдения лучше запоминаются. Осенью можно также наблюдать и отмечать следующие явления:

1. Влияние заморозков на цветение позднецветущих видов, плодоношение и урожайность ягод и грибов. Время первого сильного заморозка и его величина. Какие растения особенно сильно пострадали от заморозка, а какие оказались стойкими? (делается на специальных площадках, в т.ч. на сельскохозяйственных культурах).

2. Продолжительность созревания брусники, клюквы, рябины и реакция этого процесса на понижение температуры воздуха.

3. Какие виды грибов встречаются 05, 10, 15, 20, 25, 30 сентября (даты могут быть другими, раз в 10 дней, например). Желательно каждый раз давать глазомерную оценку обилия встреченных грибов по шкале Н. Н. Галахова (для простых наблюдений) или измерять био-



Увлечение школьников компьютером нужно направить в русло ведения фенологических наблюдений

Schoolchildren's passion for computers needs to be re-directed towards conducting phenological observations

массу грибов, оценивая вес по каждому виду с площадки размером, например, 50 × 50 м (для учеников среднего и старшего возраста).

4. Установление снежного покрова и связанные с ним процессы в природе; установление ледового покрова на озере, реке.

Учитель может добавлять к этому списку и другие вопросы. В итоге, если такие наблюдения проводятся не один год и накапливаются в форме дневниковых записей школы, они приобретают значение как научный материал, а главное, дают характеристику особенностей природных явлений конкретно в своем районе. Их можно использовать для прогнозирования фенологического развития растений и урожая ягод и грибов. Желательно публиковать такие школьные материалы, и в этом плане сотрудничество школ с научной организацией, например, с рядом расположенным заповедником или институтом соответствующего профиля, окажется взаимно полезным.

Сейчас развиты компьютерные технологии и современных школьников, даже младшего возраста, непросто увлечь простым «хождением по маршруту». Можно порекомендовать сайт проекта «Фенология Северного Калотта» <http://www.miljolare.no/en/about/> (Макарова и др., 2010) и организовать наполнение своего школьного веб-сайта силами учеников.

Кроме этого, предлагаем использовать другие направления для пробуждения интереса у ребят к фенологии, чтобы у школы была преемственность наблюдений и собирался многолетний материал:

1. Конкурс фотографий / презентаций / видеороликов. Выбирается одна из фенофаз, например, «лопнули почки» или «массовое изменение окраски листьев». Нужно также выбрать один вид растений: берёза, осина, рябина и т. д. К определенному сроку в нужном формате сдаются фотографии, они вывешиваются и жюри проводит отбор лучших. Также можно поступать и с другими фазами, видами, явлениями.

2. Конкурс танцев (Вальс цветов, например). Кроме самого танца оцениваются выбор музыки, костюмы и сопровождение кадрами на эту тему. Можно поставить фенологический спектакль как театрализованную презентацию школьного проекта.

3. Конкурс рукописной книги, брошюры, газеты, листовки, стихотворения. Выбирается определенная фенофаза / серия фенофаз,

ребята проводят наблюдения, которые оформляют в виде книги или буклета / брошюры и т. д., например, «Весенняя капель», «Зелёный шум», «Разноцветная поляна», «Осенние листья».

4. Научная конференция, открытый урок. Этим могут заняться активные старшеклассники, проведя обучающее мероприятие для ребят младших классов для увлечения их фенологией.

5. Конкурс кроссвордов с различными цветами: «жёлтый», «синий», «красный», для которых подбираются растения: местные, редкие, ядовитые и др.

Это может быть очень увлекательно в зависимости от энергии учеников, от того, как сможет учитель красиво подать идею и помочь оформить материал, и вообще организовать весь процесс.

Нужно помнить, что сезонные изменения отмечаются не только у растений, но это характерно и для животных. Так, большое количество видов птиц улетают в другие страны осенью, а весной возвращаются обратно, немало видов, у которых происходит смена внешнего покрова с летнего на более тёплый зимний, при этом изменяется и его цвет. Например, заяц-беляк имеет зимой белую «шубку», а летом серую. И это тоже сезонные изменения. То есть объектов для наблюдений много.

Таким образом, исследуя фенологические особенности растений и животных, школьники получают знания о природе родного края и Отечества. Россия – северная страна. Её географическое положение и размеры предоставляют исключительные возможности для ведения самых разнообразных фенологических наблюдений, изучения и охраны природы.



*Интересных исследований!
Have some exciting research!*

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В связи с колебаниями климата и значительными изменениями природы в Арктике крайне важно поддерживать развитие фенологии, которая, наряду с метеорологией, может помочь более четко установить протяженность сезонов, скорость таяния арктических льдов, продвижение лесов на север, миграцию позвоночных животных и другие вопросы, касающиеся изменения биосферы.

Фенологическая информация широко используется в практике сельского хозяйства конкретного региона, лесосеменном и садово-парковом деле, ландшафтном дизайне, озеленении городов, охотничье-промысловой деятельности, пчеловодстве, заготовке ягод, грибов, лекарственных растений и др. Сведения о сроках зацветания основных видов растений-аллергенов полезны в профилактической медицинской работе.

Понимание важности фенологии как науки в нашей стране постепенно возвращается. Так, усилиями московских фенологов реализуется грант Русского географического общества по развитию добровольной фенологической сети России (Минин, 2015). Это серьезная инициатива. Разработанный сайт Фенологической сети РГО (<http://fenolog.rgo.ru>) ещё находится на начальном этапе формирования, и в дальнейшем, видимо, будет наполняться как базами данных, так и аналитической частью – автоматическими картами сезонного развития, феноспектрами, календарями природы, а также формами связи между участниками – форумом, онлайн консультациями и др. Энтузиастов, наблюдающих за сезонными изменениями в жизни растений и животных, в нашей стране не так уж много. Уверены, что при должной поддержке, фенология постепенно станет столь популярной у простых людей, как и активно развивающееся наблюдение за птицами – бёдуотчинг.

Большая просветительская работа по фенологии проводится со школьниками в Санкт-Петербурге (Федотова, 2015). В последние годы она значительно угасла и распалась на отдельные фенологические кружки, которые ведут преподаватели-энтузиасты. Созданный в 2015 г. Фенологический Центр на правах научно-вспомогательно-

го подразделения Ботанического института им В. Л. Комарова РАН начинает работу по воссозданию российской фенологической сети. Главная цель Центра – расширение исследований по проблемам фенологии для последующего использования научной информации в решении практических проблем хозяйствования. Центр рассылает в электронном виде каждому желающему унифицированные бланки и инструкции для самостоятельных наблюдений. Наблюдатель должен заполнить бланки и в конце года переслать их по адресу fenocenter@binrun.ru либо 197976, г. Санкт-Петербург, ул. Проф. Попова, д. 2, БИН РАН им. В. Л. Комарова, Фенологический Центр. Все данные бережно хранятся в Фенологическом архиве, обрабатываются, готовятся публикации, а участники-добровольцы поощряются.

Очевидно, что создание таких центров и сайтов становится актуальным в условиях изменяющегося климата, колебаний местных погодных условий, а также в связи с современными экономическими проблемами. В России некогда существовала самая многочисленная в мире сеть добровольных фенокорреспондентов. И конечно, возрождение её – большая цель, для достижения которой потребуются значительные усилия, средства и время. Такая сеть должна иметь один национальный координационный центр и региональные отделения, по аналогии с РГО. В этой связи целесообразно консолидировать усилия московских и петербургских фенологов в деле её развития и создания единого феноцентра, чтобы своевременно получать и обобщать сведения из разных уголков России.

Кроме ввода феноданных на сайте РГО и сотрудничества с петербургским Фенологическим Центром, любой желающий может принять участие в других фенологических инициативах. Одна из них – ежегодный Единый фенологический день 15 мая, организуемый Научно-образовательным Фенологическим Центром Уральского госпедуниверситета (г. Екатеринбург), когда со всей России собираются данные о состоянии черёмухи обыкновенной. Интересно также организовать свои инициативы на разных уровнях – школы, заповедника / национального парка и его окрестностей, муниципального района, области.

Создание в каждом регионе России своего календаря природы и его регулярная (в идеале – ежегодная) публикация – одно из пер-

спективных направлений в развитии фенологии на местах. Такие календари в нашей стране публиковались с середины XX в. и очень помогали ведению народного хозяйства, поскольку были официальной информацией. Нынешние органы исполнительной власти – Министерства и Комитеты природных ресурсов – ежегодно публикуют Доклад о состоянии и об охране окружающей среды конкретного субъекта Российской Федерации. Введение раздела «Календарь природы ... области / республики / края» в этот справочник будет логичным, а подготовка календарей может быть выполнена силами заповедников либо региональными отделениями Фенологического Центра России. Данные о сезонном развитии природы стоит включать и в другие издания – фенологические и экологические паспорта российских регионов, к подготовке которых необходимо приступить. Полезно и интересно вести календари населенных пунктов – больших и малых городов, посёлков. Для этого в населенных пунктах должны быть, конечно же, организованы фенологические маршруты.

Кроме наблюдений на маршрутах возможно оборудование фенологических постоянных пробных площадей (ФППП). Это предполагает более углубленную систему наблюдений, поскольку количество ФППП на маршруте может быть различным в зависимости от характера рельефа и растительных ассоциаций. В таких случаях наблюдения рекомендуется проводить на площади не менее 100 м². При наличии разнообразных типов природно-территориальных комплексов, желательны проводить наблюдения в основных из них, наиболее характерных для исследуемой территории. Очевидно, что такие комплексы, как долины рек и ручьев, поймы, луговины на террасах требуют очень тщательного ботанического описания, т. к. отличаются значительным разнообразием видов. И список наблюдаемых видов растений будет гораздо шире, чем, например, по программе «Сезонная жизнь природы Кольского Севера» (Макарова и др., 2001).

Фенологический мониторинг, проводимый по такой схеме, становится частью локального экологического мониторинга. Так, данные, собираемые на феномаршруте заповедника «Пасвик», включаются во многие международные научные проекты, используются для анализа влияния изменения климата на растительный покров на севере

Фенноскандии, при совершенствовании методик дешифрирования космических снимков, в разработке методов картографирования сезонных изменений растительного покрова и мн. др. (Karlsen et al., 2008, 2012a, b). С течением времени, по мере накопления многолетних данных, можно приступить к изучению динамики сезонного развития объектов. Одним из способов обработки результатов полевых наблюдений служат известные фенологические спектры (Бейдеман, 1974; Макарова и др., 2001; Терентьева, 2008).

В отечественной фенологии понятие «атлас» впервые использовано у И. Н. Елагина и А. И. Лобанова (1979). В небольшой книжке приводятся рисунки фенофаз некоторых видов, которые уже не отвечают современным нуждам учебно-методических пособий. Отметим, что «Атлас...» (Елагин, Лобанов, 1979) не содержит детальных описаний фаз, не по всем видам представлен полный цикл. Тем не менее, этот источник много лет был на службе работников заповедников, фенологов и натуралистов.

На рубеже XX–XXI вв., понимая, что этого явно недостаточно для экологического образования школьников, повышения компетентности учителей-биологов и работников заповедников, по сути, из-за производственной необходимости мы решились на смелый шаг и впервые в 2005 г. заявили, что готовим к публикации феноатлас (<http://pasvik.org.ru/Activity/publish.htm>). Термин этот пока не сильно прижился. Книга, которую читатель держит в руках – фенологический атлас – это современное пособие, включающее фотографии, скан-образы растений и подробные описания каждой фенофазы. К феноатласу разработан мультимедийный продукт – «Видеоатлас фенофаз растений».

Идея феноатласа, анонсированная нами чуть более 10 лет назад, получила поддержку учителей Мурманской области и соседнего Финмарка, с которыми мы постоянно работали. Все очень ждали этот феноатлас, который помог бы сразу разрешить вопросы: в какой фазе в данный момент находится изучаемый вид, как не ошибиться в определении той или иной фенофазы, как правильно назвать фазу. Но оказалось, что кроме картинок, нужны их детальные описания, что только сейчас вылилось в этот труд.

Наш опыт работы говорит о том, что вопрос унификации фенологических методик назрел давно: крайне необходимо создание единого всероссийского списка фенопоказателей без сложных и запутанных обозначений, которые давно устарели и требуют замены, однако некоторые специалисты до сих пор продолжают ими пользоваться (Ермакова, 2016).

Авторы искренне надеются, что предлагаемое пособие окажется полезным как молодым, так и опытным работникам заповедной системы, начинающим фенологам-любителям, студентам и школьникам, учителям и преподавателям вузов. Перевод книги на английский язык позволит использовать её в международном сотрудничестве по фенологии, как для программы «Фенология Северного Калотта», так и для других идей и проектов. Будем рады, если вокруг заповедников, где проводится действительно непрерывный фенологический мониторинг, объединятся местные жители разных возрастов и профессий, которые своими наблюдениями внесут вклад в изучение природы и её сохранение. Красочность атласа призвана привлечь к фенологии и юные таланты. Верим, что занятия фенологией помогут ребятам в профессиональной и трудовой ориентации, а через детей станет возрождаться в России и семейная фенология, когда из поколения в поколение ведутся наблюдения.

Мы желаем всем успехов в этом увлекательном, творческом и крайне полезном для развития науки и экологической грамотности деле – наблюдениях за сезонным развитием родной природы.

СПИСОК ИНФОРМАЦИОННЫХ ИСТОЧНИКОВ LIST OF SOURCES

ЦИТИРУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА CITED LITERATURE

Опубликованные источники:

Published sources:

Аксёнова Н. А., Ремизов Г. А., Ромашова А. Т. Фенологические наблюдения в школьных лесничествах. М.: Агропромиздат, 1985. 95 с.
Aksenova N. A., Remizov G. A., Romashova A. T. Phenological observations in school forestry. Moscow: Agropromizdat, 1985. 95 p. (in Russian)

Ананин А. А. Влияние изменений климата на фенологию птиц в Баргузинском заповеднике // Многолетняя динамика численности птиц и млекопитающих в связи с глобальными изменениями климата. Матер. междунар. симпозиума. Казань: Новое знание, 2002. С. 107–112.

Ananin A. A. Effect of climate change on bird phenology in the Barguzinsky Strict Nature Reserve // (in Russian)

Батманов В. А. Календарь природы Свердловска и его окрестностей. Свердловск, 1952. 89 с.

Batmanov V. A. Nature's Calendar of the City of Sverdlovsk and surroundings. Sverdlovsk, 1952. 89 p. (in Russian)

Бейдемман И. Н. Методика изучения фенологии растений и растительных сообществ. Новосибирск: Наука, 1974. 154 с.

Beideman I. N. A Technique for Studying the Phenology of Plants and Plant Communities. Novosibirsk: Nauka, 1974. 154 p. (in Russian)

Беляева Н. В., Терентьева Е. Ю., Клепиков О. Н. Календарь природы Висимского заповедника // География и современные проблемы естественно-научного познания: Материалы Всерос. науч.-практ. конф. (памяти доктора географических наук, профессора, почетного члена Русского Географического Общества Василия Ивановича

Прокаева) / ГОУ ВПО Урал. гос. пед. ун-т. Екатеринбург, 2009. Ч. 1. С. 103–107.

Belyaeva N. V., Terentjeva E. Yu., Klepikov O. N. Nature's Calendar of the Visimsky Strict Nature Reserve // (in Russian)

Берлина Н. Г., Зануздаева Н. В. Календарь природы Лапландского биосферного заповедника // Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 115-летию со дня рождения выдающегося советского фенолога В. А. Батманова (17–18 декабря 2015 г., УрГПУ, Екатеринбург). Екатеринбург, 2015. С. 88–99.

Berlina N. G., Zanuzdaeva N. V. Nature's Calendar of the Lapland Biosphere Reserve // (in Russian)

Берлина Н. Г., Зануздаева Н. В. Календарь сезонных явлений в Лапландском заповеднике // Экологические проблемы северных регионов и пути их решения. Матер. Всеросс. научн. конф. с междунар. участием. Апатиты, 2008. С. 134–138.

Berlina N. G., Zanuzdaeva N. V. Calendar of seasonally recurring events in the Lapland strict nature reserve // (in Russian)

Булыгин Н. Е. Фенологические наблюдения над древесными растениями. Л., 1979. 97с.

Bulygin N. E. Phenological Observations of Woody Plants. Leningrad, 1979. 97 p. (in Russian)

Вартиайнен И. Норвежско-русский школьный проект с основным вниманием на климат // Баренц-уотч. Сванховд, 2007. С. 28–29.

Wartiainen I. Focus on climate in Norwegian-Russian School Project // Barents Watch. Svanhovd, 2007. P. 28–29.

Вейсблум О. А., Парфей-Карпович О. А. Фенология Северного Калотта // Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 115-летию со дня рождения выдающегося советского фенолога В. А. Батманова (17–18 декабря 2015 г., УрГПУ, Екатеринбург). Екатеринбург, 2015. С. 111–115.

Weisblum O. A., Parfey-Karpovich O. A. Phenology of the North Calotte // (in Russian)

Елагин И. Н., Лобанов А. И. Атлас-определитель фенологических фаз растений. М., 1979. 96 с.

Elagin I. N., Lobanov A. I. Atlas and Identification Guide to Phenological

Phases in Plants. Moscow, 1979. 96 p. (in Russian)

Ермакова О. Д. Статистическая оценка сезонного ритма развития черники (*Vaccinium myrtillus*L.) в южном Прибайкалье // Научные исследования в заповедниках и национальных парках России. Тезисы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 25-летию юбилею биосферного резервата ЮНЕСКО «Национальный парк «Водлозерский» (Петрозаводск, 29 августа – 4 сентября 2016 г.). Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2016. С. 71–72.

Ermakova O. D. Statistical assesment of the seasonal development rhythm in bilberry (Vaccinium myrtillus L.) in the southern Baikal region // (in Russian)

Железная Е. Л. Сезонная ритмика основных растительных сообществ заповедника «Басеги» // Бюлл. МОИП. Отд. биол. 1999. Т. 104. Вып. 3. С. 38–42.

Zheleznaya E. L. Seasonal rhythms in the main plant communities of the Basegi Strict Nature Reserve // (in Russian)

Макарова О. А., Балабкина Е. Е. Экологическая тропа школы № 2 п. Никель // Наука и бизнес на Мурмане. Науч.-практ. журн. Сер. Экология и человек. Вып. Маршруты Печенгского района. № 4 (61). Т. 5. Мурманск, 2007. С. 18–21.

Makarova O. A., Balabkina E. E. Nature trail of Nikel town school N2 // (in Russian)

Макарова О. А., Поликарпова Н. В., Кротова О. В. Международный школьный проект «Фенология Северного Калотта» // Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 110-летию со дня рождения выдающегося советского фенолога Владимира Алексеевича Батманова (г. Екатеринбург, 15–16 декабря 2010 г.). Екатеринбург, 2010. С. 64–72.

Makarova O. A., Polikarpova N. V., Krotova O. V. International School Project "Phenology of the North Calotte" // (in Russian)

Макарова О. А., Поликарпова Н. В. Календарь природы заповедника как основа для изучения изменений в природе // Экологические проблемы северных регионов и пути их решения. IV Всерос. науч. конф. с междунар. участием (2–5.10.2012, Апатиты). Ч. 2. Апатиты, 2012. С. 130–135.

Makarova O. A., Polikarpova N. V. Nature's calendar of a strict nature reserve as the basis for studying changes in the nature // (in Russian)

Макарова О. А., Поликарпова Н. В. Календарь природы заповедника «Пасвик»: анализ за 20 лет // Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 115-летию со дня рождения выдающегося советского фенолога В. А. Батманова (17–18 декабря 2015 г., УрГПУ, Екатеринбург). Екатеринбург, 2015. С. 139–154.

Makarova O. A., Polikarpova N. V. Nature's calendar of the Pasvik Strict Nature Reserve: analysis of a 20-year period // (in Russian)

Макарова О. А., Похилько А. А., Кушель Ю. А. Сезонная жизнь природы Кольского севера. Мурманск, 2001. 68 с.

Makarova O. A., Pohil'ko A. A., Kushel'Yu. A. Seasonal Life of Nature in the Kola North. Murmansk, 2001. 68 p. (in Russian)

Минаева Т. Ю. Наблюдения за сезонным развитием растительных сообществ // Методические рекомендации по ведению мониторинга на особо охраняемых природных территориях (на примере Центрально-Лесного государственного природного биосферного заповедника). М., 2005. С. 37–51.

Minaeva T. Yu. Observations of the seasonal development of plant communities // (in Russian)

Минин А. А. Фенология Русской равнины: материалы и обобщения. М.: Изд-во АБФ/АБФ, 2000. 160 с.

Minin A. A. Phenology of the Russian Plain: Materials and Synthesis. Moscow: ABF, 2000. 160 p. (in Russian)

Минин А. А. Добровольная фенологическая сеть РФО: состояние, перспективы, материалы // Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 115-летию со дня рождения выдающегося советского фенолога В. А. Батманова (17–18 декабря 2015 г., УрГПУ, Екатеринбург). Екатеринбург, 2015. С. 260–268.

Minin A. A. Volunteer phenological network of the Russian Geographical Society: status, visions, materials // (in Russian)

Онищенко В. В., Салпагаров А. Д., Дега Н. С. Анализ гидроклиматических и фенологических данных Северо-Западного Кавказа (Тебердинский заповедник) // Влияние изменения климата на экосистемы. М.: Русский университет, 2001. С. 101–105.

Onishchenko V. V., Salpagarov A. D., Dega N. S. Analysis of hydroclimatic and phenological data from Northwestern Caucasus (Teberda Strict Nature Reserve) // (in Russian)

Поликарпова Н. В., Макарова О. А. Календарь природы заповедника «Пасвик» и перспективы фенологических наблюдений в России // Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 110-летию со дня рождения выдающегося советского фенолога Владимира Алексеевича Батманова (г. Екатеринбург, 15–16 декабря 2010 г.). Екатеринбург, 2010. С. 99–111.

Polikarpova N. V., Makarova O. A. Nature's calendar of the Pasvik Strict Nature Reserve and prospects for phenology observations in Russia // (in Russian)

Сезонная жизнь природы Кольского Севера. Мурманск, 1996. 44 с.
Seasonal Life of Nature in the Kola North. Murmansk, 1996. 44 p. (in Russian)

Семёнов-Тян-Шанский О. И. Календарь природы Лапландского заповедника. М., 1966.

Semyonov-Tyan-Shansky O. I. Nature's Calendar of the Lapland Strict Nature Reserve. Moscow, 1966. (in Russian)

Семёнов-Тян-Шанский О. И., Аблаева З. Х. Календарь природы Лапландского заповедника // Сезонная и разногодичная динамика растительного покрова заповедников РСФСР. М., 1983. С. 44–58.

Semyonov-Tyan-Shansky O. I., Ablaeva Z. H. Nature's Calendar of the Lapland Strict Nature Reserve // (in Russian)

Синельникова Н. В., Пахомов М. Н. Сезонная жизнь природы Верхней Колымы. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2015. 329 с.

Sinel'nikova N. V., Pakhomov M. N. Seasonal Life of Nature in the Upper Kolyma Region. Moscow: KMK Scientific Press Ltd, 2015. 329 p. (in Russian)

Скроцкий Б. К методике изучения фенологии и составления феноспектров декоративных однолетников. <http://ib.komisc.ru/add/old/t/ru/ir/vt/99-21/06.html> [дата обращения: 12.06.2016]

Skrotskij B. On a technique for studying the phenology and compiling phenology spectra of decorative annual plants. http://ib.komisc.ru/add/old/t/ru/ir/vt/99-21/06.html – [visited on: 12.06.2016] (in Russian)

Соловьев А. Н. Биота и климат в XX столетии (региональная фенология). М., 2005а. 282 с.

Solovyov A. N. Biota and Climate in the 20th Century (Regional Phenology). Moscow, 2005a. 282 p. (in Russian)

Соловьев А. Н. Сезонные наблюдения в природе. Киров, 2005б. 94 с.
Solovyov A. N. Seasonal Nature Observations. Kirov, 2005b. 94 p. (in Russian)

Тавровский В. А., Харина С. Д., Щеголева С. В. Инструкция по определению явлений, включенных в бланк-программу фенологических наблюдений для лесной зоны Европейской территории СССР. Л., 1978. 18 с.

Tavrovskij V. A., Kharina S. D., Shchegoleva S. V. Guidelines on determination of the events included in the datasheets for phenology observations in the European USSR forest zone. Leningrad, 1978. 18 p. (in Russian)

Татаринкова И. П., Чемякин Р. Г. Фенологический календарь животных и растений Айновых островов (западный Мурман) // VI–VII Международные семинары «Рациональное использование прибрежной зоны северных морей». Ч. 1. Комплексное управление прибрежными зонами. Роль заповедников в обеспечении устойчивого развития прибрежной зоны северных морей (18 июля 2002 г., 17 июля 2003 г., Кандакша). Материалы докладов. С.-Пб.: Изд. РГГМУ, 2004. С. 112–129.

Tatarinkova I. P., Chemyakin R. G. Phenological calendar of Ainov islands' (Western Murman) animals and plants // (in Russian)

Терентьева Е. Ю. Учебно-методический комплекс дисциплины «Методы феномониторинга» [Электронный ресурс] / Е. Ю. Терентьева; Федер. агентство по образованию, Урал. гос. ун-т им. А. М. Горького, ИОНЦ «Экология и природопользование» [и др.]. — Электрон. дан. (680 Мб). — Екатеринбург: [б. и.], 2008. <http://elar.urfu.ru/handle/10995/2414> [дата обращения: 10.06.2016].

Terentjeva E. Yu. Teaching kit for the discipline "Methods of phenological monitoring" [online resource] / <http://elar.urfu.ru/handle/10995/2414> [visited on: 10.06.2016] (in Russian)

Федотова В. Г. Современное состояние отечественной фенологии // Биосфера. Т. 4. № 1. М., 2012. С. 69–75.

Fedotova V. G. Current situation in Russian phenology // Biosphere. Vol. 4.

№ 1. Moscow, 2012. P. 69–75. (in Russian)

Федотова В. Г. Перспективы участия школьников в фенологических исследованиях // Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 115-летию со дня рождения выдающегося советского фенолога В. А. Батманова (17–18 декабря 2015 г., УрГПУ, Екатеринбург). Екатеринбург, 2015. С. 214–222.

Fedotova V. G. The potential of involving schoolchildren in phenological research // (in Russian)

Фенологические наблюдения (организация, проведение, обработка). Унифицированное руководство для добровольной фенологической сети. Л.: Наука, 1982. 223 с.

Phenological Observations (setup, implementation, processing). Unified manuals for voluntary phenological network. Leningrad: Nauka, 1982. 223 p. (in Russian)

Филонов К. П., Нухимовская Ю. Д. Летопись природы в заповедниках СССР: методическое пособие. М.: Наука, 1985. 143 с.

Filonov K. P., Nukhimovskaya Yu. D. Nature Chronicles at Strict Nature Reserves of the USSR: a manual. Moscow: Nauka, 1985. 143 p. (in Russian)

Growth stages of mono- and dicotyledonous plants (BBCH Monograph) // Edited by Uwe Meier. Federal Biological Research Centre Agriculture and Forestry. Berlin and Braunschweig, 2001. 152 p.

Karlsen S.-R., A. Tolvanen, K. A. Høgda, L. Eklundh, N. Polikarpova, O. Makarova, B. U. Hansen & B. Johansen. 2012a. Use of MODIS data to analyze spectral properties of land cover types for improved mapping of the growing season in Northern Fennoscandia // Abstract in the 12th International Circumpolar Remote Sensing Symposium. May 14–18, 2012, Levi, Finland. P. 68.

Karlsen, S.-R., A. Tolvanen, K. A. Høgda, L. Eklundh, N. Polikarpova, O. Makarova & B.U. Hansen. 2012b. Characterizing the growing season in northern Scandinavia and NW Russia by the use of MODIS satellite data // Abstract 1479000 presented at 2012 Fall Meeting, AGU, San Francisco, Calif., 3–7 Dec.

Karlsen, S.-R., A. Tolvanen, E. Kubin, J. Poikolainen, K. A. Høgda, B. Johansen, F. S. Danks, P. Aspöhl, F. E. Wielgolaski & O. Makarova. 2008. MODIS-NDVI based mapping of the length of the growing season in

northern Fennoscandia. *International Journal Applied Earth Observation and Geoinformation*, 10: 253–266.

Korjakin A. S., Flø L. Phenology of the North Calotte. Field guide. Kandalaksha-Svanhovd, 2003. 43 p.

Kubin E., Kotilainen E., Poikolainen J., Hokkanen T., Nevalainen S., Pouttu A., Karhu J., Pasanen J. Monitoring instructions of the Finnish national phenological network. Muhos Research Unit. 2007. 44 p.

Meier U., Bleiholder H., Buhr L., Feller C., Hack Y., Heß M., Lancashire P.D., Schnock U., Stauß R., Van den Boom T., Weber E., Zwinger P. The BBCH system to coding the phenological growth stages of plants—history and publications // *Journal fur kulturpflanzen*, 61 (2). P. 41–52, 2009, ISSN 0027-7479 Verlag Eugen Ulmer KG, Stuttgart.

Shutova E., Makarova O., Haraldsson E., Berlina N., Filimonova T., Aspholm P. E., Karlsen S.-R., Høgda K. A., Wielgolaski F. E. 2004. Autumn yellowing of the Nordic mountain birch in relation to climate at Kola Peninsula (Russia) and along the Pasvik river west Kola // *Climate change in high latitudes. Proceedings of conference (Bergen, Norway, 1–3th of September 2004)*. Bjerknescenterary, Bergen. P. 166–167.

Shutova E., Wielgolaski F. E., Karlsen S.-R., Makarova O., Haraldsson E., Aspholm P. E., Berlina N., Filimonova T., Flø L., Høgda K. A. 2005. Phenology of Nordic mountain birch in relation to climate change at Kola Peninsula and the trans-boundary Pasvik-Enare region // *Ann. Meteorol.* 41: 524–527.

Интернет-ресурсы:

Online resources:

1 <http://botsad.ru/menu/activity/articles/moskalyuk-t/biogeocenologiya/leksiya-6/> [дата обращения / visited on: 22.06.2016].

2. http://elar.urfu.ru/bitstream/10995/2414/2/1332024_lectures.pdf [дата обращения / visited on: 08.05.2016].

3. <http://fenolog.rgo.ru> [дата обращения / visited on: 22.06.2016].
<http://pasvik.org.ru/Activity/publish.htm> [дата обращения / visited on: 22.06.2016].

4. <http://pasvik.org.ru/Activity/publish.htm> [дата обращения / visited on: 22.06.2016].

5. <http://ru.wikipedia.org/wiki/6/8-2014> [дата обращения / visited on: 01.06.2016].

6. <http://udec.ru/derevo/bereza-karlik.php/6/8-2014> [дата обращения / visited on: 20.05.2016].

7. <http://www.miljolare.no/en/aktiviteter/pnc/> [дата обращения / visited on: 11.06.2016].

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА EXTRA READINGS

Опубликованные источники:

Published sources:

Алалыкина Н. М., Ашихмина Т. Я., Кондакова Л. В. Фенология и региональный экологический мониторинг. Учебно-методическое пособие к занятиям (элективный курс для студентов и школьников). Сыктывкар, 2004. 104 с.

Берлина Н. Г., Макарова О. А., Поликарпова Н. В., Москвичева Л. А. Сроки появления некоторых видов макромицетов на Кольском полуострове // *Изучение грибов в биогеоценозах: сб. матер. V Межд. конф. (Пермь, 7–13 сентября 2009 г.)*. Пермь, 2009. С. 28–31.

Берлина Н. Г., Москвичева Л. А., Макарова О. А., Поликарпова Н. В. К мониторингу грибов на Кольском полуострове // *Макромицеты бореальной зоны: сб. материалов Всероссийской науч.-практ. конф. (Красноярск, 11–13 марта 2009 г.)*. Красноярск, 2009. С. 28–31.

Викторов С. В. Опыт разработки принципов индикации природных процессов // *Биогеография. Фенология*. М., 1968. Вып. 2. С. 9–11.

Вопросы составления календарей природы // *Труды гос. заповедника «Столбы»*. Вып. XIV. Красноярск, 1986. 167 с.

Горчаковский П. Л., Шиятов С. Г. Фитоиндикация условий среды и природных процессов в высокогорьях. М.: Наука, 1985. 208 с.

Данилова Н., Кеммерих А. Времена года. Изд. 2-е, дополненное. М.: Мысль, 1973. 191 с.

Елагин И. Н. Методика наблюдений и обработки фенологических наблюдений за деревьями и кустарниками в лесу. Фенологические методы изучения лесных биогеоценозов. Красноярск, 1975. С. 3–20.

- Зайцев Г. Н. Фенология древесных растений. М.: Наука, 1981. 120 с.
- Зайцев Г. Н. Фенология травянистых растений. М.: Наука, 1979. 150 с.
- Кайгородов Д. Н. Программа наблюдений за сменой периодических явлений в природе (фенологические наблюдения). НКП. Комитет по организации школьных наблюдений над природой. Сборник программ школьных наблюдений над природой. Петроград, 1922. Вып. 1. 156 с.
- Каппер В. Г. Об организации ежегодных систематических наблюдений над плодоношением древесных пород / Труды ГНИИЛХ. 1930. Вып. 8. С. 105–147.
- Карлсен С.-Р. Использование спутниковой фотографии для наблюдения за природой // Баренц-уотч. Биофошк, 2007. С. 26–27.
- Каюмов М. К., Демина М. И. Прогнозирование погоды по народным приметам: Учебное пособие. М.: Рос. гос. аграр. заоч. ун-т, 2000. 108 с.
- Красная книга Мурманской области / Отв. ред. Н.А. Константинова, А. С. Корякин, О. А. Макарова В. В. Бианки. Изд. 2-е. Кемерово: «Азия-принт», 2014. 584 с.
- Красная книга Мурманской области. Мурманск: Мурманское книжное изд-во, 2003, 398 с.
- Куприянова М. К. Общая фенология как наука // Региональные эколого-географические исследования и инновационные процессы в образовании: Материалы всероссийской научно-практической конференции, Екатеринбург, 16–17 марта 2006 г. Ч. 3. Екатеринбург, 2006. С. 112–116.
- Макарова О. А., Хлебосолова О. А., Шохина О. А., Хлебосолов Е. И. Методы экологического образования в заповедниках: методическое пособие. Рязань, 2000. 53 с.
- Минин А. А. Опыт относительного составления календаря природы Русской равнины // Лесоведение. Вып. 1. 1995. С. 92–94.
- Мисник Г. Е. Календарь цветения и плодоношения деревьев и кустарников. М.: Лесная промышленность, 1982. 144 с.
- Наблюдение над природой Куршской косы. Тетрадь для практических занятий / Сост. С. Алянскене, А. Королева. Калининград, 2001. 40 с.
- Народный месяцеслов: Пословицы, поговорки, приметы, присловья о временах года и о погоде / Сост. Г.Д. Рыженков. М.: Современник, 1992. 127 с.

- Онегов А. Календарь природы: пособие для юных натуралистов. М.: ТЕРРА – книжный клуб, 2003. 480 с.
- Поликарпова Н. В., Макарова О. А. Мониторинг урожайности ягодников в заповеднике «Пасвик» // Сборник докладов III Всероссийской научной конференции с международным участием «Экологические проблемы северных регионов и пути их решения» (г. Апатиты, 04–08 октября 2010 г.). Ч. 1. Апатиты, 2010. С. 123–126.
- Поликарпова Н. В., Макарова О. А., Берлина Н. Г., Зануздаева Н. В., Толмачева Е. Л., Татаринкова И. П., Чемякин Р. Г. Календарь природы заповедников Мурманской области // Экологические проблемы северных регионов и пути их решения. VI Всерос. науч. конф. с междунар. участием (10–14.10.2016, Апатиты). Ч. 2. Апатиты, 2016. (в печати).
- Растительный и животный мир Мурманской области / Сост. О. А. Макарова, Г. Н. Андреев, А. А. Похилько, Л. Н. Филиппова, Ф. Н. Шкляревич. Мурманск, 1997. 152 с.
- Рохлов В. С. Ботаника (для абитуриентов и школьников). Йошкар-Ола, 1996. 52 с.
- Синельникова Н. В., Пахомов М. Н. Особенности сезонного развития *Vaccinium uliginosum* (Ericaceae) в верховьях реки Колымы // Раст. ресурсы. Вып. 1. 2008. С. 13–23.
- Соловьев А. Н. От сезонной летописи природы к феномониторингу // Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 115-летию со дня рождения выдающегося советского фенолога В. А. Батманова (17–18 декабря 2015 г., УрГПУ, Екатеринбург). Екатеринбург, 2015. С. 154–167.
- Спутник наблюдателя (пособие для работников охраны заповедника) / Сб. Кавказского государственного биосферного заповедника. Сочи, 1992. 138 с.
- Хлебосолова О. А., Макарова О. А. Методическое пособие к «Дневнику юного исследователя природы». Рязань: НП «Голос губернии», 2004. 48 с.
- Хлебосолова О. А., Макарова О. А., Хлебосолов Е. И., Кушель Ю. А. Дневник юного исследователя природы: учеб. пособие для уч-ся шк. и кл. биолого-химического и географического профиля. М.: Изд. центр ВЛАДОС, 2004. 80 с.
- Шенников А. П. Фенологические спектры растительных сообществ.

Тр. Вологод. обл. опыт. станции, 1927. Вып. 2.

Шенников А. П. К постановке фитофенологических наблюдений в заповедниках / Науч.-метод. зап. М., Главн. упр. по запов., 1949. Вып. 12.

Шульц Г. Э. Общая фенология. Л., 1981. 188 с.

Шутова Е. В., Берлина Н. Г., Филимонова Т. В., Мосвичева Л. А. Влияние некоторых климатических факторов на фенологию берёзы пушистой (*Betula pubescens*) в условиях Кольского полуострова // Бюлл. МОИП. Отд. биол. Т. 113. Вып. 2. С. 53–60.

Экологическое образование в Печенгском районе Мурманской области // Сборник материалов междунар. конф. (Мурм. обл., пгт. Никель, 14 мая 1999 г.) / Сост. О. А. Макарова. Мурманск: НИЦ «Пазори», 1999. 39 с.

Яновский С. А. Программа организации и ведения фенологических наблюдений: Методическое пособие (Сер. Методические пособия по полевой экологии для педагогов дополнительного образования и учителей). М.: Ассоциация «Экосистема», 1996. 29 с.

The history and current status of plant phenology in Europe. COST Action 725 (European Cooperation in the field of Scientific and Technical Research) / Comp. С. Petit, edit. J. Nekovář, E. Koch, E. Kubin, P. Nejedlik, T. Sparks, F.E. Wielgolaski. Finland, COST office, 2008. 182 p.

Фондовые материалы:

Archived materials:

Берлина Н. Г., Сорокина Л. И. Методическое пособие по ведению фенологических наблюдений за растениями. Мончегорск, 2002. 30 с. Рукопись. Фонды Лапландского заповедника, заповедника «Пасвик».

Летописи природы заповедника «Пасвик». Книга 1–20 (1992–2014). Архив заповедника «Пасвик».

ИЛЛЮСТРАЦИИ ОСНОВНЫХ ФЕНОФАЗ РАСТЕНИЙ

ILLUSTRATIONS OF PRINCIPAL PLANT PHENOPHASES



1. НАЧАЛО РОСТА, НАЧАЛО РАСПУСКАНИЯ ПОЧЕК
GROWTH ONSET, BEGINNING OF BUD BREAK



1. Сосна обыкновенная, pine



3. Брусника, cowberry



2. Берёза пушистая,
downy birch



4. Черника,
bilberry



5. Герань лесная, wood grape `s-bill



6. Иван-чай узколистный, rosebay willowherb

**2. НАЧАЛО РАЗВЕРТЫВАНИЯ ЛИСТЬЕВ, «ЗЕЛЕНЕНИЕ»
BEGINNING OF LEAF UNFOLDING, LEAF EMERGENCE**



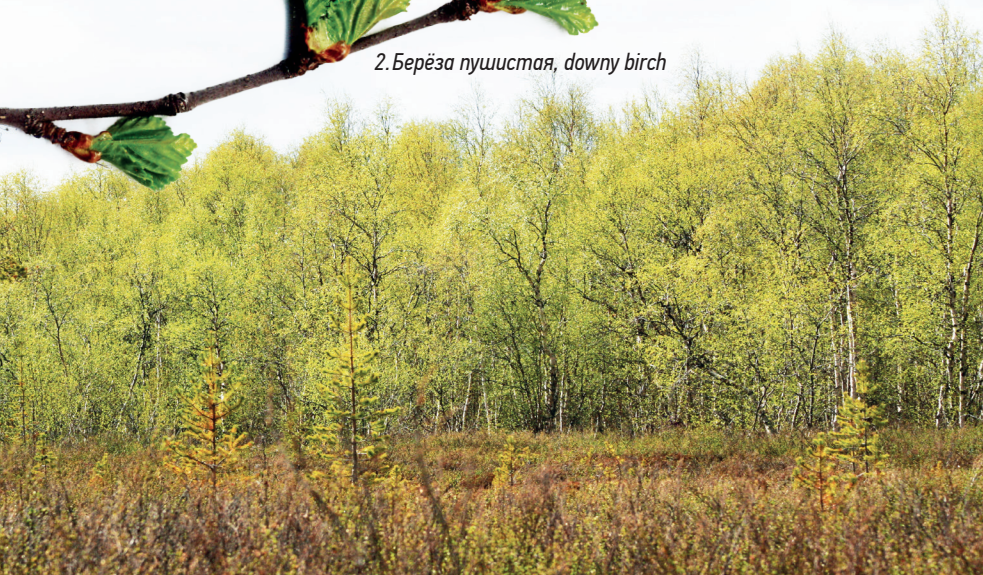
1. Сосна обыкновенная, *pine*



3. Брусника, *cowberry*



2. Берёза пушистая, *downy birch*



5. Герань лесная, *wood crane's-bill*



4. Черника, *bilberry*



6. Иван-чай узколистный, *rosebay willowherb*

3. ПОЯВЛЕНИЕ ПОЛНОГО ЛИСТА LEAF-OUT (FULL LEAF)



1. Сосна обыкновенная, pine



2. Берёза пушистая, downy birch



3. Брусника, cowberry



4. Черника, bilberry



5. Герань лесная, wood crane's-bill



6. Иван-чай узколистный, rosebay willowherb

4. НАЧАЛО БУТОНИЗАЦИИ BEGINNING OF FLOWER BUD DEVELOPMENT



1.1 Сосна обыкновенная,
женский микростробил
Pine, female microstrobili



1.2 Сосна обыкновенная,
мужской микростробил
Pine, male microstrobili



2.1 Береза пушистая, мужское соцветие
Bowny birch, male inflorescence



3. Брусника, cowberry



5. Герань лесная, wood crane`s-bill



4. Черника, bilberry



6. Иван-чай узколистный,
rosebay willowherb

5. НАЧАЛО ЦВЕТЕНИЯ FLOWERING ONSET



1. Сосна обыкновенная, ripe



2.1 Береза пушистая,
мужское соцветие
Downy birch,
male inflorescence



2.2 Береза пушистая, женское соцветие
Downy birch, female inflorescence



3. Брусника, cowberry



4. Черника, bilberry



6. Иван-чай узколистный, rosebay willowherb



5. Герань лесная, wood crane`s-bill

**6. МАССОВОЕ ЦВЕТЕНИЕ
FULL FLOWERING (FULL BLOOM)**



1. Сосна обыкновенная, ripe



2. Берёза пушистая, downy birch



3. Брусника, cowberry



4. Черника, bilberry



5. Герань лесная, wood crane`s-bill



6. Иван-чай узколистный, rosebay willowherb

**7. НАЧАЛО ОТЦВЕТАНИЯ
FLOWER WILTING ONSET**



1. Сосна обыкновенная, ripe



2. Берёза пушистая, downy birch



3. Брусника, cowberry



4. Черника, bilberry



5. Герань лесная, wood crane`s-bill



6. Иван-чай узколистный, rosebay willowherb

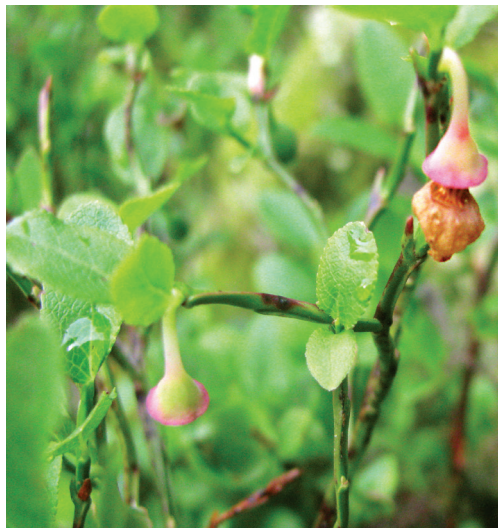
8. МАССОВОЕ ОТЦВЕТАНИЕ*
FLOWERING FINISHING



1. Сосна обыкновенная, мужские микростробилы, pine, male microstrobili



2. Берёза пушистая, мужское соцветие
Downy birch, male inflorescence



4. Черника, bilberry

* Иллюстрации к фазе 9 не представлены. No illustrations are provided for phase 9.



5. Герань лесная, wood crane`s-bill



6. Иван-чай узколистный, rosebay willowherb

**10. НАЧАЛО СОЗРЕВАНИЯ ПЛОДОВ,
РАССЕЙВАНИЯ СЕМЯН
BEGINNING OF FRUIT RIPENING,
SEED SPREAD**

1.1 Сосна обыкновенная, шишка второго года
Pine, second-year cone



1.2 Сосна обыкновенная,
образование шишки первого года
*Pine, beginning of growth
of first-year cone*

2.1 Берёза пушистая,
начало образования соплодий
*Downy birch, beginning
of infructescence formation*



2.2 Берёза пушистая, начало рассеивания семян
Downy birch, beginning of seed dispersal



3.1 Черника, начало образования плодов
Bilberry, beginning of infructescence formation



3.2 Черника, начало созревания плодов
Bilberry, beginning of fruit ripening



5. Герань лесная, wood crane's-bill



6. Иван-чай узколистный, rosebay willowherb



**11. МАССОВОЕ СОЗРЕВАНИЕ,
ПОСПЕВАНИЕ ПЛОДОВ,
МАССОВОЕ РАССЕИВАНИЕ СЕМЯН
PEAK OF FRUIT RIPENING,
PEAK OF SEED SPREAD**



3. Брусника. Сбор ягод идёт в период их массового созревания.
Cowberry. Berries are harvested during the peak of the ripening period



4. Черника, bilberry



5. Герань лесная, wood crane's-bill



6. Иван-чай узколистный, rosebay willowherb



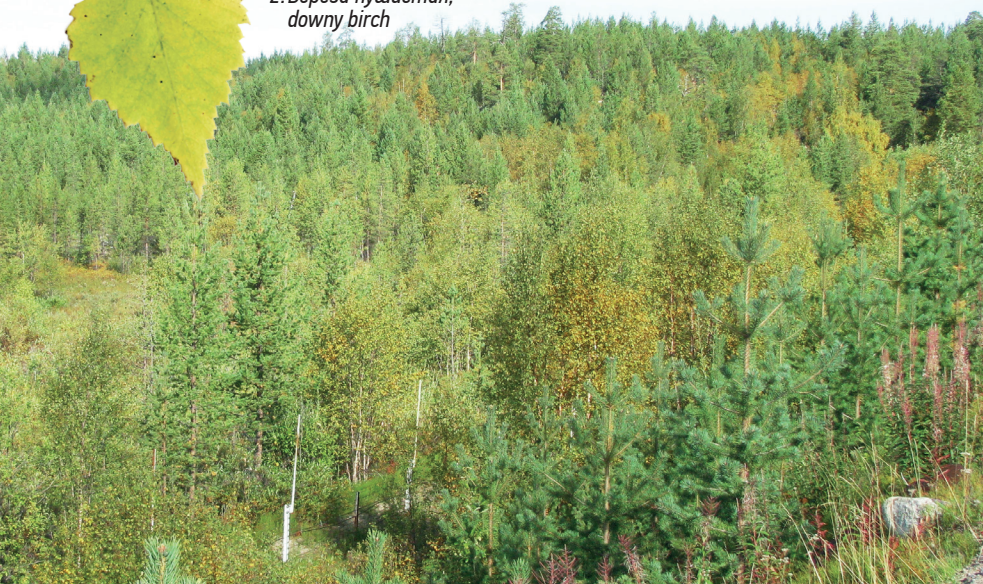
12. НАЧАЛО ИЗМЕНЕНИЯ ОКРАСКИ ЛИСТЬЕВ BEGINNING OF LEAF COLORATION



1. Сосна обыкновенная, *pine*



2. Берёза пушистая,
downy birch



3. Брусника. Поражение грибом не относится к сезонному изменению окраски листьев
Cowberry. Damage by fungi must not be interpreted as seasonal leaf coloration.



4. Черника,
bilberry



5. Герань лесная, *wood crane 's-bill*



6. Иван-чай узколистный, *rosebay willowherb*

13. МАССОВОЕ ИЗМЕНЕНИЕ ОКРАСКИ ЛИСТЬЕВ
FULL LEAF COLORATION



1. Сосна обыкновенная, *ripe*



2. Берёза пушистая, *downy birch*



4. Черника, *bilberry*

13. МАССОВОЕ ИЗМЕНЕНИЕ ОКРАСКИ ЛИСТЬЕВ FULL LEAF COLORATION



5. Герань лесная, wood crane's-bill



6. Иван-чай узколистный, rosebay willowherb



6. Иван-чай узколистный, rosebay willowherb

14. НАЧАЛО ЛИСТОПАДА, НАЧАЛО ОТМИРАНИЯ ТРАВ
BEGINNING OF LEAF FALL, SENESCENCE IN HERBACEOUS PLANTS

1. Сосна обыкновенная, *ripe*



2.1 Берёза пушистая, первые листья хорошо заметны на земле
 Downy birch, first leaves are clearly visible on the ground



2.2 Берёза пушистая, общий вид начавшегося листопада
 Downy birch, beginning of leaf fall, common view



4. Черника, *bilberry*



5. Герань лесная, *wood crane's-bill*



6. Иван-чай узколистный, *rosebay willowherb*

15. МАССОВОЕ ОПАДЕНИЕ ЛИСТЬЕВ
PEAK LEAF FALL



1. Сосна обыкновенная, ripe



2.1 Берёза пушистая, густой листопад на земле
Downy birch, fallen leaves carpeted the ground



2.2 Берёза пушистая, листва на водной поверхности
Downy birch, leaves on water surface



4. Черника, bilberry



5.1 Герань лесная, wood crane`s-bill



6. Иван-чай узколистный, rosebay willowherb

**16. ОКОНЧАНИЕ ЛИСТОПАДА,
ПОЛНОЕ ОТМИРАНИЕ НАДЗЕМНОЙ ЧАСТИ
END OF LEAF FALL, TOTAL DIE-BACK TO THE GROUND**



2. Берёза пушистая, downy birch



4.1 Черника, общий вид полного листопада, bilberry, end of leaf fall, common view



4.2 Черника, побег без листьев. Bilberry, leafless shoot



5. Герань лесная. Wood crane's-bill





ПРИЛОЖЕНИЯ
APPENDICES



Приложение 1
Appendix 1Названия фенофаз по европейской
системе BBCH для некоторых видов растений
BBCH-scale phenophase names
for some plant species

After:

Growth stages of mono- and dicotyledonous plants (BBCH Monograph) // Edited by Uwe Meier. Federal Biological Research Centre Agriculture and Forestry. Berlin and Braunschweig, 2001. 152 p.

Вид / Species	BBCH-code	Phenophases	Фенофазы
Берёза пушистая, downy birch <i>B. pubescens</i>	BBCH 10	First leaves separated ("mouse ear")	Отделились первые листья («мышинные ушки»)
	BBCH 11	Leaf unfolding (vis. leaf stalk)	Развёртывание листьев (виден черешок листа)
	BBCH 60	First pollen spread	Начало рассеивания пыльцы
	BBCH 94	Colouring of leaves (50%)	Расцветивание листьев на 50%
	BBCH 97	End of leaf fall (>90% fallen)	Конец листопада (более 90% листьев опали)
Вереск обыкновенный, heather <i>Calluna vulgaris</i>	BBCH 51	First flower buds visible	Видны первые бутоны
	BBCH 60	First flowers open	Открылись первые цветки
	BBCH 65	Full flowering	Массовое цветение
	BBCH 86	First ripe fruits	Созрели первые плоды
Ель сибирская, Siberian spruce <i>Picea abies</i>	BBCH 10	First spring sprouting	Начало роста побегов
	BBCH 60	First pollen spread	Начало рассеивания пыльцы

Вид / Species	BBCH-code	Phenophases	Фенофазы
Ива козья, goat willow <i>Salix caprea</i>	BBCH 60	First flowers open (yellowing of male flowers)	Открылись первые цветки (пожелтение мужских цветков)
Рябина обыкновенная, rowan <i>Sorbus aucuparia</i>	BBCH 10	First leaves separated ("mouse ear")	Отделились первые листья («мышинные ушки»)
	BBCH 11	Leaf unfolding (vis. stalk). First flowers open	Развёртывание листьев (виден черешок листа). Открылись первые цветки
	BBCH 65	Full flowering	Массовое цветение
	BBCH 86	First ripe fruits	Созрели первые плоды
	BBCH 94	Colouring of leaves (50%)	Расцветивание листьев на 50%
	BBCH 97	End of leaf fall (>90% fallen)	Конец листопада (более 90% листьев опали)
Черника обыкновенная, bilberry <i>Vaccinium myrtillus</i>	BBCH 10	First leaves separated ("mouse ear")	Отделились первые листья («мышинные ушки»)
	BBCH 51	First flower buds visible	Видны первые бутоны
	BBCH 60	First flowers open	Открылись первые цветки
	BBCH 86	First ripe fruits	Созрели первые плоды
	BBCH 94	Colouring of leaves (50%)	Расцветивание листьев на 50%
	BBCH 97	End of leaf fall (>90% fallen)	Конец листопада (более 90% листьев опали)
Брусника, cowberry <i>Vaccinium vitis-idaea</i>	BBCH 10	First leaves separated ("mouse ear")	Отделились первые листья («мышинные ушки»)
	BBCH 51	First flower buds visible	Видны первые бутоны
	BBCH 60	First flowers open	Открылись первые цветки
	BBCH 86	First ripe fruits	Созрели первые плоды

Приложение 2а

**КАЛЕНДАРЬ ПРИРОДЫ заповедника «Пасвик» за 1993–2014 гг.
(по итогам круглогодичных наблюдений в природе)**

Опубликовано:

Макарова О. А., Поликарпова Н. В. Календарь природы заповедника «Пасвик»: анализ за 20 лет // Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 115-летию со дня рождения выдающегося советского фенолога В. А. Батманова (17–18 декабря 2015 г., УрГПУ, Екатеринбург). Екатеринбург, 2015. С. 139–154.

Фенологический период, этап	Основные сезонные процессы и температурные характеристики	Дата			Число лет наблюдений
		средняя многолетняя	самая ранняя	самая поздняя	
1	2	3	4	5	6
ФЕНОЛОГИЧЕСКАЯ ЗИМА					
Первозимье	Переход среднесуточных температур ниже 0°C	19.10	03.10.09	15.11.97	20
	Белка в зимнем меху	21.10	08.10.08	22.11.93	13
	Замерзание р. Паз	22.10	28.10.01	04.12.09	6
	Установление устойчивого снежного покрова	25.10	07.10.93 07.10.09	02.12.00	21
	Первый ледостав на р. Паз	30.10	05.10.01	05.11.09	7
	Последняя встреча лебедя	30.10	23.09.14	22.12.11	12
	Переход максимальных температур ниже 0°C	01.11	13.10.92	26.11.12	20
Глубокая зима	Переход среднесуточных температур ниже -5°C	09.11	14.10.92	01.12.06	20
	Замерзание оз. Каскамаярви	11.11	01.11.02	04.12.09	5
	Санний путь (снег более 10 см)	12.11	22.10.93	29.12.00	14
	Максимальное охлаждение воздуха и почвы	08.02	30.12.96	16.03.13	20

1	2	3	4	5	6
Предвесенье (снежная весна)	Первая песня большой синицы	23.02	02.02.06	31.03.98	20
	Начало постоянных оттепелей	28.03	09.02.03	23.04.01	19
	Проталины у стволов деревьев	28.03	19.02.03	24.04.97	20
	Прилёт лебедя	30.03	11.03.03 11.03.12	24.04.98	21
	Прилёт пуночки	01.04	20.03.08	11.04.96	20
ФЕНОЛОГИЧЕСКАЯ ВЕСНА					
Перовесенье	Переход максимальных температур выше 0°C	08.04	10.03.07	29.04.97	20
	Первая встреча медведя	14.04	14.03.14	03.05.11	13
	Первые проталины на р. Паз	16.04	09.03.14	14.05.00	15
	Появление на снегу веснянок	16.04	09.03.12	17.05.98	16
	Прилёт сизой чайки	23.04	17.03.03	11.05.05	15
	Переход среднесуточных температур выше 0°C	24.04	02.04.94	19.05.96	20
	Появление воды поверх льда на озерах	24.04	09.03.14	26.05.95	16
	«Барашки» на иве козьей	27.04	25.03.00	22.05.96	19
	Прилёт юрков	29.04	07.04.04	27.05.09	15

1	2	3	4	5	6
Пёстрая весна	Снегом покрыто ½ поверхности земли	02.05	18.04.02 18.04.03	20.05.95	19
	Прилёт гусей	02.05	09.04.03	24.05.04	14
	Первая встреча го голя	03.05	10.04.02	28.05.08	14
	Прилёт журавлей	03.05	18.04.99	31.05.04	17
	Пробуждение муравейников	03.05	14.04.94	04.06.96	21
	Появление комаров	07.05	21.04.07	23.05.05	13
	Песня дрозда-белобровика	09.05	23.04.99	17.05.09	14
	Сокодвижение у берёзы пушистой	11.05	23.04.06	22.05.95	14
	Первое появление бабочек	12.05	21.04.11	17.06.09	16
	Оттаивание почвы на 10-12 см	13.05	10.04.03	09.06.96	11
	Вскрытие оз. Каскамаярви	14.05	25.04.09	27.05.08	13
	Полный сход снега на открытых участках	14.05	28.04.14	09.06.96	19
	Последний снежный покров в лесу	15.05	02.05.02	25.05.08	12
	Прилёт белой трясогузки	15.05	30.04.06	12.06.02	14

1	2	3	4	5	6
Оживление весны (голая весна)	Начало урчания травяной лягушки	16.05	07.05.06 07.05.12	28.05.01	13
	Появление первых пчёл	16.06	26.04.06	24.05.09	5
	Начало цветения мать-и-мачехи	18.05	30.04.04	09.06.99	16
	Начало цветения пушицы влагилицной	18.05	30.04.11	14.06.99	19
	Начало цветения вороники	20.05	04.05.06	10.06.96	21
	Переход минимальных температур выше 0°C	20.05	20.04.98	25.05.08	20
	Появление шмелей	20.05	24.04.04	20.06.98	21
	Очищение р. Паз ото льда	20.05	14.05.01	26.05.07	8
	Появление лягушачьей икры	21.05	07.05.06	02.06.08	8
	Начало цветения ольхи серой	21.05	12.05.02	30.05.04	13
	Начало цветения ивы козьей	21.05	05.05.06	20.06.98	20
	Гоголь – кладка яиц	22.05	01.05.93	26.06.08	17
	Очищение оз. Каскамаярви ото льда	23.05	17.05.06	04.06.05	10
	Прилёт ласточек	24.05	01.05.01	18.06.02	19
	Последнее выпадение снега	25.05	01.05.93	16.06.96	21
	Начало развёртывания почек у черёмухи	25.05	02.05.02	13.06.09	16
	Белка в летнем меху	26.05	03.05.11	28.06.06	14

1	2	3	4	5	6
Зелёная весна	Зеленение берёзы пушистой	27.05	08.05.06	10.06.99	22
	Прилёт варакушки	29.05	14.05.10	22.06.09	15
	Первое кукование кукушки	29.05	21.05.96	11.06.09	20
	Последний заморозок на почве	31.05	11.05.13	09.06.08	18
	Начало посадки картофеля	01.06	20.05.03	15.06.01	18
	Начало цветения берёзы пушистой	03.06	11.05.03	21.06.96	21
	Заяц в летнем меху	05.06	06.05.09	30.06.05	17
	Начало цветения морошки	07.06	24.05.13	20.06.98	21
	Появление мошки	10.06	18.04.03	29.07.11	19
	Начало цветения подбела многолистного	10.06	28.05.13	26.06.96	21
	Начало цветения черники	10.06	31.05.13	25.06.93	22
	Начало цветения одуванчика лекарственного	10.06	14.05.11	26.06.98	18
	Первая гроза	11.06	04.05.02	16.07.94	19
	Первая встреча ящерицы живородящей	11.06	19.05.13	29.07.03	13
Начало цветения черёмухи птичьей	12.06	31.05.11	25.06.93	21	

1	2	3	4	5	6
ФЕНОЛОГИЧЕСКОЕ ЛЕТО					
Перволетье	Переход среднесуточных температур выше 10°C	14.06	17.05.13	03.07.96	20
	Массовый вылет комаров	14.06	13.05.13	02.07.96	18
	Начало цветения купальницы европейской	15.06	31.05.13	28.06.98	21
	Первые всходы картофеля	17.06	10.06.02	01.07.98	12
	Первые сморчки	18.06	04.06.10	09.07.96	16
	Начало цветения багульника болотного	18.06	28.05.13	04.07.93	22
	Начало цветения герани лесной	21.06	01.06.13	06.07.98	20
	Начало цветения дёрена шведского	22.06	02.06.11	04.07.98	21
	Начало цветения брусники	23.06	07.06.03 07.06.03	15.07.93	22
Полное лето	Массовый вылет мошки	23.06	22.06.06	01.07.08	7
	Начало «пыления» сосны обыкновенной	24.06	31.05.13	18.07.93	21
	Первый выводок гоголей	24.06	06.06.97	28.07.93	14
	Начало цветения вахты трёхлистной	25.06	05.06.11	10.07.98	19
	Появление слепней	26.06	12.06.99	25.07.96	13
	Начало цветения рябины	26.06	05.06.13	13.07.96	22
	Начало рассеивания семян ивы козьей	29.06	06.06.04	18.07.97	15
	Первый берёзовик	03.07	08.06.08	18.08.14	18
	Начало цветения линнеи северной	03.07	10.06.13	21.07.96	20
	Начало цветения тысячелистника обыкновенного	05.07	14.06.03	22.07.96	22
Первый осиновик	06.07	20.06.95	28.07.93	22	

1	2	3	4	5	6
Спад лета	Начало цветения иван-чая узколистного	11.07	25.06.13	24.07.96	21
	Начало цветения золотарника обыкновенного	12.07	25.06.13	27.07.96	17
	Максимальный прогрев воздуха	15.07	31.05.13	08.08.96 08.08.06	20
	Начало поспевания морошки	17.07	03.07.12	06.08.96	21
	Появление первых сыроежек	18.07	30.06.12	18.08.14	9
	Поспевание первых ягод вороники	23.07	28.06.03	03.08.07	21
	Появление белых грибов	26.07	25.06.09	30.08.04	16
	Начало созревания семян берёзы пушистой	27.07	24.06.02	25.08.97	11
	Начало созревания ягод черники	27.07	09.07.03	09.08.06	21
	Начало цветения вереска	29.07	10.07.12	30.08.00	20
	Появление волнушек розовых	30.07	10.07.12	26.08.14	19
	Появление моховиков жёлто-бурых	30.07	03.07.12	24.08.14	20
ФЕНОЛОГИЧЕСКАЯ ОСЕНЬ					
Первоосень	Первые «жёлтые флаги» на берёзах	06.08	20.07.12 20.07.13	17.08.95 17.08.09	21
	Покраснение плодов дёрена шведского	07.08	09.07.13	28.08.96	19
	Появление красных мухоморов	08.08	25.07.13	24.08.04	17
	Появление груздей белых	09.08	25.07.95	20.08.96	16
	Первая холодная роса	11.08	17.07.95	29.08.10	14
	Первые осенние строчки	17.08	11.06.14	17.09.97	11
	Начало рассеивания семян иван-чая узколистного	18.08	26.07.03	06.09.96	17
	Начало созревания брусники	22.08	18.07.03	15.09.96	20
	Начало листопада у берёз	23.08	05.08.13	14.09.03	19
	Начало созревания рябины	27.08	13.07.03	19.09.08	15
	Первый заморозок	30.08	05.08.08	23.09.01	20
Переход среднесуточных температур ниже 10°C	31.08	09.08.98	22.09.13	20	

1	2	3	4	5	6
Золотая осень	Массовое пожелтение берёз	02.09	18.08.00	23.09.97	20
	Первый иней на почве	10.09	04.08.02	12.10.10	19
	Уборка картофеля населением	11.09	04.09.03	19.09.97	16
	Рассеивание спор плауна годичного	11.09	24.08.01	28.09.95	11
Глубокая осень	Пролёт гусей	03.10	21.09.96	28.10.00	6
	Массовый листопад	04.10	01.09.11	29.09.94	20
Предзимье	Первый снегопад	07.10	20.09.06	01.11.11	14
	Переход минимальных температур ниже 0°C	09.10	14.09.93	29.10.07	20
	Первые забереги на озерах	10.10	05.11.99	16.09.00	15
	Первая куропатка в зимнем наряде	10.10	03.09.14	30.10.03	6

Appendix 2b

**NATURE'S CALENDAR of the Pasvik Strict Nature Reserve, 1993-2014
(based on year-round nature observations)**

Published in:

Makarova O. A., Polikarpova N. V. Nature's calendar of the Pasvik Strict Nature Reserve: analysis of a 20-year period // Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 115-летию со дня рождения выдающегося советского фенолога В. А. Батманова (17-18 декабря 2015 г., УрГПУ, Екатеринбург). Екатеринбург, 2015. P. 139-154. (in Russian)

Phenological period, stage	Principal seasonal processes and temperature characteristics	Date			No of observations
		multi-annual mean	the earliest	the latest	
1	2	3	4	5	6
PHENOLOGICAL WINTER					
Early winter	Mean daily temperature falling below 0°C	19.10	03.10.09	15.11.97	20
	Squirrel in winter pelage	21.10	08.10.08	22.11.93	13
	Ice formation on the Paz River	22.10	28.10.01	04.12.09	6
	Steady snow cover established	25.10	07.10.93 07.10.09	02.12.00	21
	First freeze-up of the Paz River	30.10	05.10.01	05.11.09	7
	Last swan sighting	30.10	23.09.14	22.12.11	12
	Max temperature falling below 0°C	01.11	13.10.92	26.11.12	20
Deep winter	Mean daily temperature falling below -5°C	09.11	14.10.92	01.12.06	20
	Ice formation on Lake Kaskamajärvi	11.11	01.11.02	04.12.09	5
	Sledding (snow deeper than 10 cm)	12.11	22.10.93	29.12.00	14
	Air and soil chilled to maximum	08.02	30.12.96	16.03.13	20

1	2	3	4	5	6
Prevernal time (snow-covered spring)	Great Tits' first songs	23.02	02.02.06	31.03.98	20
	Thaws become regular	28.03	09.02.03	23.04.01	19
	Thawed patches at tree trunks	28.03	19.02.03	24.04.97	20
	Swans arrive	30.03	11.03.03 11.03.12	24.04.98	21
	Snow Buntings arrive	01.04	20.03.08	11.04.96	20
PHENOLOGICAL SPRING					
Early spring	Max temperature rising above 0°C	08.04	10.03.07	29.04.97	20
	First bear sighting	14.04	14.03.14	03.05.11	13
	First thawing holes on the Paz River	16.04	09.03.14	14.05.00	15
	Stoneflies appear on snow	16.04	09.03.12	17.05.98	16
	Mew Gulls arrive	23.04	17.03.03	11.05.05	15
	Mean daily temperature rising above 0°C	24.04	02.04.94	19.05.96	20
	Water appears over ice on lakes	24.04	09.03.14	26.05.95	16
	'Pussy' willow	27.04	25.03.00	22.05.96	19
	Bramblings arrive	29.04	07.04.04	27.05.09	15

1	2	3	4	5	6
Patchy spring	Snow covers ½ of ground surface area	02.05	18.04.02 18.04.03	20.05.95	19
	Geese arrive	02.05	09.04.03	24.05.04	14
	First Goldeneye sighting	03.05	10.04.02	28.05.08	14
	Cranes arrive	03.05	18.04.99	31.05.04	17
	Ant hills become active	03.05	14.04.94	04.06.96	21
	Mosquitoes appear	07.05	21.04.07	23.05.05	13
	Redwings sing	09.05	23.04.99	17.05.09	14
	Sap flow in downy birch	11.05	23.04.06	22.05.95	14
	First butterflies appear	12.05	21.04.11	17.06.09	16
	Soil thawed down to 10-12 cm	13.05	10.04.03	09.06.96	11
	Break-up of Lake Kaskamajärvi	14.05	25.04.09	27.05.08	13
	Open sites completely free of snow	14.05	28.04.14	09.06.96	19
	Remnant snow cover in the woods	15.05	02.05.02	25.05.08	12
	White wagtails arrive	15.05	30.04.06	12.06.02	14

1	2	3	4	5	6
Spring revival (bare spring)	Common frogs start croaking	16.05	07.05.06 07.05.12	28.05.01	13
	First bees appear	16.06	26.04.06	24.05.09	5
	Coltsfoot begins flowering	18.05	30.04.04	09.06.99	16
	Hare's-tail (tussock) cottongrass begins flowering	18.05	30.04.11	14.06.99	19
	Crowberry begins flowering	20.05	04.05.06	10.06.96	21
	Min temperature rises above 0°C	20.05	20.04.98	25.05.08	20
	Bumblebees appear	20.05	24.04.04	20.06.98	21
	Paz River is released of ice	20.05	14.05.01	26.05.07	8
	Frog eggs appear	21.05	07.05.06	02.06.08	8
	Grey alder begins flowering	21.05	12.05.02	30.05.04	13
	Goat willow begins flowering	21.05	05.05.06	20.06.98	20
	Goldeneye – egg clutches	22.05	01.05.93	26.06.08	17
	Lake Kaskamajärvi is released of ice	23.05	17.05.06	04.06.05	10
	Swallows arrive	24.05	01.05.01	18.06.02	19
	Last snow fall	25.05	01.05.93	16.06.96	21
	Buds begin expanding in bird cherry	25.05	02.05.02	13.06.09	16
	Squirrel in summer pelage	26.05	03.05.11	28.06.06	14

1	2	3	4	5	6
Green spring	Leaves begin to unfold on downy birch	27.05	08.05.06	10.06.99	22
	Bluethroats arrive	29.05	14.05.10	22.06.09	15
	First cuckoo's calls	29.05	21.05.96	11.06.09	20
	Last ground frost	31.05	11.05.13	09.06.08	18
	People begin planting potato	01.06	20.05.03	15.06.01	18
	Downy birch begins flowering	03.06	11.05.03	21.06.96	21
	Hare in summer pelage	05.06	06.05.09	30.06.05	17
	Cloudberry begins flowering	07.06	24.05.13	20.06.98	21
	First gnats appear	10.06	18.04.03	29.07.11	19
	Bog rosemary begins flowering	10.06	28.05.13	26.06.96	21
	Bilberry begins flowering	10.06	31.05.13	25.06.93	22
	Common dandelion begins flowering	10.06	14.05.11	26.06.98	18
	First thunderstorm	11.06	04.05.02	16.07.94	19
	First sighting of common lizard	11.06	19.05.13	29.07.03	13
	Bird cherry begins flowering	12.06	31.05.11	25.06.93	21

1	2	3	4	5	6
PHENOLOGICAL SUMMER					
Early summer	Mean daily temperature rises above 10°C	14.06	17.05.13	03.07.96	20
	Massive emergence of mosquitoes	14.06	13.05.13	02.07.96	18
	Globeflower begins flowering	15.06	31.05.13	28.06.98	21
	First potato sprouts visible	17.06	10.06.02	01.07.98	12
	First true morels appear	18.06	04.06.10	09.07.96	16
	Labrador tea begins flowering	18.06	28.05.13	04.07.93	22
	Wood cranesbill begins flowering	21.06	01.06.13	06.07.98	20
	Dwarf cornel begins flowering	22.06	02.06.11	04.07.98	21
	Cowberry begins flowering	23.06	07.06.03 07.06.03	15.07.93	22
Peak summer	Massive emergence of gnats	23.06	22.06.06	01.07.08	7
	Anthesis begins in pine	24.06	31.05.13	18.07.93	21
	First Goldeneye's brood	24.06	06.06.97	28.07.93	14
	Bog bean begins flowering	25.06	05.06.11	10.07.98	19
	Horseflies appear	26.06	12.06.99	25.07.96	13
	Rowan begins flowering	26.06	05.06.13	13.07.96	22
	Seed dispersal begins in goat willow	29.06	06.06.04	18.07.97	15
	First brown birch bolete found	03.07	08.06.08	18.08.14	18
	Twinflower begins flowering	03.07	10.06.13	21.07.96	20
	Yarrow begins flowering	05.07	14.06.03	22.07.96	22
First orange birch bolete found	06.07	20.06.95	28.07.93	22	

1	2	3	4	5	6
Declining summer	Rosebay willowherb begins flowering	11.07	25.06.13	24.07.96	21
	Goldenrod begins flowering	12.07	25.06.13	27.07.96	17
	Air warmed up to a maximum	15.07	31.05.13	08.08.96 08.08.06	20
	Cloudberry begins ripening	17.07	03.07.12	06.08.96	21
	First brittlegills appear	18.07	30.06.12	18.08.14	9
	First ripe crowberries	23.07	28.06.03	03.08.07	21
	King boletes appear	26.07	25.06.09	30.08.04	16
	Seed maturation begins in downy birch	27.07	24.06.02	25.08.97	11
	Bilberry begins ripening	27.07	09.07.03	09.08.06	21
	Heather begins flowering	29.07	10.07.12	30.08.00	20
	Wooly milkcaps appear	30.07	10.07.12	26.08.14	19
	Velvet boletes appear	30.07	03.07.12	24.08.14	20
PHENOLOGICAL AUTUMN					
Early autumn	First 'yellow flags' on birch	06.08	20.07.12 20.07.13	17.08.95 17.08.09	21
	Dwarf cornel's fruits turn red	07.08	09.07.13	28.08.96	19
	Fly agarics appear	08.08	25.07.13	24.08.04	17
	Rollrim milkcaps appear	09.08	25.07.95	20.08.96	16
	First 'cold' dew	11.08	17.07.95	29.08.10	14
	First hooded false morels appear	17.08	11.06.14	17.09.97	11
	Seed dispersal begins in rosebay willowherb	18.08	26.07.03	06.09.96	17
	First ripe cowberries	22.08	18.07.03	15.09.96	20
	Leaf fall begins in birch	23.08	05.08.13	14.09.03	19
	Rowan begins ripening	27.08	13.07.03	19.09.08	15
	First frost	30.08	05.08.08	23.09.01	20
Mean daily temperature falling below 10°C	31.08	09.08.98	22.09.13	20	

Golden autumn	>50% yellowing of birch trees	02.09	18.08.00	23.09.97	20
	First hoar frost on the ground	10.09	04.08.02	12.10.10	19
	Potato harvesting	11.09	04.09.03	19.09.97	16
	Stiff clubmoss spore dispersal	11.09	24.08.01	28.09.95	11
Deep autumn	Migrating geese	03.10	21.09.96	28.10.00	6
	Peak leaf fall	04.10	01.09.11	29.09.94	20
Pre-winter time	First snow fall	07.10	20.09.06	01.11.11	14
	Min temperature falling below 0°C	09.10	14.09.93	29.10.07	20
	Border ice appears on lakes	10.10	05.11.99	16.09.00	15
	First willow ptarmigan in winter plumage	10.10	03.09.14	30.10.03	6

Приложение 3
Appendix 3

Международный номер дня
(По юлианскому календарю, с 1 января)
International day numbering
(Julian calendar, starting January 1st of a year)

Январь – January										
1/1	2/2	3/3	4/4	5/5	6/6	7/7	8/8	9/9	10/10	11/11
12/12	13/13	14/14	15/15	16/16	17/17	18/18	19/19	20/20	21/21	22/22
23/23	24/24	25/25	26/26	27/27	28/28	29/29	30/30	31/31		
Февраль – February										
1/32	2/33	3/34	4/35	5/36	6/37	7/38	8/39	9/40	10/41	11/42
12/43	13/44	14/45	15/46	16/47	17/48	18/49	19/50	20/51	21/52	22/53
23/54	24/55	25/56	26/57	27/58	28/59					
Март – March										
1/60	2/61	3/62	4/63	5/64	6/65	7/66	8/67	9/68	10/69	11/70
12/71	13/72	14/73	15/74	16/75	17/76	18/77	19/78	20/79	21/80	22/81
23/82	24/83	25/84	26/85	27/86	28/87	29/88	30/89	31/90		
Апрель – April										
1/91	2/92	3/93	4/94	5/95	6/96	7/97	8/98	9/99	10/100	11/101
12/102	13/103	14/104	15/105	16/106	17/107	18/108	19/109	20/110	21/111	22/112
23/113	24/114	25/115	26/116	27/117	28/118	29/119	30/120			
Май – May										
1/121	2/122	3/123	4/124	5/125	6/126	7/127	8/128	9/129	10/130	11/131
12/132	13/133	14/134	15/135	16/136	17/137	18/138	19/139	20/140	21/141	22/142
23/143	24/144	25/145	26/146	27/147	28/148	29/149	30/150	31/151		
Июнь – June										
1/152	2/153	3/154	4/155	5/156	6/157	7/158	8/159	9/160	10/161	11/162
12/163	13/164	14/165	15/166	16/167	17/168	18/169	19/170	20/171	21/172	22/173
23/174	24/175	25/176	26/177	27/178	28/179	29/180	30/181			
Июль – July										
1/182	2/183	3/184	4/185	5/186	6/187	7/188	8/189	9/190	10/191	11/192
12/193	13/194	14/195	15/196	16/197	17/198	18/199	19/200	20/201	21/202	22/203
23/204	24/205	25/206	26/207	27/208	28/209	29/210	30/211	31/212		
Август – August										
1/213	2/214	3/215	4/216	5/217	6/218	7/219	8/220	9/221	10/222	11/223
12/224	13/225	14/226	15/227	16/228	17/229	18/230	19/231	20/232	21/233	22/234
23/235	24/236	25/237	26/238	27/239	28/240	29/241	30/242	31/243		
Сентябрь – September										
1/244	2/245	3/246	4/247	5/248	6/249	7/250	8/251	9/252	10/253	11/254

Приложение 4
Appendix 4

Номер дня по шкале Г.Н. Зайцева
(Российская система регистрации, с 1 марта)
Day numbering on G. N. Zaitsev's scale
(Russian recording system, starting March 1st of a year)

Так же, как и международный номер дня, используется для расчета ежегодных и средних многолетних дат в фенологии.

Исключает риск пропуска 29 февраля в високосный год. Требуется отдельного подхода при расчете средних многолетних дат на границе февраля – марта.

Similarly to international day numbers, used to calculate annual and mean multi-annual dates in phenology.

Eliminates the risk of missing February 29th on a leap year. A special approach is required to calculate mean multi-annual dates at the February to March transition.

Март March	Апрель April	Май May	Июнь June	Июль July	Август August	Сентябрь September	Октябрь October	Ноябрь November	Декабрь December	Январь January	Февраль February												
1	1	1	32	1	62	1	93	1	123	1	154	1	185	1	215	1	246	1	276	1	307	1	338
2	2	2	33	2	63	2	94	2	124	2	155	2	186	2	216	2	247	2	277	2	308	2	339
3	3	3	34	3	64	3	95	3	125	3	156	3	187	3	217	3	248	3	278	3	309	3	340
4	4	4	35	4	65	4	96	4	126	4	157	4	188	4	218	4	249	4	279	4	310	4	341
5	5	5	36	5	66	5	97	5	127	5	158	5	189	5	219	5	250	5	280	5	311	5	342
6	6	6	37	6	67	6	98	6	128	6	159	6	190	6	220	6	251	6	281	6	312	6	343
7	7	7	38	7	68	7	99	7	129	7	160	7	191	7	221	7	252	7	282	7	313	7	344
8	8	8	39	8	69	8	100	8	130	8	161	8	192	8	222	8	253	8	283	8	314	8	345
9	9	9	40	9	70	9	101	9	131	9	162	9	193	9	223	9	254	9	284	9	315	9	346
10	10	10	41	10	71	10	102	10	132	10	163	10	194	10	224	10	255	10	285	10	316	10	347
11	11	11	42	11	72	11	103	11	133	11	164	11	195	11	225	11	256	11	286	11	317	11	348
12	12	12	43	12	73	12	104	12	134	12	165	12	196	12	226	12	257	12	287	12	318	12	349
13	13	13	44	13	74	13	105	13	135	13	166	13	197	13	227	13	258	13	288	13	319	13	350
14	14	14	45	14	75	14	106	14	136	14	167	14	198	14	228	14	259	14	289	14	320	14	351
15	15	15	46	15	76	15	107	15	137	15	168	15	199	15	229	15	260	15	290	15	321	15	352
16	16	16	47	16	77	16	108	16	138	16	169	16	200	16	230	16	261	16	291	16	322	16	353
17	17	17	48	17	78	17	109	17	139	17	170	17	201	17	231	17	262	17	292	17	323	17	354
18	18	18	49	18	79	18	110	18	140	18	171	18	202	18	232	18	263	18	293	18	324	18	355
19	19	19	50	19	80	19	111	19	141	19	172	19	203	19	233	19	264	19	294	19	325	19	356
20	20	20	51	20	81	20	112	20	142	20	173	20	204	20	234	20	265	20	295	20	326	20	357
21	21	21	52	21	82	21	113	21	143	21	174	21	205	21	235	21	266	21	296	21	327	21	358
22	22	22	53	22	83	22	114	22	144	22	175	22	206	22	236	22	267	22	297	22	328	22	359
23	23	23	54	23	84	23	115	23	145	23	176	23	207	23	237	23	268	23	298	23	329	23	360
24	24	24	55	24	85	24	116	24	146	24	177	24	208	24	238	24	269	24	299	24	330	24	361
25	25	25	56	25	86	25	117	25	147	25	178	25	209	25	239	25	270	25	300	25	331	25	362
26	26	26	57	26	87	26	118	26	148	26	179	26	210	26	240	26	271	26	301	26	332	26	363
27	27	27	58	27	88	27	119	27	149	27	180	27	211	27	241	27	272	27	302	27	333	27	364
28	28	28	59	28	89	28	120	28	150	28	181	28	212	28	242	28	273	28	303	28	334	28	365
29	29	29	60	29	90	29	121	29	151	29	182	29	213	29	243	29	274	29	304	29	335	29	366
30	30	30	61	30	91	30	122	30	152	30	183	30	214	30	244	30	275	30	305	30	336		
31	31		31	92			31	153	31	184			31	245			31	306	31	337			

Примечание: № – номер дня. Note: № – day number.

Примечание: номера фенофаз

- 1 – начало роста, начало распускания почек
- 2 – начало развёртывания листьев, «зеленение»
- 3 – появление полного листа
- 4 – начало бутонизации, «барашки» на иве козьей
- 5 – начало цветения
- 6 – массовое цветение
- 7 – начало отцветания
- 8 – массовое отцветание
- 9 – полное отцветание
- 10a – начало образования плодов /соплодий,
- 10b – начало созревания плодов, рассеивание семян
- 11 – массовое созревание плодов, массовое рассеивание семян
- 12 – начало изменения окраски листьев
- 13 – массовое изменение окраски листьев
- 14 – начало листопада, начало отмирания трав
- 15 – массовое опадение листьев
- 16 – полное окончание листопада, отмирание наземной части (у трав)
- X – для данного вида фаза не наблюдается

Note: phenophase numbers

- 1 – bud burst; sprouting in herbaceous plants
- 2 – beginning of leaf unfolding, leaf emergence
- 3 – leaf-out, full leaf
- 4 – beginning of flower bud development, 'pussy' willow
- 5 – flowering onset
- 6 – full flowering
- 7 – flower wilting onset
- 8 – flowering finishing
- 9 – flowering over
- 10a – beginning of fruit/infructescence formation,
- 10b – beginning of fruit ripening, seed dispersal
- 11 – peak of fruit ripening, peak of seed spread
- 12 – beginning of leaf coloration
- 13 – full leaf coloration
- 14 – beginning of leaf fall, senescence in herbaceous plants
- 15 – peak leaf fall
- 16 – end of leaf fall, total die-back to the ground
- X – the phase is not observed in the given species

Приложение 6а

**Шкалы глазомерной оценки цветения и плодоношения растений
(по: Филонов, Нухимовская, 1985;
<http://fenolog.rgo.ru>)**

Оценку цветения и плодоношения растений производят во время *массового цветения* или *массового плодоношения*. Оценку урожая хвойных пород проводят поздней осенью по числу шишек с семенами, созревшими в текущем году (старые пустые шишки легко отличаются от свежих более тёмным цветом и отогнутыми чешуями).

Для проведения оценки урожаев шишек, плодов и семян древесных и кустарниковых пород предлагается следующая шкала (по В. Г. Каннеру):

0 – полный неурожай; шишек, плодов и семян нет.

1 – плохой урожай; шишки, плоды или семена имеются в очень небольшом количестве на единично стоящих и растущих по опушкам леса деревьям; в ничтожном количестве встречаются на растениях в глубине леса.

2 – слабый урожай; равномерное и удовлетворительное плодоношение на единично стоящих и растущих по опушкам деревьев и незначительное в глубине леса.

3 – средний урожай; значительное плодоношение у отдельно стоящих и растущих по опушкам деревьев и удовлетворительное у деревьев в глубине леса.

4 – хороший урожай; обильное плодоношение у опушечных и одиночно стоящих деревьев и хорошее в глубине леса.

5 – очень хороший урожай; обильное плодоношение повсеместно.

Плодоношение грибов идет с перерывами. Первый период плодоношения (слой), наблюдаемый в начале лета, обычно непродолжительный и малоурожайный. Второй слой чаще всего наблюдается в июле. Самый продолжительный и урожайный, третий, слой бывает обычно в августе–сентябре. При фенологических наблюдениях за грибами надо отмечать дату первой встречи того

или иного вида, а для периода массового роста грибов – даты и количественную оценку урожая.

Шкала глазомерной оценки урожая грибов (по Н. Н. Галахову):

- 1 – неурожай; грибов нет.
- 2 – плохой урожай; грибов очень мало, они встречаются только в благоприятных местообитаниях.
- 3 – средний урожай; грибы встречаются в небольшом количестве повсюду.
- 4 – хороший урожай; грибы встречаются в большом количестве, наблюдаются повторные слои грибов.
- 5 – обильный урожай; большой и продолжительный сбор грибов; их массовое появление отмечается неоднократно.

Шкала глазомерной оценки плодоношения ягодников (по А. Н. Формозову):

- 0 – ягод нет.
- 1 – очень плохой урожай; единичные ягоды встречаются у небольшого количества растений.
- 2 – слабый урожай; единичные ягоды и небольшие группы растений с ягодами; подавляющее число участков ягод не имеет.
- 3 – средний урожай; местами ягод значительное количество, но на большинстве участков единичные ягоды или их нет.
- 4 – хороший урожай; участки с большим количеством ягод занимают не менее 50% встречающихся площадей ягодников.
- 5 – очень хороший урожай; повсеместное обильное плодоношение, участки со слабыми урожаями редки или отсутствуют.

Appendix 6b

**Visual plant flowering and ripening assessment scales
(after Filonov and Nukhimovskaya, 1985;
<http://fenolog.rgo.ru>)**

Flowering and fruiting in plants are assessed during *full flowering* or *peak fruiting*. The yield in conifers is assessed late in autumn based on the number of cones with seeds that have matured in the current year (old seedless cones are easily distinguishable from fresh ones by darker color and deflected scales).

The following scale for assessing the yield of cones, fruits and seeds in trees and shrubs is suggested (after V. G. Kapper):

- 0 – failure; no cones, fruits or seeds.
- 1 – poor yield; scant cones, fruits or seeds on isolated trees and along forest margins; negligible amounts on trees inside the woods.
- 2 – low yield; evenly distributed and satisfactory fruiting on isolated trees and along forest margins, and minor fruiting inside the woods.
- 3 – average yield; substantial fruiting on isolated trees and along forest margins, and satisfactory fruiting inside the woods.
- 4 – high yield; abundant fruiting on isolated trees and along forest margins, and high fruiting inside the woods.
- 5 – very high yield; abundant fruiting throughout.

Mushroom fruiting is an intermittent process. The first, early summer, fruiting period (layer) is usually short and yields little. The second layer is most often observed in July. The longest and most fruitful third layer is usually timed to August–September. When monitoring the phenology of mushrooms one should record the date of first sighting of a species, and for the peak mushroom growth period the dates and quantitative estimates of the yield should be recorded.

Visual yield assessment scale for mushrooms (after N. N. Galakhov):

- 1 – failure; no mushrooms.
- 2 – poor yield; very few mushrooms, found only in favourable habitats.

3 – average yield; minor amounts of mushrooms occur throughout.

4 – high yield; mushrooms grow in substantial amounts, repeated layers are observed.

5 – abundant yield; high and prolonged mushroom harvest; abundant emergence is observed repeatedly.

Visual yield assessment scale for berries (after A.N. Formozov):

0 – no berries.

1 – very poor yield; few berries on few plants.

2 – low yield; few berries and small clusters of plants with berries; berries absent in a vast majority of sites.

3 – average yield; berries locally in substantial amounts, but in most sites berries are few or absent.

4 – high yield; sites with substantial amounts of berries occupy at least 50% of known berry habitats.

5 – very high yield; abundant fruiting throughout, low-yield sites rare or absent.

Приложение 7а

Словарь терминов

Аспект – общий внешний сезонный облик природного комплекса. Зависит от времени года, фазы развития основных преобладающих (доминирующих) видов растений.

Бутон – цветочная почка растения, нераспустившийся околоцветник. Внутри имеет сформированные генеративные (репродуктивные) органы растения.

Вегетативная почка – почка, из которой развиваются *вегетативные органы*.

Вегетативные органы растения – большинство высших растений имеют расчленение на вегетативные органы *корень, побег* (состоит из стебля и листьев).

Генеративная (репродуктивная) почка – почка, из которой развиваются *генеративные (репродуктивные) органы*.

Генеративные (репродуктивные) органы растения – органы растения, необходимые для размножения: *цветки, плоды и семена*.

Голосеменные растения – отличаются от *покрытосеменных растений* тем, что их семяпочки (а затем и семена) не имеют замкнутого вместилища (потому называются «голыми»). Завязь представлена в виде чешуи, на которой сидит одна или несколько семяпочек. Листья у большинства видов жесткие в виде хвои, не опадают в неблагоприятное время года. Органами размножения служат мужские и женские шишки. Около 1100 видов, в основном класс Хвойных (сосна, ель и др.). *Жизненная форма* – деревья.

Двудомные растения – имеют женские и мужские *цветки* на разных особях (экземплярах) растения, «в двух домах» (ива, осина).

Двулетние растения – в первый год из *семян* развивается вегетативная часть растения, на второй год вырастает цветоносный *побег*. После плодоношения растение отмирает. *Однолетние* и *двулетние* растения, как правило – *травы*.

Дерево – *жизненная форма растения*; многолетнее растение с развитым одревесневшим стволом, который может быть разветвленным либо неветвящимся, высотой от 2-5 м и более (сосна, ель, берёза, осина).

Жизненная форма растения – внешняя форма растения (габитус), связанная с особенностями его эволюционного и сезонного развития и структурой отдельных органов. Жизненная форма образуется как приспособление растения к определенным природно-климатическим условиям. Различают следующие основные типы жизненных форм: *дерево, кустарник, кустарничек, полукустарничек, трава*.

Завязь – нижняя расширенная часть пестика, в которой происходит оплодотворение клеток и из которой формируется плод с семенами.

Корень – осевой *вегетативный орган растения*, никогда не несущий листьев, как правило подземный. Корневая система бывает стержневой (имеет хорошо выраженный главный корень), мочковатой (не имеет четко выраженного главного корня, состоит из множества корней) и смешанного типа.

Кустарник – *жизненная форма растения; многолетнее растение* со множеством одревесневших побегов, но в отличие от *дерева*, имеет несколько стволов и начинает ветвиться от земли (ива, рябина, черёмуха). По высоте кустарники делятся на высокие (выше 2,5 м), средние (1–1,25 м) и низкие (до 1,0 м).

Кустарничек – *жизненная форма растения; многолетнее растение*, сходно с кустарником, но низкоросло. Обычно не выше 50 см, чаще 10–30 см (брусника, черника, багульник, подбел). Кустарнички – доминанты тундровой растительности и напочвенного покрова северо-таёжных лесов, лесотундровых криволесий, горно-тундрового и подгольцового поясов гор.

Монокарпик – растение, цветущее и дающее плод один раз в жизни. Большинство – однолетники, двулетники.

Многолетние растения – достигнув определённого возраста, эти растения могут цвести и плодоносить каждый год. Бывают в виде *трав, кустарничков, кустарников и деревьев*.

Однодомные растения – развивающие однополые *цветки* на одной и той же особи, «в одном доме». Чаще у ветроопыляемых растений (берёза, ольха, сосна, ель).

Однолетние растения – живут один год, за это время вырастают из *семян*, зацветают, плодоносят и отмирают.

Околоцветник – часть цветка, окружающая и защищающая тычинки и пестики. Бывает простым (только лепестки или чашелистики) или двойным (чашечка и венчик).

Пестик – женский элемент *цветка*, состоит из завязи, столбика и рыльца. Рыльце принимает пыльцу, завязь оплодотворяется и на месте пестика по окончании цветения формируется плод (соплодие) с семенами.

Плодоношение – процесс формирования и созревания плодов растений.

Побег – основной орган высшего растения. Различают вегетативные побеги (*стебель* с листьями и почками) и генеративные (*цветки, соцветия*).

Покрытосеменные (цветковые) растения – отличаются от *голосеменных* тем, что имеют *цветок* – орган полового размножения и замкнутоеместилище семяпочки (а затем и семени, которое из неё развивается). Преобладают в растительном покрове, более 270 тыс. видов. Делятся на 2 класса – Однодольные и Двудольные растения. У Однодольных *жизненная форма* в виде *трав*, реже древовидная; их около 67 семейств (лилейные, злаковые и др.). Двудольных огромное разнообразие, более 350 семейств, около 175 тыс. видов; *жизненные формы* у двудольных растений – *деревья, кустарники, травы*.

Полукустарничек – *жизненная форма растения; промежуточная форма между кустарничками и травами*. У таких растений нижние части *побегов* одревесневают, верхние – отмирают (грушанки). В благоприятные зимы *стебли* полностью не отмирают, продолжают рост и на следующий год. В суровых климатических условиях такие растения подвергаются риску обмерзания *побегов*.

Почка – зачаточный *побег*. По строению различают вегетативные почки (имеют зачаточную ось – стебель, которая заканчивается конусом нарастания, и зачаточные листья) и генеративные (цветочные) почки (образуют зачатки *цветка* или соцветия).

Пыльник – часть тычинки цветка растения, содержащая пыльцу.

Пыльца – пыльцевые зёрна с мужскими половыми клетками растения.

Рыльце – часть пестика цветка растения, принимающая пыльцу в процессе опыления.

Сезонное явление – внешнее проявление определённого этапа сезонной динамики природного объекта. Как зафиксированный момент сезонного состояния объекта фенологическое явление отмечается только одной календарной датой.

Семеношение – процесс формирования и созревания семян. То же, что и плодоношение, термин применяется у растений с сухими плодами (ель, сосна, берёза, герань).

Стебель – *вегетативный орган*, соединяющий корень и листья. Различают прямостоячие стебли, ползучие (большое разнообразие типов), с укороченными междоузлиями (одуванчик) и др.

Травы – *жизненная форма растения*; растения с сочными и не одревесневающими побегами (герань лесная, седмичник европейский, иван-чай узколистный).

Тычинка – мужской элемент *цветка*, состоит из тычиночной нити и пыльников, несёт *пыльцу* (мужские половые клетки растения).

Фенодата – календарная дата наступления отмечаемого сезонного явления в данном году.

Фенологический индикатор – определённое сезонное явление или фенофаза, служащее чётким признаком (указателем) внешнего изменения фенологического сезона (этапа) в течение года. С помощью сроков наступления индикаторов фенологический сезон разделяют на ряд этапов.

Фенологический мониторинг – система организации многолетней регистрации дат наступления сезонных явлений на постоянных пунктах сбора наблюдений, централизованного сбора, накопления и статистически-аналитической обработки данных по срокам наступления сезонных явлений природы.

Фенофаза – определённый этап (стадия, период) развития растения, в котором оно находится в конкретный момент времени. Имеет начало, пик развития и окончание. Для оценки продолжительности фазы необходимы дата вступления растения в фазу и дата выхода из неё.

Цветок – *генеративный орган* растения, развивается из *генеративной почки*. Имеет стеблевую часть (цветоножка, цветоложе и прицветники), листовую часть (чашечка и венчик) и репродуктивную часть (тычинки и пестик).

Glossary of terms

Angiosperms (flowering) plants – differ from Gymnosperms in that the former have flowers – an organ of sexual reproduction in plants, and closed containers for ovules (and then seeds). Preval in the plant cover, over 270 000 species. Fall into two classes – Monocotyledonous (monocots) and Dicotyledonous (dicots) plants. The *life-form* of monocots is herbaceous, not so often tree-like; there are some 67 families of them (liliaceous, graminoid, etc.). The diversity of dicots is enormous, over 350 families, around 175,000 species; the *life-forms* of dicots are *trees, shrubs, herbaceous*.

Annual plants – living for one year, within which they germinate from *seeds*, flower, bear fruit and die.

Anther – the pollen producing part of a flower's stamen.

Aspect – overall seasonal appearance of a natural complex. Depends on the time of year, development phase of the prevalent (dominant) plant species.

Biennial plants – in the first year a plant's vegetative structures develop from *seeds*, in the second year the plant grows a floral *shoot*. The plant dies after fruiting. *Annual* and biennial plants are usually *herbaceous*.

Bud – primordial shoot. Anatomically, buds can be vegetative (comprise the primordial axis/stem terminating in a growing point and primordial leaves) and generative/reproductive (form primordia of a flower or inflorescence).

Dioecious plants – the female and male *flowers* develop on separate plants (specimens), 'in two houses' – Greek -oikos 'house' (e.g. willow, aspen).

Dwarf shrub – a *plant life-form*; a *perennial plant*, similar to a *shrub* but rather short. Hardly ever higher than 50 cm, usually 10–30 cm (e.g. cowberry, bilberry, Labrador tea, bog rosemary). Dwarf shrubs are the dominants in tundra vegetation and the ground cover of northern boreal forests, mountain tundra and alpine belts.

Flower – a plant's *generative organ*, develops from a *generative bud*. Is composed of a peduncle (pedicel, receptacle and bracts), calyx (performs the protective function), and corolla (facilitates pollination and protects the pistil and stamens).

Flower bud – unexpanded perianth. Contains a plant's generative (reproductive) organs formed inside it.

Fruit development – the process of fruit formation and ripening in plants.

Generative (reproductive) organs of a plant – organs of a plant that serve for reproduction: *flowers*, fruits and seeds.

Generative bud – a bud from which *generative (reproductive) organs* develop.

Gymnosperms – different from Angiosperms in that their ovules (and then seeds) are not enclosed in containers (so called "naked"). Ovary is a scale-like structure on which one or more ovules are situated. The foliage leaves of most of the species are hard (needles), not shed during adverse seasons. The reproductive organs are male and female cones. About 1100 species, mainly in the conifer class (pine, spruce and others). The life-form is trees.

Half-shrub – a *plant life-form*; intermediate between *dwarf shrubs* and *herbaceous plants*. Lower parts of *shoots* in such plants become lignified, and upper parts die. On winters with favorable conditions *stems* don't die completely and resume growth in the following year. Under severe climatic conditions such plants are exposed to the risk of *shoot* freezing injury.

Herbaceous plants – a *plant life-form*; plants with fleshy, green shoots that don't get completely lignified (such as wood cranesbill, chickweed-wintergreen, rosebay willowherb).

Life-form (habit) – the growth form of a plant associated with its evolutionary and seasonal development and the structure of individual organs. The life-form is a result of a plant's adaptation to certain natural and climatic conditions. The main life-forms distinguished are: *tree, shrub, dwarf shrub, half-shrub, herbaceous plant*.

Monocarp (monocarpic plant) – a plant that flowers and bears fruit once and then dies. A majority of them are annual or biennial plants.

Monoecious plants – having unisexual *flowers* on the same individual plant. Mostly wind-pollinated (e.g. birch, alder, pine, spruce).

Ovary – the enlarged lower part of the pistil, where cells are fertilized and which develops into a seed-bearing fruit.

Perennial plants – having reached a certain age these plants can flower and bear fruit every year. Their habit can be *herbaceous, dwarf shrub, or tree*.

Perianth (floral envelope) – the part of a flower that surrounds and protects stamens and pistils. Can be simple (only sepals) or double (both calyx and corolla).

Phenodate – the calendar date on which a given seasonally recurring event occurred in the current year.

Phenological indicator – a certain seasonally recurring event or phenophase which distinctly signifies (indicates) a change in the phenological season (stage) of a year. The dates on which such indicators are noted serve as the basis for dividing the phenological season into stages.

Phenological monitoring – the system for arranging long-term recording of the dates of seasonal events at permanent sampling points, centralized collection, hoarding and statistical-analytical processing of data on the timing of seasonally recurring events in the nature.

Phenophase – a certain development stage (period) a plant is in at a given moment. Falls into onset, peak and end. To estimate the duration of a phase one needs to know the dates when a plant entered and completed it.

Pistil – the female element of a *flower*, comprising the ovary, style and stigma. The stigma receives pollen, the ovary is fertilized, and after flowering is over a fruit (infructescence) with seeds forms in place of the pistil.

Pollen – fine powdery substance whose grains contain male sexual cells of a plant.

Root – axial *vegetative organ of a plant*, never bears leaves, usually below-ground. The types of root system are taproot (with explicit main root), fibrous (no obvious main root; composed of multiple roots) and a mixed type.

Seasonally recurring event – external manifestations of a certain stage in the seasonal cycle of a natural object. As a documented moment of an object's seasonal state, a phenological event is recorded by just one calendar date.

Seed development – the process of seed formation and maturation. Same as fruit development, but the term is applied to plants bearing dry fruits (spruce, pine, birch, cranesbill).

Shoot – the main organ of a higher plant, above-ground. There are vegetative (*stem* with leaves and buds) and generative (*flowers*, inflorescences) shoots.

Shrub – a *plant life-form*; a *perennial plant* with multiple woody shoots but, in contrast to a *tree*, it has several trunks branching from or near the ground (e.g. willow, rowan, bird cherry). In terms of height, shrubs can be tall (higher than 2.5 m), medium-high (1–1.25 m) and low (up to 1.0 m).

Stamen – the male part of a *flower*, made up of filament and anthers, bears pollen (plant's male sexual cells).

Stem – the *vegetative organ* connecting the root and leaves. Stems can be erect, creeping (a wide variety of types) and with short internodes (e.g. dandelion).

Stigma – the part of a flower's pistil which receives the pollen during pollination.

Tree – a *plant life-form*; a *perennial plant* with a well-developed woody trunk, either forked or unforked, 2–5 m and higher (e.g. pine, spruce, birch, aspen).

Vegetative bud – a bud from which *vegetative organs* develop.

Vegetative organs of a plant – a majority of higher plants have a differentiation into the vegetative organs *root*, *shoot* (comprising stem and leaves).

A PHENOLOGICAL ATLAS OF PLANTS



PREFACE

The nature is very variable in the temperate and northern latitudes zones. In the course of change between the four seasons, a kaleidoscope of events takes place around us: snow falls down and goes away, plants blooms, birds arrive and leave, etc. It makes all of us phenologists because we notice these changes in the environment, purposefully or otherwise. Most of us rely on our memory and evaluate the observed events retrospectively, comparing the previous years in the categories: this or that phenomenon happened “earlier” or “later”, or this or that summer or winter was warmer or colder.

Far fewer people keep their observation notes to diary the dates of phenological phases and features of their occurrence. As a result, multi-year calendars are made which give us a better basis for assessment of the nature of seasonal development of the nature in one’s garden or near one’s home, in different years. But if we are willing to study multi-year changes in the nature of larger areas or regions, data from several locations should be used. And this is where problems emerge. Amateur observations are subjective: some people register the beginning of the phenological phase on certain criteria, while others use different criteria. Which species and phases to observe is also a problem: it is impossible to monitor everything at once. It means that selection should be made and everybody should monitor the same things. Then we will obtain good quality scientific material for analysis, on which basis well-grounded conclusions can be made and nature’s calendars can be compiled.

The Atlas you are holding in your hands has answers practically to all of these questions. It analyzes the Russian many-year experience of phyto-phenological observations, including those within the voluntary phenological network of the Russian Geographic Society, and proposes a clear methodological basis taking into consideration both national and international experience. And, very importantly, all phenological phases of plants suggested for monitoring are supported by clear photographic images which allow to identify them easily even for those who are not specialists.

We live in a huge country with various natural zones and landscapes; obviously, a common monitoring programme is impossible to organize.

This Atlas is focused, primarily, on observations in the Kola Peninsula, but it also can be useful for the North-West of Russia. Characteristic and typical plants are selected, observation phases are identified, clear criteria for their documentation are given. Without doubt, the Atlas will become a common methodological basis for mass phenological monitoring in the region and building a unified database of phenological information. It will be especially useful for organization of observations at schools, in groups of young nature lovers, and international school projects. The methodological basis of the Atlas and the arrangement of the presented information may be very useful for specialists from other regions of Russia to develop similar regional publications targeted, in the long run, at better coordination of phenological observations in Russia and their harmonization with international standards.

Aleksandr Minin,
 Doctor of Biology,
 Leading Researcher at the Institute of
 Global Climate and Ecology,
 Rosgidromet and Russian Academy of Sciences,
 National Research University “Higher School of Economics”

The value of this phenological Atlas is undoubtful because the authors, based on the analysis of actual research and methodological literature, have performed a comparison of the names and descriptions of phenological phases according to the European system BBCH and several Russian approaches for the plant species that serve as phenological indicators of commencement of seasons and their sections. General aspects of setting up phenological observations have been discussed including selection of a phenological route, frequency of observations, and technologies of documenting the observations results. The Appendixes to the publication include a datasheet for recording the phenology data of plant communities, the nature's calendar of the Pasvik Reserve (Zapovednik) for 1993-2014, and a visual appraisal scale for assessment of the vegetation status. Special notice should be taken of the provided methodological recommendations for arrangement of phenological monitoring for schoolchildren, which makes the book invaluable for practical classes of nature studies, and also can be used in other regions of Russia, outside the High North.

The information is presented at a high scientific level and is of practical interest as a teaching aid in research and education for specialists in protected areas. The contents, level and style of the publication make it easily understandable for a wide readership: school and university students, teachers, university professors, participants of the voluntary phenological monitoring network of Russia, biologists, geographers, and people involved in supplementary education in the field of natural sciences.

Oksana Yantser,
PhD in Geography,
Dean of Geography and Biology Faculty,
Ural State Pedagogical University, Assistant Professor,
Professor of Russian Academy of Natural History

INTRODUCTION

Phenology (from Greek φαινόμενα – phenomena; literally “phainomena” – phenomenon, “logos” – word, reason) is the scientific study of and data on seasonal variations in the nature, their cycles, causes, timing and patterns in seasonal processes. The term was coined in 1853 by the Belgian botanist Charles Morren.

Phenological observations may at first sight appear to be a simple task. Devoted observers however know better. It is common knowledge that a calendar year falls into seasons. Here in the Northern Hemisphere we have four distinct seasons: spring, summer, autumn, and winter.

The nature comes alive when the spring arrives: snow melts, waters free of ice, trees dress up in green foliage, birds return. Then comes the summer, the time for active growth and propagation. The summer is succeeded by the autumn, when the nature prepares for dormancy, and then the winter. Yet, no year is just like the previous one: some times the winter is delayed, it rains, the snow cover takes longer to settle down; or the spring happens to be long and cold, deferring the growing season, or else spells of cold or hot weather strike in the middle of the summer. Weather conditions are a key environmental factor with great effect on the seasonal life of plants and animals. That is why weather information is a mandatory supplement to observations of biological objects in the nature. This information is gathered by weather stations. Radio, TV, Internet provide us with daily weather reports based on data compiled and processed by hydrometeorology centres. But what is indeed happening in the nature at a specific moment in time, and who collects this information?

Some scientific institutes in the biology field do such work, but primarily year-round phenological observations are carried out by staff of nature reserves. As part of large-scope phenological activities, they produce nature's calendars for the territory, where data on the weather and on various events in the life of plants and animals are integrated in one table and analysis covering long-term periods may sometimes be supplemented (Semyonov-Tyan-Shansky, 1966; Semyonov-Tyan-Shansky and Ablaeva, 1983; Zheleznyaya, 1999; Onishchenko et al., 2001; Ananin, 2002; Tatarinkova and Chemyakin, 2004; Berlina and Zanuzdaeva, 2008,

2015; Belyaeva et al., 2009; Polikarpova and Makarova, 2010; Makarova and Polikarpova, 2015).

Pasvik Strict Nature Reserve, situated in the northwesternmost corner of the Murmansk Region, has been collecting phenological data since 1993 in accordance with methodological guidelines within its major research theme “Nature Chronicles” (Filonov and Nukhimovskaya, 1985; Nature Chronicles ..., 1993). Being the third and the youngest strict nature reserve in the Kola Arctic, Pasvik has naturally built its research work on the nature’s calendar of one of the oldest Russian strict nature reserve, the Lapland Reserve, which is also situated in the northern taiga subzone, in the north of the Green Belt of Fennoscandia. Kandalakshsky Reserve, which occupies some of the mainland and islands in the Barents and White Seas, has less similarity to the Pasvik Reserve’s nature.

As materials were piling up, the idea dawned to start collecting uniform data for the region at large. The pilot project “Seasonal Life of Nature in the Kola North” was initiated (Seasonal..., 1996). Its participants were the three strict nature reserves of the Murmansk Region, the Polar-Alpine Botanical Garden and Institute of the Kola Science Centre RAS and the Svanhovd Environmental Centre, Norway (nowadays – NIBIO Svanhovd). For several growing seasons we collected materials on 19 plant species, recording 16 phenological phases for each of them, following pre-agreed routes and the same protocol (Makarova et al., 2001; appendix 5).

This project ended early in the 21st century, but almost immediately rendered impetus to a series of international scientific projects such as PhenoClim and others (Shutova et al., 2004, 2005; Karlsen et al., 2008, 2012a, b). Launched at the same time and now running for over 15 years is the international school project “Phenology of the North Calotte”*. Teaching and learning aids have been produced (Korjakin and Flø, 2003), website has been designed and operates (<http://www.miljolare.no/en/about/>). Networking between schools of the Murmansk Region and Norway is promoted. Kids, either guided by a teacher or unsupervised, have for several years been doing phenological observations and entering data into the website’s database (Makarova and Balabkina, 2007; Makarova, Polikarpova and Krotova, 2010; Makarova and Polikarpova, 2012; Weisblum and Parfey-Karpovich, 2015).



Over years of experience in phenological observations we have often seen observers, especially beginners, having difficulties in identification of specific phenophases in plants. In Europe, a standard list of phenophases from the BBCH coding system has for many years been applied to wild plants and farmed crops. The abbreviation derives from the name of the German institute **B**iologische **B**undesanstalt, **B**undessortenamt and **C**hemical industry (Growing stage.., 2001; Meier et al., 2009). In this widely used European system, the entire growth process, starting with the beginning which is assigned number 1, is split into individual phases (100 characteristics), with drawings to illustrate each phase. Application of this unified set of phases and the common code system allows comparable data to be collected throughout Europe. This system has been in active use in the neighboring Finland, where they have their own names for phenophases as well, but these are matched to the pan-European system (Kubin et al., 2007). Some of them are provided as examples in appendix 1.

No such universal reference manual is available in Russia, although phenophase coding has indeed been attempted. What complicates the matter even more is that phenophase names and descriptions differ among the proposed methods, causing confusion during surveys. In field work even a seasoned observer may err. Some observers tend to underrate phenomena or record earlier dates, whereas others are more likely to overrate. Beginners are naturally even more challenged.

Therefore, we have long pondered on the idea of writing a manual on phenological observations. The intention was however to make the book graphic rather than descriptive. From the very start, talks with teachers and schoolchildren within the “Phenology of the North Calotte” project made it clear that one can hardly do without comprehensible descriptions and images for all plants in the list. The drawings and summaries available at the time were not an adequate solution. At first, the Pasvik Reserve started digital scanning of live plants in all phenophases. Then, in 2002-2003, it was a ground-breaking initiative. The aspiration was to display the material for at least several species as a kind of “Mendeleev’s periodic table”, visualizing the main phenophases of the selected plants for their doubt-free identification. It took just two or three years to collect the database of scanned images covering the entire growing season.

A series of educational slide shows that we entitled “Video Atlas of Plant Phenophases” was produced from this database. The materials have been used both within this school project and in the Pasvik reserve’s environmental education routines for many years. The ‘live’ illustrations and their supplementary descriptions were tried out in real life. The video atlas has helped us a lot in teaching phenology basics to children, but we wanted something more.

Change of observers in strict nature reserves is a stressful process. When a new person comes, unfamiliar with phenological survey methods, they need to be trained to secure methods continuity and faultless data sampling. It became obvious that brief descriptions of phenophases and their scanned images is not enough. There was a need to supplement the matrix with photographs of phenological events in full swing, collect phase indication materials, clarify distinctions between phase names in nature reserves at least within our region. In fact, we started unifying the methodology, and made first moves at harmonizing phenological methods. We wanted the manual to be good not only for schoolchildren and their teachers, but also for those who deal with identification and timing of phenophase beginning/end as part of their duties in nature reserves.

We didn’t manage to actualize this great idea promptly. Having worked in the nature reserve for many years and having no in-house phenologist around, we are the ones in charge of implementing these observations, training assistants, lecturing and advising schoolchildren and students on phenology issues. The book preparation process eventually took nearly 15 years. It proved to be far more difficult to gather all this material than we had thought, even for a limited number of species. Even more so because having thought it over, we decided to add descriptive materials and primarily use publications by Russian phenologists. We have also received valuable advice from reputable Russian researcher A. A. Minin and Norwegian professor F. E. Wielgolaski, for which we are deeply and cordially grateful. Information from scientific phenological projects implemented lately between the Murmansk Region, Norway and Finland with active involvement of the Pasvik Reserve (Shutova et al., 2004, 2005; Karslen et al., 2008, 2012a, b) has also helped us to decide on the format of this manual. It is a kind of a guide on plant phenology for the High North

and European northern taiga.

In fact, monographs and guidebooks on phenology have been appearing in Russia lately, but most of them are purely scientific and usually poorly illustrated (Solovyov, 2005a, b; Terentjeva, 2008). In contrast, the book by N. V. Sinel'nikova and M. N. Pakhomov (2015) on the seasonal life of nature in the Upper Kolyma region has quite a few merits. Namely, it provides many illustrations of plant phenophases. Many characteristics for phenological observations in Northeast Russia can as well be applied to its utmost Northwest, although some substantial distinctions should be kept in mind.

After the completion of the project "Seasonal Life of Nature in the Kola North", however, all institutions continued working on their own, without much information exchange among the participants, and one cannot be certain the protocol is strictly followed, lists of species and phases have not been modified, and so forth. It is obvious that meetings should be arranged for so-called "collective exercise" at least once in several years. Enormous amounts of phenological data are gathered in Russian strict nature reserves in different natural zones, but there is no common "pan-Russian" checklist of species and phenological indices to be monitored, even for individual regions. As a result, the general picture of nature's seasonal changes in Russia is missing.

In addition to strict nature reserves, the country has an operating phenological network, where volunteer enthusiasts gather information on recurrent events in the nature (Minin, 2000, 2015; Solovyov, 2005a, 2015). Expectedly, local nature's calendars differ among Russian regions (Batmanov, 1952; Makarova et al., 2001; Sinel'nikova and Pakhomov, 2015), even if not all regions have published their materials. Most of strict nature reserves lack smooth connections with Russia's phenological network, wherefore the valuable data so meticulously gathered for many years do



Phenologists V. G. Fedotova and A. A. Minin at a conference. Ekaterinburg, 2015

not reach the main phenological data stream to be statistically processed in a centralized facility (Minin, 2000, 2015; Fedotova, 2012). Bridging this gap between strict nature reserves and the national phenology centre is clearly a pressing task for the nearest future.

The authors are deeply grateful to colleagues whose comments have helped to improve the manuscript – N. G. Berlina, Senior Researcher at the Lapland Reserve, E. V. Shutova, Senior Researcher at the Kandalakshsky Reserve, I. I. Sapel'nikova, Senior Researcher at the Voronezhsky Reserve. Through all these years of gathering materials for the book we've been assisted by the endlessly respected team of the Pasvik Reserve. We'd like to especially acknowledge the contribution of M. G. Trusova, N. G. Vorobyova, O. V. Krotova, E. S. Golovanova, G. A. Dmitrenko, E. L. Dmitrenko, Yu. M. Bychkov and others. At the first stage of the work, we were assisted by experts: O. A. Khlebosolova, Yu. A. Kushel and students of Ryazan State University. They took part in visual aids preparation, gave lessons to Russian and Norwegian pupils in ecological camps. They also have been most helpful in many other ways at the beginning of the "Phenology of the North Calotte" project implementation. Publication of the book would have been impossible without the grant to the socially-minded project "Pasvik Strict Nature Reserve knowledge and information capacity building for efficient dialogue at the Russian-Norwegian border" (2016-2017), the winner of the social projects competition under the MMC Norilsk Nickel Charitable Programme "WORLD OF NEW OPPORTUNITIES". Support for such kind of publications shows us the industrial companies' understanding of the necessity of environmental research, monitoring and nature interpretation in the functioning region.

We trust this manual will be useful for teachers and schoolchildren, young researchers at Russia's strict nature reserves and national parks, our nearest colleagues abroad, as well as for anyone keen on seasonal observations of nature. We dare hope it will boost interest in phenology among various age categories and contribute to the development of Russian volunteer phenology network by pulling in new supporters. We would welcome reviews and criticism, and will appreciate them e-mailed at pasvik.zapovednik@yandex.ru or sent at our postal address: Pasvik Reserve, Scientific Unit, 184404 Rajakoski, Pechengsky District, Murmansk Region, Russia.

METHODS OF PHENOLOGICAL OBSERVATIONS

The essential thing to do prior to commencing any study is to adequately choose the methods and properly organize data sampling and other activities. An error, inaccuracy or ill-designed process would in the long run affect the output, necessitate revisions, and limit data interoperability.

It makes sense here to list the key methodological principles of phenological monitoring (cited after Solovyov, 2005a; Phenological Observations, 1982):

- *locality-based principle* – observations should be accurately referenced to specific locality;
- *consistency principle* – observations should be repeated annually in the same locality and on the same objects;
- *periodicity principle* – sampling frequency should be sufficient for accurate determination of the dates of onset and advancement of seasonal events;
- *comparability principle* – a common (uniform) procedure should be applied to determination of the timing of seasonally recurring events and definitions of phenophase development stages (beginning, peak and end) should be standardized;
- *hoarding principle* – regional phenology information should be pooled in a central facility;
- *statistical confidence principle* – facilitated by relevant verification of phenological monitoring results and the procedure for their mathematical processing;
- *objectivity principle* – sampling should be replicated by several observers in the same geographical point. Where this essential requirement is fulfilled, far-outlying phenodates can be discarded already at early stages of phenology information sampling. This can be achieved by several observers simultaneously coming to a site or where a school or an extracurricular facility have a permanent phenology interest group.

The wonderful endeavour of nature watching is open to all ages. If you want the data to be truly useful, sample them on a regular basis.



No specialized tools or gadgets are needed. All you need is discipline and conformance to certain rules. The idea of this atlas is to help you differentiate between plant phenophases. Manuals and scientific papers on this topic are numerous, but what a beginner phenologist wants is the very basics of phenology. The atlas is an easy reference to check whether the phase observed at the moment matches the picture in the book. Once the phase is verified the date should be recorded.

For those seeking a deeper insight we have compiled a list of extra readings, which will broaden your knowledge and give answers to your questions, including methodology aspects.

Choosing the route

The guidelines on determination of the events included in the data-sheets for phenology observations in the European USSR forest zone published in 1978 very accurately relay the procedure for choosing the route and provide clear-cut recommendations on sampling (Tavrovskij et al., 1978). Keeping in mind the natural characteristics of our region and the availability of high-precision tools we will also give recommendations on choosing the route, since proper siting is important for the value of the observations.

The requirements to choosing the route (also called transect) are the following:

- the route should run through typical and diverse plant communities of the given area;
- the route should be accessible to observers on a regular basis;
- the route should not be too long (2 km at maximum).

Sign along a phenological route

The territory is then surveyed to choose the suitable route. It must harbour the selected plants, making sure that they grow within their typical communities. It is crucial that sampling is always carried out along the same route and the groups of plants sampled are always the same.

Before you begin, make a description of the route, determine the GPS coordinates of its start and end points, elevation above sea level, and map it. Every route must have a certificate specifying its location, coordinates, length, sketch map, date of establishment, names of the founder and observers, list of the main plant communities, list of sampled plants distributed among these communities, list of phenophases, reference to the protocol. The sketch map should desirably include the locations of the main sampled plant groups in each community. All this information will be very much needed by new observers replacing the old ones.

The route's surroundings must be free of man-made structures and facilities that may influence phenophase timing or distort the natural scene of phase transition (district heating pipelines, power lines, industrial facilities, houses, landfills, etc.). In other words, the route should run through natural habitats typical of the given area.

For a route plotted through a settlement (urban or rural) preference should be given to the outskirts, as far away from buildings and human impact as possible, i.e. through parks, gardens, alleys, any green spaces.

Sampling frequency

Phenology observations in the High North have some peculiarities. At the onset of plant growth, from mid or late April to late May or early June, phenophase transition is usually slow and the route can be visited once in 7 days. As the weather gets warmer, the growth and development of plants accelerate. In the Murmansk Region, the frequency of walking the routes from late May – early June to mid or late July should be at least twice a week, but better yet every 2–3 days. It would be wise to assign certain days for that, say Tuesday and Friday. As to the time of day, it is best to walk the route slightly before midday, when most plants open up their flowers and the phenophase can be unmistakably determined (this is especially important for inflorescence initiation and flowering phases). As a rule, weather doesn't matter. It is only in the case of pouring or

incessant rain that a visit can be postponed to the following day. This schedule should be pursued for 1-1.5 months.

Later on, starting mid or late July to late August, after flowering had ended, when fruits are growing ripe and leaf coloration has begun, processes within plants slow down a little and the route can be visited once in 5 days.

From late August to mid or late September the route can be walked once in 7 days, and from late September to early or mid-October once in 10 days (depending on the specific weather conditions of the year).

Recording data

Documentation on the route includes the field log and special datasheets in tabular form. The field log is for a more experienced observer, but professional datasheets are anyway the best choice since the observer can't miss anything important with them. One should especially take care to keep the records consistently year after year, which is essential for further data processing and avoiding problems with primary data interpretation.

One should therefore be very scrupulous about datasheet format and stick to it all the way without any change. This is the only way to make the collected data valuable, suitable for statistical processing, and interoperable with data from other observers and territories.

The calendar date of arrival of an event, phenophase is entered into the table. Records from the datasheet should then be promptly transferred to the computer database. The longer are the data series, the more accurate are the long-term data, and the higher is their scientific value. That is why phenology data from nature reserves, where observations are done consistently in the same sites and along the same routes for decades, matter so much.

It is highly desirable to process the observation results – perform the requisite calculations, determine multi-annual average dates, the earliest and the latest dates, deviations, errors, etc., compile the nature's calendar for the current year and the long-term calendar for the given locality. It makes sense to publish such summaries in both regional reviews (such as environmental yearbooks of specific Russian regions), and in scien-

tific editions, mass media, on nature reserve websites, etc. Importantly, the data should be shared with phenology centres: the observer (nature reserve, school, other organization) will thus contribute to the study of seasonal development trends in a much wider territory, e.g. European Russia, Urals, Western Siberia, etc. You can then rest assured that the data you've gathered will serve the science of phenology, forecasting and study of relationships between climate and living nature rather than just be 'tucked back in a desk drawer' as unpublished reports only you know of or, even worse, totally unprocessed handwritten notes and tables.

Having a datasheet on the route doesn't mean the observer can do without a field log. It is needed to put down other events that happened during the day but are not on the main programme of phenological observations. These could be records on the weather conditions and situation at waterbodies on the day of observation, various events in the life of animals and so on. The datasheet may however include sections for such records as well.

The reader should be warned against recording very early dates, where the observer tends to record the earliest dates of event onset in the rush to 'outstrip' oneself or another observer. To avoid such unreasonable 'competition' and distortion of the actual phenology situation one should carefully study the descriptions of phenophases and criteria of their onset, and record them only from the plant communities (habitats) typical of the chosen species, for instance forest but not mire for crowberry, forest for pine and downy birch and, vice versa, mire for dwarf birch (even if some specimens grow in forest margin or low-lying sites). These risks of recording "unnatural" dates have also been justly pointed out by A. N. Solovyov (2005a).

A camera trap for recording phenophases



Species selection for phenology observations

A common practice is to do phenological observations on vascular plants, where seasonal changes are quite explicit.

In 1994 the scientific project "Seasonal Life of Nature in the Kola North" (Makarova et al., 2001) suggested a list of plant species to be co-monitored (Tab. 1) for 16 phenophases (Tab. 2).

This list is made up of species widespread in Northern Fennoscandia, i.e. the Murmansk Region, Republic of Karelia, Norway, Sweden and Finland. From the biological point of view, they are of interest because they have different phenological rhythms and habit, occur throughout the territory and are therefore available for observation, commonly known or easily identifiable.

Below are the names of these species – scientific (Latin), Russian and English (Tab. 1).

Table 1

List of vascular plant species for phenology observations in Northern Fennoscandia

NN	Latin name	Russian name	English name
Trees and shrubs			
1.	<i>Pinus sylvestris</i> L. s.l. (<i>P. lapponica</i>)	Сосна обыкновенная (лапландская)	Scotch (Lapland) Pine
2.	<i>Picea obovata</i> Ledeb.*	Ель сибирская*	Siberian Spruce*
3.	<i>Betula pubescens</i> Ehrh. s. l.	Берёза пушистая	Downy Birch
4.	<i>Salix caprea</i> L.	Ива козья	Goat Willow
5.	<i>Sorbus aucuparia</i> L. s.l.	Рябина обыкновенная	Rowan
Dwarf shrubs			
6.	<i>Andromeda polifolia</i> L.	Подбел обыкновенный	Bog rosemary
7.	<i>Calluna vulgaris</i> (L.) Hull	Вереск обыкновенный	Heather
8.	<i>Chamaepericlymenum suecicum</i> (L.) Aschers. et Graebn.	Дёрен шведский	Dwarf Cornel
9.	<i>Empetrum hermaphroditum</i> (L.) Hagerup	Водяника (вороника) обоеполая	Crowberry
10.	<i>Ledum palustre</i> L.	Багульник болотный	Labrador Tea
11.	<i>Vaccinium myrtillus</i> L.	Черника обыкновенная	Bilberry
12.	<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.	Брусника	Cowberry
13.	<i>Vaccinium uliginosum</i> L.	Голубика	Bog blueberry
Herbaceous plants			
14.	<i>Rubus chamaemorus</i> L.	Морошка	Cloudberry
15.	<i>Achillea millefolium</i> L.	Тысячелистник обыкновенный	Yarrow
16.	<i>Chamaenerion angustifolium</i> (L.) Scop.	Иван-чай узколистый	Rosebay Willowherb
17.	<i>Geranium sylvaticum</i> L.	Герань лесная	Wood Crane's-bill
18.	<i>Linnaea borealis</i> L.	Линнея северная	Twinflower
19.	<i>Trientalis europaea</i> L.	Седмичник обыкновенный	Chickweed- wintergreen
20.	<i>Trollius europaeus</i> L.	Купальница европейская	Globeflower

* Note: – Siberian spruce has phenodates not been recorded from the Pasvik Reserve

The recommendation in the field guide prepared within the project “Phenology of the North Calotte” (Korjakin and Flø, 2003) is to focus observations by schoolchildren on 9 of the above species (Makarova et al., 2010) (tab. 1):

- trees – birch,
- shrubs – rowan,
- dwarf shrubs – dwarf cornel, Labrador tea, cowberry, and bilberry,
- herbaceous plants – cloudberry, rosebay willowherb, and globeflower.

Furthermore, the school project did not have the task to trace the species’ entire cycle from initial growth to die-back (leaf fall), but concentrated on just one or two most vivid phases, because the idea was to familiarize schoolchildren with the basics of phenology. In this manual however we undertake to portray the cycle of phenological observations of plants throughout the growing season. We hope this would both broaden the phenological activities of the above-mentioned school project and motivate teachers to work with children individually.

NATURE’S CALENDARS

Nature undergoes multiple transformations over a year. Study of this process is crucial and always attracting much interest. Its major components are meteorological events (snow falling and melting, air, soil and water temperature, freeze-over, etc.), seasonal changes in the life of plants and animals (sap flow, leaf unfolding, flowering, leaf fall, moult in animals, etc.) and seasonal events in human activities (grain sowing, flowering and ripening of fruit and berry crops, harvest, etc.). Tracking these processes through a year is the essence of phenological monitoring. Appendix 2 provides an example of a nature’s calendar, which includes non-living nature parameters (meteorological observations) and some indices of seasonal human economic activities. Below we list their key characteristics to help with determination of seasonal events, in addition to the list of vascular plant species above.

1. Hydro-meteorological events

First thawed patches appear. The date to record is when thawed patches appear on flat terrain (not on slopes).

Degradation of continuous snow cover. The day when more than a half of the surveyed territory is free of snow.



Pre-winter time

Complete snow melt in fields. The date on which no snow was found remaining in open sites (fields) in the inspected surroundings. Some snow may however persist in gullies, low and shady sites.

River ice break-up. Very often, one or several ice runs happen before full-scope break-up and wash. Record the dates of the first ice run, onset and end of break-up. Specify the river name.

Peak water level in a river during spring tide. The peak level date is recorded. Data are borrowed from gauging station or post. Where the observations are not at a gauging station or post, a wooden rod marked off in centimeters should be fixed in advance, not later than on the first day of water level rising, to a bridge support or pier. To keep the rod undamaged by drifting ice it should be installed (or painted on stone bridge support with asphalt varnish) with markings streamwise, i.e. the observer should be looking upstream. Where there is no bridge nearby, a rod can be fixed to or painted on a sturdy object (pillar, pile, tree) that is annually flooded by spring tide.

Ice cover disappearance from reservoirs. The date when the ice had fully melted. Specify the type of reservoir (lake, impoundment, pond). If a lake, specify its name.

Snow disappearance from forest. Specify the type of forest (spruce, pine, etc.). Disregard isolated snow patches.

Last air frost. The last date in spring (or early summer) when air temperature was 0°C or below. Specify frost-inflicted damage to plants.

Last ground frost. Determined with a minimum reading thermometer

Autumn border ice on a river



on the ground surface, or by the presence of hoar frost on the ground.

First autumn ground frost. Determined in the same way.

First autumn air frost. Determined in the same way as the last air frost. Specify the damage to farmed crops.

First snow. The date when it first snowed or the date of wet snow mixed with rain.

First snow to cover the ground. The date on which snow covered the ground, at least for several hours.

Final soil freezing, ice formation on water bodies, and their complete freeze-up do not require further comments.

Snow cover establishment. The date on which snow fell to persist over the winter.

For uncommon weather events, such as storms, hurricanes, heavy hail storms and others, not only the date but also the hours should be recorded, and the damage inflicted should be described.

2. Trees and shrubs in spring and summer

The first step for an observer just beginning to do phenological observations is to find out which of the trees and shrubs listed in the programme do grow in the area and compile their checklists for each plant community. To make the records scientifically usable one should rigorously stick to the same method in choosing site and objects, the same indicators of phases, the same frequency and accuracy of plant inspection.

For a species that occurs frequently, grows in clumps or large stands (forests, field shelterbelts, gardens, parks, tree nurseries, etc.) permanent sampling groups of plants should be chosen for each species and mapped on the locality sketch map.

If a species is represented by isolated individual plants growing randomly, one should choose several (say, five) plants and put down their locations or mark them off with conspicuous labels. The plants of choice must be healthy and growing normally, but not positioned in exclusive habitats atypical of the species. The plants situated in the immediate vicinity of buildings or fences, or on steep slope are unsuitable as objects for observations (for compilation of the local nature's calendar and geographical study of seasonal events in a large territory) because the



More than 50% flowering of Heather

microclimatic conditions in such sites modify the rates of phase transition as compared to other plants of the same species. On the other hand, such plants can be specially studied for the effect of microclimate on the development of trees and shrubs.

Where a tree or shrub species is represented by just a few specimens (two or three), the date of phase onset is the day when traits of the phenophase are found in one specimen, and the phase peak is when the traits are found in a half of specimens.

The number of specimens sampled should be specified in the records.

Phenological observations on woody plants should be commenced on the day when daytime air temperature in the shade is near or slightly above 5°C. The onset of sap flow in downy birch may be timed to this day. To capture this event, the trunks of several trees are pierced on the south-facing side at around 1.5 m above the ground with a thick needle or awl to reach slightly into wood. The onset of sap flow is recognized by sap droplets emerging from the holes. Given the relevant temperatures, sap flow in birch in the Murmansk Region begins in April. By that time the soil had usually fully thawed.

The rest of development phases in woody plants are determined by the following indicators:

Beginning of leaf unfolding. First leaves emerged from buds or fully expanded. As leaves begin to unfold, greenish mist on trees becomes visible from afar.

Flowering onset. In goat willow flowering begins even before leaf-out; the indicator of flowering onset is stamens emerging and dehiscent anthers. In the rest of the species the indicator is opening of the first flowers.

Seed and dry fruit dispersal. Spruce and pine trees shed seeds in late winter – early spring. Seeds on snow are the sign that seed dispersal has begun. In years with a long and dry autumn seeds would be shed from cones in the end of the autumn. Pine cones open on the third spring since “flowering”; subtle cracking can usually be heard in pine woods on dry and sunny days in April or early May – it is cones opening; seeds can then be seen flying. This phase in birch appears as follows: catkins with fruits have grown brown and begin to fall apart; the first open fruit catkins appear on the tree and winged seeds on the ground.

3. Trees and shrubs in autumn

Observations of leaf coloration and leaf fall in trees and shrubs in autumn are somewhat more complicated than observations on other plant development phases, but they must be done to provide knowledge about the end of the growing season (more accurately, the end of assimilatory activity in plants). The challenges here are the following:

1. The entire tree crown rather than individual plant organs need to be monitored.
2. The transition from summer to autumn is usually more gradual than from winter to spring. Accordingly, autumn events in trees and shrubs are comparatively slow.
3. In autumn, observers have to deal with a considerable time lag in leaf coloration and fall even within the same species (phenological differentiation). Where in spring the timing of phases in individual plant specimens hardly ever differs by more than several days, in autumn, especially at the leaf coloration phase, the difference can be a week or more. It is especially pronounced in birch and willow.

Autumn phenophases in plants are controlled not only by autumn weather conditions, but also by the course of development in the preced-

ing spring and summer, as well as the wintering environment. Besides, the timing of autumn events in trees and shrubs is much dependent on their age, type of soil, distance to groundwater, and location.

The beginning of leaf coloration is timed to the day when the first autumn-color leaves (needles) or entire branches (strands) were seen. The process of leaf color change (to red, yellow, orange, brown, etc.) gains pace slowly. The first autumn leaves usually appear in the mid- or lower crown. Soon after that, a birch tree would have entire branches with autumn-colored leaves visible from afar ('flags').

Autumn phases in pine and spruce are less conspicuous, since only part of the foliage gets discolored: on 2–3-year-old branches in pine, on 5–7-year-old branches in spruce. Needle coloration in pine begins in the second half of August on lower parts of branches. In spruce this phase begins later, most often in October.

In many trees and shrubs leaf fall begins soon after the onset of leaf coloration, and also proceeds very gradually and at first inconspicuously. In some species however leaf fall usually begins only after most of the foliage had changed color. Among small-leaved species, the beginning of leaf fall is more distinct in aspen and some willows. Our programme includes observations of leaf fall onset for only several species, in which this phase is the most distinct. The day when the first autumn-colored leaves (needles) begin to fall is defined as the *beginning of leaf fall*. In pine this phase can be identified by slightly shaking branches.

Altitudinal zonation in the mountains is visible from a distance during autumn



Yellow flag on downy birch



Yellow flag on goat willow

The weather is an important factor influencing the course of leaf coloration and leaf fall. On a warm and dry autumn foliage would begin to change color earlier, and even the hues would be different ("golden autumn"). On a wet and sunless autumn leaf coloration would be delayed and less colorful. If however air temperature rises significantly in the second half of September – first half of October, many trees and shrubs would still change foliage color quickly and sometimes fully. Frost spells or strong wind can cause many plants to drop leaves very intensively.

Full leaf (needle) coloration is the day when the entire foliage has



Frost is very often in the end of leaf fall of the goat willow



Dry leaves cover paths in the end of leaf fall in birch

turned to autumn colors. Tree and shrub crowns have become yellow, red or brown. The minor amounts of leaves remaining greenish are disregarded. The inside of the crown in pine is all yellow, as if 'scorched'.

Alder and aspen may in some years drop all leaves virtually within one day or even several hours. Phenology observers should keep this fact in mind. On windy days leaf fall should be monitored more frequently not to miss its end. The *end of leaf fall* date is defined as the day on which the tree or shrub crown became completely leafless. Minor amounts of leaves sometimes retained on the top of the crown are disregarded. The inside of the crown in pine has shed yellow needles and the crown is green again, but appearing sparser. Needle drop in spruce is observed starting November and may take quite a while. The fallen needles are distinctly visible on the snow cover, especially after windy days. If a phenologist monitors a substantial number of specimens of the same species, it would be beneficial for investigation of the poorly studied autumn phases in plants to record not only the beginning of a phase and its peak (50% of sampled plants have entered the phase), but also its end (leaves of the last specimen started changing color, have fully changed color or fully fallen). In our regions these observations are carried out for birch, aspen, willow, rowan.

If frost happens early, some plant species would not shed brown leaves, retaining them through the winter. This situation should also be properly recorded.

4. Herbaceous plants

The sites to be chosen for phenological monitoring of herbaceous plants are those where a species occurs frequently.

In rosebay willowherb flowering begins from the lower part of an inflorescence – the onset of this phase is determined by the opening of the first flowers. Flowering onset in globeflower is determined by the yellowing of the first flowers. In fact, this species doesn't ever fully open its flowers, but sepals, which are closed tightly in flower buds, turn yellow at the flowering onset and get slightly separated.

The dates of flowering onset in individual plants and full flowering (>50%) are to be recorded.



Full flowering of Jacob's ladder colored a meadow lilac

Forb-grass meadow



SEASONAL CYCLES IN PLANTS

A seasonal development cycle in plants is made up of successive, morphologically discrete stages or periods. Each stage comprises several seasonal (phenological) development phases (Solovyov, 2005a; Terentjeva, 2008; Sinel'nikova and Pakhomov, 2015).

As a rule, six such stages are distinguished, three of them associated with the development of vegetative organs (1, 5, 6), and the other three – of generative organs in plants (2, 3, 4, Tab. 2):

Table 2

Principal phenological stages and phases of plants

NN	Stage	Phase	
		according to A. N. Solovyov (2005a)	according to the programme "Seasonal Life of Nature in the Kola North" (2001)
1.	Growth onset	Sap flow onset	—
		Bud swelling	—
		Shoot growth onset	1. Beginning of bud break (bud burst); sprouting in herbaceous plants
		Bud break	
		Leaf unfolding (leaf emergence, leaf-out)	2. Leaves begin to unfold (green tip of leaf emerging)
—	3. Leaf-out (full leaf development)		
2.	Flower bud development (inflorescence initiation)	Swelling of flower buds	4. Beginning of flower bud development ("pussy willow")
		Beginning of flower bud expansion	—
		Peak flower bud expansion	—

3.	Flowering	Flowering onset (first flowers open)	5. Flowering onset
		Full flowering	6. Full flowering (more than 50% flowering)
		First flowers wilted	7. Flower wilting onset
		—	8. Flowering finishing (more than 50% flowers wilted/fallen)
		End of flowering	9. Flowering over (not a single flower on a plant)
		Beginning of fruit set	—
4.	Development of fruit	Peak fruit set	—
		First ripe fruit appear	10. Beginning of fruit ripening (beginning of seed spread)
		Peak fruit ripening	11. Peak ripening (>50% of fruits)
		Beginning of fruit shedding	—
		End of fruit shedding	—

5.	End of vegetative development	Beginning of leaf (needle) coloration	12. Leaves begin to change color
		—	13. Peak leaf coloration (coloration of more than 50% of leaves)
		Full autumn coloration of leaves (needles)	—
		Beginning of leaf (needle) fall	14. Beginning of leaf fall
		Peak leaf (needle) fall	15. Peak leaf fall (>50%)
		End of leaf (needle) fall	16. Total die-back to the ground (in herbaceous plants)
6.	Dormancy	True (organic) dormancy	—
		Enforced dormancy	—

* Note: — the phase was not monitored within the project "Seasonal life of nature in the Kola North" (2001) or no match for it exists in Solovyov's phase list (2005a).

Since the number of phenophases within each stage varies, we decided to select several most conspicuous and distinct ones to suit our practical purposes. Mind that the same phase would look different in plants of different habits (tree, shrub or herbaceous).

Other researchers, although sharing the division of the growing season into the vegetative and the generative (reproductive) cycles, have suggested other definitions for phenophases in plants (Terentjeva, 2008). We provide this extra information for in-depth phenological monitoring.

Phases of the vegetative cycle

Four groups of phases are distinguished in seasonal development of vegetative organs in higher plants:

1) *Spring vegetative resumption phases*. In woody plants this group includes spring 'bleeding', bud swelling and bud break; in herbaceous perennials – shoot bud break, emergence of sprouts (before leaf unfolding) or first folded leaves (many monocots, umbellifers, etc.); in first-year plants – sprouts before the unfolding of first true leaves. The distinctive feature of these phases is that in this period the plants totally rely on stores for nutrition. Such phases of winter annual plants do not register.

2) *Shoot/stem growth phases*. Annual shoot elongation in woody plants and sprouting in herbaceous plants takes place in the first half of the growing season. In woody plants the phases are leaf development and shoot elongation; in herbaceous perennials the phases include tillering, stem elongation and leaf development; in monocarps in the years preceding flowering the stage would often have just one phase – leaf development.

Shoot growth phases in leaf-bearing plants are considered to begin with the onset of leaf development, out-of-bud shoot growth. The end of this group of phases is determined by the cessation of shoot elongation or, in the case of short shoots, cessation of new leaf development. The exact dates when shoot elongation stops can be determined by systematically measuring shoot length. The sprouting process can be broken into sub-phases, which may be quite many, depending on the study tasks. One such sub-phase in shoot development, as applied to an individual plant, is the formation of one node: leaf and internode.

3) *Summer vegetative development phase*. It is the period between the end of vegetative shoot growth and preparation for winter dormancy. In woody plants this phase begins when shoot elongation is practically over and young leaves are fully developed, and in herbaceous plants it begins when the sward has re-established.

4) *Phases of vegetative organs senescence (die-back)*. Annual plants die entirely every year (except for seeds). In the rest of plants, all or a part of the foliage or shoots die-off annually. Senescence is timed to the plants' preparation for winter dormancy. Foliage senescence in deciduous trees

proceeds through autumn coloration, when leaves turn from green to late season colors, and the following leaf fall. Leaf coloration in autumn is a typical example of a gradual phase onset. Leaf fall is deemed to end on the day when all leaves had fallen or only dry leaves remain on a plant. In winter annual trees and shrubs, older leaves die back every year.

Phases of the generative cycle

The development of generative organs in higher plants includes five groups of phases.

1) *Generative shoot growth phase*. Observed as a distinct phase only in plants featuring specialized generative and generative-vegetative shoots.

2) *Flower bud development phase*. Flower bud development begins when flower buds become visible to the naked eye. It is termed spike phase in spiked grasses and sedges, and heading in panicked grasses. The flower bud development phase is usually divided into two sub-phases: tight (young) and loose (mature) flower buds.

3) *Flowering*. Flowering onset is the date of maturation of anthers and stigmas. Mature anthers become dehiscent and release pollen, whereas mature stigmas open and become sticky. Flowering in different plant species takes place at different hours during a day. Flowering in plants with well-developed perianth is deemed to begin when the first but not the only or few perianths open. Opening of perianths usually correlates quite well with maturation of stamens and stigmas.

4) *Fruit development phase*. Fruit development is deemed to begin with fruit set, which is usually observed as ovary swelling right after flower senescence. The next sub-phase is fruit ripening, when fruits go through visible transformations. Ripening traits are specific to each type of fruit. Dry fruit are considered ripe once they become dehiscent. Caryopses show wax ripeness. Achenes change coat color when ripe. Many juicy fruits are considered ripe when they gain 'ripe' color and become soft. Edible fruits become palatable.

5) *Seeding phase*. The beginning of this phase is recorded when first ripe seeds or fruits appear fallen on the ground underneath a plant. In plants like dandelion the indicator is the first flower head with seeds blown away, in plants like willows and poplars it is the first winged seeds in the

air. One should also observe when birds begin pecking on fruits and other animals begin to eat or carry them away. It's important to record the end of seeding: in some species it happens a few days after the beginning of seed spread, while in others it may continue over the winter.

In addition to the overall timing of the growing and assimilation seasons, this setup of phenological observations permits determining the timing of other biologically essential stages in plants' seasonal development: dormancy, shoot elongation, leaf formation, leaf senescence, flowering, fruit ripening.

Some researchers (Minaeva, 2005) tend to use various pictographic signs to record phenophases, which is not always good, especially for continuity and processing of numerous indicators. Besides, observations are carried out along specially designated routes or, less often, in sample plots. These stations are not always visited according to standards. For instance, T. Yu. Minaeva (2005) reported that monitoring stations in the Central Forest Biosphere Reserve were visited every 4 days at the beginning of the growing season, the frequency then cut down to 7 days, or even 10 days in the middle of the summer, and 7 days late in the season. A. N. Solovyov (2005a) argued that observations should be nearly daily, especially early in spring, but anyway much more frequent.

There is also some discord as to the number of plant specimens from which a date should be recorded. Some specialists recommend recording the onset of a phenophase when it is observed in more than five specimens. If a phenophase has begun in just one plant, this should be kept in mind: it means the date of phase onset will soon have to be recorded. It is advisable to visit the route the next day. If the phenophase still hasn't begun, this should also be written down. Such records enable more accurate determination of dates if a sampling event has been missed.

A. A. Minin (2000) proposes to use observation guidelines of the voluntary phenological network of the Russian Geographical Society, which have been extensively tried out in practice (Phenological observations..., 1982; Aksenov et al., 1985), when it is considered that plant enters a phase when relevant signs are seen on individual branches. He specified however that *phase onset should be recorded* when around 10% of plants of the given species are also in the phase in question. This is valid for

observations of abundant species or a large group. Where the sample is small, i.e. just several specimens in a transect, the date to be recorded is when at least 10% of leaves or flowers have entered the same development phase.

The authors of a widely known atlas and identification guide to phenophases I. N. Elagin and A. I. Lobanov (1979) proclaim that where signs of a phase are found in the first buds, leaves, flower buds, etc. in at least several plant specimens within a population, the plants should be deemed to have entered the phenophase.

Analysis of a great many sources leads to a conclusion posted by B. V. Skrotskij (<http://ib.komisc.ru/add/old/t/ru/ir/vt/99-21/06.html> 12.06.2016) that, in reality, there is no common technique for phenological monitoring in Russia, and comparative analysis is therefore impossible. Referring to G. N. Zaitsev (1978), he stressed that phenological observations are not uniform in content and form, which is a barrier to use phenodata for biogeographic studies. Hence, there is acute demand for common procedural approaches such as the European phenology system (Growth stages..., 2001; Meier et al., 2009), which effectively uses a digital binary code and divides the entire growing season into 100 phases (stages). It does involve some challenges, but when, for instance, we see the code BBCH 07 – beginning of sprouting, BBCH 60 – first flowers open, BBCH 97 – end of leaf fall, it means the respective phase has begun in all species.

A number of attempts have, in fact, been made in Russia to create a 'code' for phenological phases, but they usually used letter symbols and were not in line with other sources, causing much confusion.

In keeping with A. A. Minin (2000), we believe a plant to have entered a phenophase when its signs are seen on at least some branches. Notes in phenology datasheets should include:

- *onset* of a phase, i.e. the first day on which at least 10% of sampled plants have entered the phase,
- *peak* – the day when at least 50% of sampled plants have entered the phase.

Example: when inspecting a sample of 20 birch trees on April 27, first unfolded leaves were detected on two trees, on April 28 on six

trees, and on April 30 on eleven trees. The onset of the event in this case is on April 27, and the peak is on April 30.

The main output of phenological observations is the calendar date of a specific phase transition. As a rule, our regular calendar is used to this end, but for statistical purposes it needs to be converted to the Julian calendar, i.e. a continuous digital series starting January 1st (Appendix 3) or another unified system (Appendix 4). The number of indices recorded from a route can be expanded to include more sub-phases and details, depending on the aims of the study. The system we suggest here is the foundation one can build upon when preparing phenological monitoring programmes.

Each of the 16 principal phenophases (Tab. 2) are described and illustrated below. The illustrations are scanned images of live plants and photographs.

Phase descriptions are based on various sources, references to which are in abbreviated form for convenience, and full bibliographic references can be found in the list of cited literature.

DESCRIPTIONS OF PRINCIPAL PLANT PHENOPHASES

1. GROWTH ONSET, BEGINNING OF BUD BREAK

International phenophase code

B BCH 10 (Growing stage..., 2001; Meier et al., 2009)

Phase description

Shoot growth begins in herbaceous plants; first breaking buds (beginning to open) are seen on trees, shrubs and dwarf shrubs.

Normally, the end of a phenophase implies the beginning of the next one. The 'growth onset' phase is however an exception. In some species, growth begins before young leaves or needles appear. In others, shoots grow simultaneously with the emergence of young leaves, whereas in a third category shoots begin to grow only after leafing of short shoots is almost complete. In rosette plants the growth phase is missing, in grasses it appears as booting. Onset of needle growth in spruce: young needles are light green, quite distinct from dark green older needles.

Further info

Bulygin N. E. (1991): In most woody plant species the process of leaf unfolding and enlargement is simultaneous with shoot elongation. In the Pine genus, young needles begin to expand before the cessation of shoot growth.

Fenolog.rgo.ru: Bud 'bursting' or 'pipping' is the emergence of 'burst' buds exposing green leaf tissue between bud scales at the tips, but the leaves are still tightly rolled and packed together.

Terentjeva E. Yu. (2008): Bud swelling – buds are enlarged, showing paler gaps between scales. Bud 'pipping' – a green cone of leaves is visible.

Sinel'nikova N. V. and Pakhomov M. N. (2015): Resumption of growth in perennial herbs begins with sprouting. It is recorded when the first shoot bud appears above the ground. Bud swelling in trees and shrubs is recorded when the outer scales of swollen buds begin to separate exposing paler interior scale tissue. The second sub-phase of bud swelling,

'green tip' or 'green cone', begins when the tight leaf primordia become visible underneath protective scales. Leaf bud expansion is recorded when 'burst' buds expose green leaf tips, but the leaves are still tightly rolled and packed together. In coniferous plants, the tips of young needles emerge from papery scales.

2. BEGINNING OF LEAF UNFOLDING, LEAF EMERGENCE

International phase code

B BCH 11 (Growing stage..., 2001; Meier et al., 2009)

Phase description

First leaves have unfolded or fully expanded. As leaves begin to unfold, greenish mist on trees becomes visible from afar. The phase is deemed to begin on the day when 10% of plants on the route have entered the phase.

In conifers, leaf emergence is considered to begin on the day when young needles appear, needle tips separate.

Further info

Beideman I. N. (1974): 'Green tip' in buds is observed when bud scales begin to open, move apart, and paler strips become visible. A swollen bud begins to break, scales separate, and green tips of young leaves show at the apex. Trees appear as if covered in greenish mist.

Fenolog.rgo.ru: Leaf emergence ('greening'), expansion – quite well separated small leaves with heavily corrugated leaf blade, stalks (petioles) not yet visible, the tree has turned green. The phase lasts from the first buds with separating and unfolding leaves (from a distance a tree appears as if in obscure greenish 'mist') to 'ruffling' of all buds, where leaves have separated noticeably (from a distance a tree appears as if in obvious greenish 'mist'), but there are no completely separate leaves yet.

Terentjeva E. Yu. (2008): Bud 'ruffling' – leaves have begun to separate, but aren't yet fully unfolded. Leaf emergence ('greening') – leaves are unfolding and gaining recognizable shape, but may still be wrinkled, sticky, reddish or otherwise colored. Active leaf growth is underway.

Sinel'nikova N. V. and Pakhomov M. N. (2015): Beginning of leaf unfolding is determined by the appearance of burst buds with leaves still tightly

folded and bundled, but gradually getting separated on their stalks. *Leaf expansion* is observed when small leaves have appeared, but leaf blades are still heavily corrugated and not yet fully unfolded. In conifers, needles on shoots become separated from tight bundles.

3. LEAF-OUT (FULL LEAF)

International phase code

BBCB 12–13 (Growing stage..., 2001; Meier et al., 2009)

Phase description

First leaves can be considered fully developed when their blades have unfolded and reached a normal size typical of a given species. A species is considered to be in the leaf-out phase when some 10% of specimens already have full-size leaves. Expansion of a majority of leaves to full size is considered to complete this development phase.

Further info

Fenolog.rgo.ru: 'Leaf-out', *appearance of fully unfolded leaves* – small, quite separate leaves with clearly visible stalks have appeared; leaf blades have smoothed out from corrugated to slightly wavy. *Growth of young shoots* – young growing green shoots have become visible, with leaves gradually expanding on them in the process. *Onset of summer vegetative development* – leaves have become nearly fully unfolded and smoothed, enlarged to normal size, with deeper green chroma, and harder texture.

Terentjeva E. Yu. (2008): *Young leaf* – a leaf has reached its normal size, but is still of vernal bright green color, soft, tender. Summer vegetative development – leaf of normal size and typical summertime dark green color.

Sinel'nikova N. V. and Pakhomov M. N. (2015): *Leaf-out* is interpreted as the appearance of fully unfolded leaves, leaf blades turning from corrugated to wavy, gaining size and shape typical of a given species. In coniferous plants needles have expanded to full size and their growth stops. In winter annual dwarf shrubs (cowberry, crowberry, dwarf Labrador tea, cranberry) leaf-out is observed on annual shoots. Sinel'nikova N. V. and Pakhomov M. N. also distinguish between sub-phases: *onset of annual shoot growth, end of growth, and lignification*, which we don't use in our observations.

Leaf-out (end of shoot formation in herbaceous plants) is succeeded by *summer vegetative development of leaves (needles)*. In coniferous winter annuals this phenological state is observed in both current-year needles and the needles formed in the preceding years. The size and shape of leaves/needles will no longer change in the course of this period.

4. BEGINNING OF FLOWER BUD DEVELOPMENT

International phase code

BBCB 51 (Growing stage..., 2001; Meier et al., 2009)

Phase description

A plant has entered the phase of flower bud development (inflorescence initiation) when 10% of specimens in a transect have flower buds ready to open. Usually such flower buds are somewhat bigger than leaf buds.

The nickname for this phase in willow is 'pussy' willow.

Further info

Fenolog.rgo.ru: *Flower bud development*. Such buds may be slightly bigger than leaf buds. When more than a half of flower buds have opened this phase is considered at peak.

Terentjeva E. Yu. (2008): *Beginning of flower bud development* – small green flower buds. *Peak flower bud development* – mature flower buds of normal size beginning to change color. The development of flower buds is deemed to begin on the day when flower buds *emerge from their sheath* to become visible to the naked eye.

Sinel'nikova N. V. and Pakhomov M. N. (2015): The generative cycle in most plant species begins with *flower bud swelling*. In wind-pollinated woody plants, male catkins begin to swell and distend, while female catkins appear later. *Flower bud development* begins gradually with the induction of floral primordia, and the phase onset is marked by the appearance of colored flower buds. In wind-pollinated woody plants, anthers are separated in male catkins, and in coniferous plants there separate male 'cones' (microstrobili).

5. FLOWERING ONSET

International phase code

BBCH 60 (Growing stage..., 2001; Meier et al., 2009)

Phase description

The day of flowering onset is when fully open corollas are found on 10% of plants in the transect. When monitoring inflorescences (rowan, rosebay willowherb, Labrador tea, yarrow), flowering onset is recorded on the day when the first blooming flowers (with petals open) appear within inflorescences.

Some plants begin flowering before leaves have emerged (goat willow, alder), others simultaneously with leaf unfolding (birch, some willows), third ones after leaf-out (chickweed-wintergreen, dwarf cornel, wood cranesbill, rowan). In wind-pollinated plants (birch, aspen, spruce, pine) flowering is deemed to have begun when branches shed pollen when shaken by wind or hand. In insect-pollinated plants, flowering onset is the phase when anthers emerge. In most species a sign of flowering is emergence of stamens from male inflorescences (usually on the sunny side) and dehiscence of anthers. An indirect sign of flowering onset is the arrival of insects at inflorescences.

In some years, especially when a prolonged period of hot and dry weather is followed by abundant rainfall, the flower buds set in the current year may awaken ahead of time (in late summer and autumn) and a second bloom happens. Secondary flowering is a poorly studied phenomenon.

Further info

Fenolog.rgo.ru: Flowering onset in insect-pollinated woody plants that produce flowers with well-developed and brightly colored perianth (rowan, bird cherry, hawthorn) is to be recorded on the day when the first flowers with corolla completely open appear in the crown on the first 2–3 specimens. For wind-pollinated plants, including all conifers and many deciduous trees and shrubs (birch, alder, aspen, etc.), flowering onset is timed to anthesis: in the plants that begin to flower shaking of branches bearing male inflorescences, gusts of wind or tapping anthers with a

finger would cause anthers to release a wisp of pollen. In the willow species pollinated by wind and insects, pollen spread by wind is minor. Hence, to identify the beginning of anthesis in such species one should touch anthers with fingertip and, if anthesis has begun, the finger would be smeared with yellowish pollen.

Observations of herbaceous plants are more complex and time-consuming. In plants with flowers gathered in spikes flowering onset is recorded when anthers have emerged and shed pollen if slightly shaken. In the legume family (Fabaceae), flowering is considered to begin when there appear several flowers with an upright broad petal (banner). In plants with raceme (rosebay willowherb) or capitulum (coltsfoot) inflorescences flowering onset is determined by the appearance of the first quite completely open flowers within inflorescences; in cloudberry, Arctic bramble – by the opening of the first flowers. Keep in mind that in some plants (dandelion, coltsfoot) flowers and inflorescences are open in the first part of the day and close in the afternoon.

Terentjeva E. Yu. (2008): Flowering onset is counted from the moment the first flowers open. The methodologically impeccable approach to flowering onset timing is to determine the dates of maturation of anthers and stigmas. Mature anthers become dehiscent and release pollen, whereas mature stigmas open and become sticky. Often, maturation of anthers and stigmas is not simultaneous.

Opening of the floral envelope (perianth) is usually coupled with maturation of stamens and stigmas, wherefore perianth opening can be commended as an indicator of flowering onset.

Sinel'nikova N. V. and Pakhomov M. N. (2015): Flowering onset is indicated by the first open flowers. Within inflorescences there may be several to a half of them, while the other half would be colored flower buds. In wind-pollinated plants (including grasses, sedges, cottongrasses) flowering is determined by the beginning of anthesis, when a wisp of pollen is produced by shaking shoots bearing male inflorescences (Minin, 2000).

6. FULL FLOWERING (FULL BLOOM)

International phase code

BBCH 65 (Growing stage..., 2001; Meier et al., 2009)

Phase description

The phase is considered to have begun when 50% or more of plant specimens in the transect are flowering.

Further info

Fenolog.rgo.ru: Flowering is at peak (full bloom) when most of the flowers on trees are open. Drying up of corollas in a majority of flowers is considered to indicate the end of the flowering phase.

Terentjeva E. Yu. (2008): Full flowering – flowers are more abundant than flower buds; there are first wilted flowers, while flower buds are still present.

Sinel'nikova N. V. and Pakhomov M. N. (2015): Full flowering is observed when more than 50% of specimens are blooming. This means inflorescences are in full bloom, and the corollas of most flowers are open. In wind-pollinated plants, anthers fully open and pistils of female flowers emerge.

7. FLOWER WILTING ONSET

International phase code

BBCH 66-67 (Growing stage..., 2001; Meier et al., 2009)

Phase description

A species is considered to have entered this phase when 10% of specimens in the transect have withered flowers on them. Some corollas in inflorescences have already wilted, drooped or shriveled, whereas others only begin to open (rosebay willowherb) or long remain open and continue flowering (yarrow). In wind-pollinated plants, pollen has been fully shed from 10% of specimens.

In some cases this phase is difficult to record, and accuracy requires that the transect is visited more often and specimens of some species are inspected with more scrutiny (dwarf cornel, yarrow, birch).

Further info

Fenolog.rgo.ru: Drying up of corollas in a majority of flowers is considered to indicate the end of the flowering phase.

Terentjeva E. Yu. (2008): Flower wilting onset – flower buds absent, wilted corollas observed.

8. FLOWERING FINISHING

International phase code

BBCH 68-69 (Growing stage..., 2001; Meier et al., 2009)

Phase description

The phase is considered to have begun when 50% or more of plants at the end of floral display, with dried up corollas are observed along the route.

Further info

Terentjeva E. Yu. (2008): Flowering finishing – wilted corollas are more numerous than open flowers.

9. FLOWERING OVER

International phase code

BBCH 69 (Growing stage..., 2001; Meier et al., 2009)

Phase description

There is not a single unwilted flower on plants of a given species.

Further info

Sinel'nikova N. V. and Pakhomov M. N. (2015): The 'flowering over' phase in a majority of species can be determined by petal fall. Male catkins in wind-pollinated plants begin to dry up and drop. After flowering is over, plants enter the fruiting phase, which begins with *fruit setting*.

10. BEGINNING OF FRUIT RIPENING, SEED SPREAD**International phase code**

BBCH 81-86 (Growing stage..., 2001; Meier et al., 2009)

Phase description

The following sub-phases are distinguished:

10a. *Beginning of fruit/infructescence formation*: beginning of fruit set, appearance of the first green fruits/infructescences corresponding to ripe fruits in size and shape. No seed dispersal is happening yet. The onset of the sub-phase is recorded when 10% of plants in the transect bear unripe fruits.

10b. *Beginning of fruit ripening (beginning of seed dispersal)*: first ripe fruits/infructescences appear, seeds begin to disperse. The fruits of berries are ripe, featuring full color and accomplished flavor; seeds are shed and begin to disperse. White fluffy seeds appear in the willow family and cottongrasses. The sub-phase onset is recorded on the day when 10% of plants in the transect bear ripe fruits and begin to spread seeds.

Further info

Beideman I. N. (1974): Partial petal fall in specific flowers indicates fruit set in them.

Spruce trees shed seeds in late winter and early spring. Seeds on snow are the sign that seed dispersal has begun. In years with a long and dry autumn seeds would be shed from cones late in November¹.

Pine cones open on the third spring since “flowering”; subtle cracking can usually be heard in pine woods on dry and sunny days in April or early May – it is cones opening; seeds can then be seen flying.

In birch, catkins with fruits would have grown brown and begin to fall apart; the first open fruit catkins appear on the tree and winged seeds on the ground.

Elagin I. N. and Lobanov A. I. (1979): *Fruit ripening* begins when fruits reach a size typical of ripe condition. *Seed dispersal* – a sign that plants have entered this phase is first fruits being eaten by animals, or fruit shedding.

¹ In the Murmansk Region the interval is from late March to early April (authors' comment).

Fenolog.rgo.ru: Development of fruit – fruit ripening, like flowering, passes through a certain sequence of events, and determination of fruiting onset may be a challenge. *Partial petal fall in specific flowers indicates fruit set in them. Full petal fall in all flowers indicates fruit setting is at peak.* The date to record as the beginning of fruit ripening is when 2-3 specimens of a species are found to bear the first ripe fruits (cones in conifers). The general traits of ripeness are the size, color and texture typical of ripe fruit. Juicy fruits (cloudberry, raspberry, rowan, cowberry, bilberry) are considered ripe when they have turned to their typical color and became soft to touch. The duration of ripening is the shortest in dry fruits, longer in fruits with fleshy pericarp (berries, drupes), and the longest in hard-shelled fruits (nuts, walnuts). Seeds in the cones of some coniferous species take even longer to ripen. Ripening of dry fruits is determined by color change and shedding. Yet, not all species shed fruits as soon as they are ripe. Seed shedding from spruce cones happens in late winter or early spring; in years with a long and dry autumn spruce seeds may be shed in the end of the autumn. Seed dispersal in pine takes place in late April – early May on the third spring since flowering. Late May – early June is the time for seed dispersal in aspens and willows (‘fluff’ flying). The sign of fruit ripening in birch is the first winged seeds under the trees; in the legume family it is the browning and dehiscence of legumes, which split open and release seeds. Juniper fruits turn blue-black, softened and easily squashed by fingers. The indicators of fruit ripening in alder are “cones” beginning to turn brown and spread their scales.

Minin A. A. (2000): The date to record as the *beginning of fruit ripening* is when 2-3 specimens of a species are found to bear the first ripe fruits (cones in conifers).

Terentjeva E. Yu. (2008): *Fruit and seed setting phase* – small green fruits. *Beginning of seed shedding* – first specimens have shed seeds.

Sinel'nikova N. V. and Pakhomov M. N. (2015): *Fruit setting* – primordia are enlarged, but still hidden in senescing flower parts; flowers without primordia are shed. *Fruit formation* – fruits have acquired the size and shape typical of ripe fruits. *Beginning of fruit ripening* – more than a half of fruits have acquired a typical color, and fruits or seeds are easily separated from the parent plant.

11. PEAK OF FRUIT RIPENING, PEAK OF SEED SPREAD

International phase code

BBCH 87 (Growing stage..., 2001; Meier et al., 2009)

Phase description

The phase is considered to have begun when 50% or more of plants along the route bear ripe fruits.

Timing of this phase is especially important for people, as it indicates when fruits and seeds can be harvested.

It is during full flowering or peak fruiting that visual and other assessments of flowering and fruiting are particularly relevant.

Further info

Beideman I. N. (1974): Full petal fall in all flowers indicates fruit setting is at peak. Ripening of dry fruits is determined by the change of their color and shedding. Juicy fruits are considered ripe when they have turned to their typical color and became soft to touch.

Terentjeva E. Yu. (2008): *Fruit and seed ripening* phase – fruits have reached a normal size, are turning to ripe color. *Peak seed shedding* – a majority of fruits on most plant specimens have shed seeds.

Sinel'nikova N. V. and Pakhomov M. N. (2015): *Peak fruit ripening* – more than 50% of plant specimens bear ripe fruits (cones). Capsules, pods and other fruit types dry up and begin shedding seeds.

12. BEGINNING OF LEAF COLORATION

International phase code

BBCH 92 (Growing stage..., 2001; Meier et al., 2009)

Phase description

The phase is considered to have begun when there are 10% of plants with autumn-color leaves (needles) or entire branches (strands), implying that the leaf (branch) are colored all over. The process of leaf color change (to red, yellow, orange, brown, etc.) gains pace slowly. The first autumn leaves usually appear in the mid- or lower crown. Soon after that, a birch tree, for instance, would have entire branches

with autumn-colored leaves visible from afar, so called “yellow flags”.

Autumn phases in pine and spruce are less conspicuous, since only part of the foliage gets discolored: on 2–3-year-old branches in pine, on 5–7-year-old branches in spruce. Needle coloration in pine in the High North begins in the second half of August on lower parts of branches. In spruce this phase begins later, most often in late September or early October, and is less pronounced than in pine.

The weather is an important factor influencing the course of leaf coloration and leaf fall. On a warm and dry autumn foliage would begin to change color earlier; the hues would be brighter (“golden autumn”). On a wet and sunless autumn leaf coloration would be delayed and less colorful. If however air temperature rises significantly in mid to second half of September, many trees and shrubs would still change foliage color quickly and sometimes fully.

In some cases, leaf coloration, especially in birch, may be due to disease (pathogenic fungi – rust), and may begin earlier than usual. Such yellowing of the leaves should not be confused with the natural coloring to avoid recording a distorted course of events and complicating the statistical analysis of long-term data. Large-scope rust damage may sometimes recur, affecting vast areas again after a 2–3 year pause. The foliage would be colored dirty brownish yellow. Leaf fall would begin earlier in this case, but the trees still have enough time to pass through the phase of ‘true’ autumn yellowing. Thus, fungal damage of leaves and needles should also be recorded as such, but is not to be confused with natural leaf coloration and leaf fall.

Further info

Fenolog.rgo.ru: End of vegetative development. The monitoring of leaf coloring and leaf fall in autumn is to cover the entire tree crown. Autumn events are comparatively slow and not concurrent even within the same species. This is very often observed in birch, aspen, willow. Aspen trees with foliage colored in red in autumn particularly stand out. Their leaves change color and fall quicker than in trees with yellowing leaves. The timing of autumn phenological events in woody species is controlled not only by the weather, wintering environment or the plants’ development

in the preceding spring and summer, but also quite significantly by age, type of soil, distance to groundwater, and location.

Beginning of leaf yellowing or autumn coloration is recorded on the day when there appear leaves or entire branches (strands) fully colored in late season hues. Remark that leaves with colored margins or compound leaves with individual colored leaflets in a crown are just a signal that the yellowing phase is near. Another potential false indicator is leaf yellowing in summer, caused by drought, pests or disease, suppression or shoot damage. Summer coloration will not have the bright and pure autumn hues; leaves would most often turn brownish and curl up. In contrast, leaves in autumn change color but remain flat.

Terentjeva E. Yu. (2008): Senescence (coloration) phase – leaves gradually turn to late season color.

Sinel'nikova N. V. and Pakhomov M. N. (2015): The onset of *autumn leaf coloration* is recorded when the first individual leaves colored in late season hues appear in the crown. Coloration in conifers will affect the needles that are to die in the current year, in cowberry – the leaves older than 2 years. In many winter annual species, old leaves and needles fall without change of color.

Leaf yellowing in rowan usually happens after leaf fall in birch

13. PEAK LEAF COLORATION

International phase code

BBCH 94 (Growing stage..., 2001; Meier et al., 2009)

Phase description

The phase is considered to have begun when 50% or more of plant specimens of a species in the transect have fully changed foliage color.

Peak foliage coloration evolves into full coloration when nearly the entire foliage has turned to autumn colors, tree and shrub crowns have become yellow, red or brown. The minor amounts of leaves remaining greenish are disregarded.

The inside of the crown in pine becomes all yellow, as if 'scorched'.

Further info

Fenolog.rgo.ru: *Full leaf coloration* is the day when the entire foliage in the observed plants has turned to autumn colors.

Terentjeva E. Yu. (2008): Spontaneous leaf senescence in deciduous trees takes the form of *autumn coloration*, when leaves turn from green to late season colors, and the following *leaf fall*. Leaf coloration in autumn is a typical example of a gradual phase onset. Where the task is to quantitatively compare the progress of leaf coloration in different tree or shrub specimens, forms or species or at different locations within the same form, one should arrange for recording certain points in the process, which can be pinned down quite accurately. A gradual phase onset is hardly applicable in this case. The easiest and most convenient points for recording are *variegation*, *full coloration*, and *end of leaf fall*. *Variegation* is recorded on the day when, as estimated visually, a half of a tree's or shrub's foliage has turned yellow, and a half has remained green. *Full coloration* is recorded on the day when all leaves in a crown have changed color, and the occasional leaves remaining green (given that they do not stand out against the overall discolored background) are disregarded.

Sinel'nikova N. V. and Pakhomov M. N. (2015): Full leaf coloration is the situation when all leaves have turned to late season colors. The end of the autumn leaf coloration phase is observed after a sharp air and soil



temperature drop (Elagin, 1976). The indicator of autumn air temperature decline in this case is the date since which steady cooling of mean and minimal daily temperatures is observed.

14. BEGINNING OF LEAF FALL, SENESCENCE IN HERBACEOUS PLANTS

International phase code

BBCH 93 (Growing stage..., 2001; Meier et al., 2009)

Phase description

The beginning of leaf fall is recorded on the day when the first autumn-color leaves (needles) have fallen from 10% of plant specimens along the route. The first fallen leaves in birch, aspen, willow are easy to see on the ground; the process in pine and spruce can be visualized by slightly shaking branches.

The first specimens of senescing herbaceous plants appear in this period. Plants of some species die in the middle of the summer. In herbaceous plants this phase is recorded on the day when 10% of specimens are dead to the ground.

Leaf fall progress is promoted the most by heavy frost spells (down to $-3 - -5^{\circ}\text{C}$) and wind, the process after these events being very intensive.

Further info

Elagin I. N. and Lobanov A. I. (1979): Autumn leaf fall usually begins simultaneously with leaf coloration, and in plants of genera *Alnus*, *Populus* it is since the fall of the first green leaves.

Fenolog.rgo.ru: The pace of leaf fall varies among plants: quite gradual in some (birch), while rapid in others (aspen, willows). The day when the first autumn-colored leaves fall is considered the *beginning of leaf fall*. In the species that may not always have explicit autumn leaf coloration the beginning of leaf fall is identified by the first fallen leaves appearing on the ground under a tree or shrub (to be distinguished from summer leaf fall caused by drought or heat). Leaf fall begins soon after the beginning of leaf coloration and is at first rather inconspicuous. If, however, warm autumn weather is all of a sudden replaced by

heavy frost, leaf fall may commence abruptly, omitting leaf coloration.

Sinel'nikova N. V. and Pakhomov M. N. (2015): The beginning of leaf fall is to be recorded when leaves fall even in still weather and fresh fallen leaves can be seen underneath tree crowns. Leaf fall would normally begin earlier on a warm and dry autumn, and later on a cold and moist one. Many authors have noted a correlation of leaf fall with temperature indices and, hence, with multi-annual climate fluctuations (Medvedev, 1964; Schultz, 1970; Terentjeva, 2009). That said, frosts will always intensify leaf fall.

15. PEAK LEAF FALL

International phase code

BBCH 97 (Growing stage..., 2001; Meier et al., 2009)

Phase description

The phase is considered to have begun when 50% or more of plant specimens in the transect have shed leaves. The woods look half 'bare'; this period is quite active, often brief. Some 50% or more of herbaceous plants are already dead to the ground.

Further info

Sinel'nikova N. V. and Pakhomov M. N. (2015): Peak leaf fall is recorded on the day when a half of specimens of a species in question are rapidly shedding leaves.

16. END OF LEAF FALL, TOTAL DIE-BACK TO THE GROUND

International phase code

BBCH 97–98 (Growing stage..., 2001; Meier et al., 2009)

Phase description

The phase is considered to have begun in trees, shrubs, dwarf shrubs when nearly all plant specimens along the route have already shed leaves.

Annual plants die both above and under the ground; in herbaceous perennials underground organs stay alive, whereas aboveground parts either die entirely or some shoots or even leaves survive over the winter.

Senescence in such plants is quite gradual.

The end of leaf fall date is defined as the day on which the crown of a tree or shrub became completely leafless. Minor amounts of leaves sometimes retained on the top of the crown can be ignored. The inside of the crown in pine has shed yellow needles and the crown is green again, but appearing sparser. Needle drop in spruce is observed starting October–November and may take quite a while. The fallen needles are distinctly visible on the snow cover, especially after windy days.

Further info

Fenolog.rgo.ru: *End of leaf fall (needle fall)* is recorded on the day when nearly all the monitored specimens of a species are completely free of leaves (needles). Occasional dry leaves on shoots are disregarded, just like single plant specimens with delayed end of leaf fall. After heavy autumn frost (-3 – -5°C), leaf fall would be very intensive, sometimes taking just a few hours (in alder, pine). On windy days leaf fall should be monitored more frequently not to miss its end. If frost happens early, the leaves of some plant species turn brown and stay on through the winter. This situation should also be properly recorded.

In late autumn, after leaf fall had ended, woody species go to *true dormancy*. In this period, the plants will not resume growth even if the environmental conditions are favorable, such as during winter thaw. It would however be wrong to think that all life within a plant comes to a halt in this period. There are complex biochemical processes underway to prepare the plant for the next growing season.

Late in winter, *the phase of relative or enforced dormancy* replaces the true dormancy phase long before bud break. This condition in plants means they are prepared to start vegetative development as soon as external factors permit.

Terentjeva E. Yu. (2008): *End of leaf fall* is recorded on the day when all leaves had fallen or only dry leaves remain on a plant. In trees and shrubs producing two or more generations of leaves per season autumn leaf senescence happens with a time lag. In winter annual trees and shrubs, older leaves seasonally die back every year. *Complete senescence* – a leaf has fully changed color, wilted, dried up.

Sinel'nikova N. V. and Pakhomov M. N. (2015): *End of leaf fall* is observed when nearly all the monitored plants have shed all leaves. In coniferous plants the event is recorded when all yellow needles have been shed from lower parts of shoots.

Winter annual plants in the end of the growing season *change leaf color to autumn–winter hues*. Siberian juniper and dwarf Siberian pine needles get covered in waxy bloom, leaves of dwarf Labrador tea, small cranberry, crowberry 'fold' and turn reddish brown. Perennial herbs that retain all or part of the leaves through the winter acquire anthocyanin tint.



Full leaf coloration in rowan – one of the brightest phases in the end of the growing season

PHENOLOGY AT SCHOOL

You don't have to be a part of an international project to carry out phenological observations at school. These could just be specific research activities within optional courses or school science projects.

Close attention has lately been attached at Russian schools to pupils' research projects. Supervised by their teachers, children come up with projects, formulate new and verify old hypotheses, stage experiments and report their results at school, learn to defend them at regional and national science festivals, often post them in the Internet. Phenological monitoring is well worth being chosen as a topic for school projects.

Phenology doesn't require sophisticated equipment, costly procurements or special outfit. One just has to assign a route (called transect) around a school or nearby and mark out the plants to be monitored by pupils. Naturally, it will also take a checklist of species and the list of phenological phases, a log and perhaps also a section in the school's website. Several theoretical and practical classes will be needed to explain the monitoring programme in detail. This book can also be used to this end. The onset and ending of principal phenophases should be

Pupils participating in the project "Phenology of the North Calotte" present their teams. Nikel, 2014



remarked when studying seasonal development in plants. To organize the surveys one can take the species checklist suggested here (Tab. 1) and monitor the species for principal phenophases (Tab. 2) in different plant communities (Appendix 5).

A convenient source of relevant information is the website of the Phenology Network of the Russian Geographical Society <http://fenolog.rgo.ru/>. The opening of this specialized website has greatly contributed to the revival of the young naturalists' movement, which used to be vigorous in Russia in the 20th century. Through this movement, young people took to research and often grew up to be scientists, natural science educators, specialists in nature protection, assistants in phenological monitoring. The website users can upload their phenological observations no matter where they live. One can also find guidelines on methods or scan the phenological observations posted by other users in the website. The information there can prove useful for both novices in phenology and the experienced lot.

An extra difficulty related to phenological observations in the High North is that children often leave for warmer places in the summer, so the focus has to be on spring and autumn events and respective phenophases. It's certainly worth making one's own, slightly shorter, list of events based on nature's calendar (Appendix 2).

To additionally develop observation skills in pupils we suggest using the comparison method. Ask them to compare the appearance of plants in wet and dry sites paying special attention to the plants' morphological adaptations, such as waxy bloom on leaves to reduce transpiration and water yield, pubescence, etc. (Makarova et al., 2001). A group of phenomena (quite distinct ones) can be chosen in any season of a year to be monitored by several pupils, and their outputs can then be compared.

A good idea would also be to compare the species compositions of plants on different types of soils and within different plant communities. One should however avoid choosing rare species – preference should rather be given to the most common species in the local flora. Some species can grow under widely ranging environmental conditions, and owing to their wide ecological amplitude they occur the most frequently, e.g. birch, rowan, willows, Labrador tea, bilberry, cowberry, crowberry, etc.

An interesting line of study is estimation of a plant's yield. This concerns both the seed yield of woody species (coniferous and small-leaved) and the fruit yield of dwarf shrubs and herbaceous plants. The procedure is to choose a plot of certain size (e.g. 5 × 5 m, 25 × 25 m, 50 × 50 m, depending on the aims) during the flowering stage, and count shoots of a given species within it. Several specimens are then chosen for observation, and their generative shoots are labeled with numbered tags (herbaceous plants can be marked out by tying tracing paper/cloth on thread to them). When monitoring the process of fruit formation and ripening and seed spread one should follow the chosen technique and carefully record all observations and estimates in datasheets and field log. It would be interesting to estimate the proportion of plants with fruit set in the total number of flowering plants in the plot, fruit/seed yield, total and average weight of seeds and other indices.

The beginning of the academic year is the time for studying the leaf fall process in various species (birch, goat willow, rowan, aspen, alder). Observations should be carried out in a permanent sample plot sized some 100 m², the plants labeled with numbered tags, the extent of leaf fall estimated as percentages starting with the onset of leaf fall until its end at equal time intervals (e.g. on every third day). If such observations are done annually, they will provide interesting local material on the rate of leaf senescence and the timing of growing season completion at specific sites. It would be desirable to supply these data with a description of the weather at the time of observations to be able to compare the different years and find explanations for distinctions (effects of wind speed, air temperature). Weather info is now available from the Internet, and some schools even have their own weather stations. Nonetheless, the observer should take notes on actual air temperature and wind speed on each sampling day on the spot.

Another kind of survey is based on the technique by the Ural phenologist V. A. Batmanov (1952). Observations are done on specific dates irrespective of the weather, weekends and such; for instance, plant phenophases are recorded on September 5, 10, 15, 20, 25 and 30.

People tend to remember their own observations better. In autumn one can also monitor and record the following:

1. The effect of autumn frosts on flowering in late-flowering species, fruiting and yield of berries and mushrooms. The timing and degree of the first heavy autumn frost. What plants were the most heavily affected by the frost, and which ones proved to be resistant? (to be carried out in specially allocated plots, including farm crops).

2. Duration of ripening in cowberry, cranberry, rowan, and its response to air temperature decline.

3. What mushroom species occur on September 5, 10, 15, 20, 25, 30 (the dates can be different, e.g. once in ten days). Each time, it would be desirable to provide visual estimates of the observed mushroom abundances on N. N. Galakhov's scale (for simple observations) or to measure mushroom biomass by estimating the weight for each species from a, for instance, 50 × 50 m plot (for middle school and senior high school pupils).

4. Snow cover establishment and the related processes in the environment, freeze-up of lakes and rivers.

The teacher may expand this list by adding other questions. Eventually, if such observations are carried out over years and accumulated at school in the form of log records, they turn into valuable scientific material and, what's most important, characterize the specifics of natural phenomena at the local level. They can be used to predict the seasonal development of plants and the yields of berries and mushrooms. It's advisable to publish such school materials, and cooperation between schools and a scientific organization, such as the nearby nature reserve or relevant institute, would be mutually beneficial in this sense.

Computer technology is bustling, and even junior schoolchildren won't be easily excited by simply "walking a route". Here one can recommend the website of the project "Phenology of the North Calotte" <http://www.miljolare.no/en/aktiviteter/pnc/> (Makarova et al., 2010) and arrange for the pupils to fill in the school's own website themselves.

We also suggest using other activities to incite interest in phenology in children to ensure continuity of observations and gathering of long-term material at school:

1. Photographs/presentations/video contest. A phenophase is chosen, for example 'burst buds' or peak leaf coloration. The focus is on one plant species: birch, aspen, rowan, etc. Photographs in a given format are

submitted before a stated deadline and displayed, and a jury chooses the best ones. The same applies to other phases, species, events.

2. Dance contest (e.g. 'Waltz of the flowers'). The aspects evaluated apart from the dance itself are the choice of music, garments, and thematic slides for visual back-up. A phenology-related play can be staged for theatrical representation of a research project.

3. Hand-written book, leaflet, newspaper, flyer, poem contest. A phenophase or group of phenophases is chosen; children carry out observations and draw up the results in the form of a book/leaflet, etc., for instance "Dripping spring", "Green noise", "Multicolored glade", "Autumn leaves".

4. Science conference, open lesson. These could be organized by active senior pupils as educational events for junior pupils to inspire them to study phenology.

5. Contest of 'color' crossword puzzles: 'yellow', 'blue', 'red', for which plants are selected: endemic, rare, poisonous, whatnot.

These activities can be very exciting given that the pupils invest enough effort and that the teacher has delivered the idea well and helped prepare the materials and organize the process in general.

Seasonal changes occur in plants as well as in animals. Many species of birds migrate to other countries in autumn to come back in spring, quite a few species change summer hair to warmer winter pelage, which is also of a different color. The mountain hare, for example, bears white 'furs' in winter and gray in summer. These changes are also seasonally recurring. In other words, there are plenty of objects to be observed.

Thus, as they study the phenological characteristics of plants and animals, schoolchildren get to know the nature of their little and greater homeland. Russia is a northern country. Its geographical position and size offer exclusive conditions for the most varied phenological observations, nature studies and conservation.

CONCLUSIONS

In view of the climate fluctuations and considerable ongoing change in the Arctic nature, it is crucial to promote the development of phenology, which, along with meteorology, can help more accurately determine the duration of seasons, the rates of Arctic sea ice decline, northward expansion of forests, migrations of vertebrates and other issues related to biosphere change.

Phenological information is widely used in agricultural practices in specific regions, forest seed cultivation and gardening, landscape design of private and public areas, game management and hunting, beekeeping, harvesting of berries, mushrooms, medicinal plants, and so on. Information about the timing of flowering onset in major allergy-causing plants is important for preventive medical routines.

Phenology as a science is gradually gaining recognition in our country. Thus, phenologists in Moscow are implementing a project with a grant from the Russian Geographical Society (RGS) to develop the Russian volunteer phenology network (Minin, 2015). This is a serious initiative. The website created for the RGS Phenology Network (<http://fenolog.rgo.ru>) is still at an early phase, and will apparently be further filled with both databases and analytical content – automatically generated seasonal development maps, phenological spectra, nature's calendars, as well as communication and feed-back components – forum, online expert support, etc. Enthusiasts willing to observe seasonal changes in the life of plants and animals are, in fact, not so many in our country. Provided relevant support, phenology is sure to become as popular among ordinary people as the now very active bird-watching.

A lot is being done for phenology education and awareness building of schoolchildren in St. Petersburg (Fedotova, 2015). This work has lately lost much of its vigor and fell apart into individual phenology clubs tutored by enthusiastic educators. The Phenology Centre established in 2015 as a subsidiary scientific unit of the Komarov Botanical Institute of the Russian Academy of Sciences is beginning to restore the Russian phenology network. The Centre's key objective is to broaden research on phenology issues to make the scientific information available when

dealing with practical economic matters. Upon request, the Centre shall e-mail standard datasheets and instructions for individual observers. An observer is to fill in the datasheets and submit them in the end of a year either at fenocenter@binrun.ru or by regular mail at Phenology Centre, Komarov Botanical Institute of the Russian Academy of Sciences, 2 Prof. Popov St., 197976 St. Petersburg. All the data are carefully stored at the Phenology Archives, processed, prepared for publication, and volunteer contributors get encouragement bonuses.

It is obvious that the demand for such centres and websites is growing because of climate change, fluctuations of local weather conditions, and in connection with contemporary economic problems. Russia once used to have the world's biggest network of volunteer phenology reporters. Restoring this network is certainly a great aim which requires considerable effort, resources and time. Such a network should have one national coordination centre and regional divisions, similarly to RGS. It would therefore be expedient to consolidate the efforts of Moscow and St. Petersburg phenologists in promoting this network and setting up a common phenology centre to be able to promptly collect and summarize data from different parts of Russia.

In addition to uploading own phenological data to the RGS website and cooperating with the St. Petersburg Phenology Centre, any interested person can take part in other phenological initiatives. One of them is the annual Universal Phenology Day organized by the Phenology Science and Education Centre of the Ural State Pedagogical University (Ekaterinburg), when data on bird cherry status on May 15th are collected from all over Russia. An interesting undertaking would also be to organize independent actions at various levels – school, nature reserve or national park and its surroundings, municipal district, region.

A good way to promote phenology locally is to create a nature's calendar for each Russian region and publish it regularly (ideally annually). Such calendars have been published in Russia since the mid-20th century, and were of great help for the economy, since they provided official information. Contemporary Russian executive authorities – natural resources ministries and committees, annually publish the Report on the Environment of a specific region of the Russian Federation. It would

be quite logical to add the "Regional nature's calendar" section to this yearbook, and preparation of the calendars could be the task for strict nature reserves or regional divisions of the Russian Phenology Centre. It's worth integrating data on nature's seasonal development also in other documents to be prepared – phenological and environmental passports of Russian regions. An interesting and useful practice is maintenance of nature's calendars of settlements – cities, towns, villages. Naturally, this implies setting up of phenological routes (transects) in the communities.

In addition to transect surveys one can establish phenological permanent sample plots (PPSP). This technique implies a more complex system of observations since the number of PPSP per transect can vary depending on terrain and plant associations. The recommended area to be observed in this case is at least 100 m². Where diverse types of natural-spatial complexes are present, it is desirable to monitor the main types that are the most typical of the study area. Obviously, the botanical description of complexes such as river and brook valleys, floodplains, terrace meadows should be very scrupulous because of the high species diversity there. The list of species to be monitored would also be much longer than, for instance, in the programme "Seasonal Life of Nature in the Kola North" (Makarova et al., 2001).

With this setup, phenological monitoring can constitute a part of local ecological monitoring. For instance, the data gathered from the Pasvik Strict Nature Reserve phenological transect have been included in many international scientific projects to be used for the analysis of climate change impact on the plant cover in northern Fennoscandia, improving the methods of satellite imagery interpretation, elaboration of the methods of mapping seasonal plant cover changes, and so forth (Karlsen et al., 2008, 2012a, b). As long-term data are amassed over time, one can begin to investigate the dynamics of an object's seasonal development. One of the approaches to processing the results of field observations is the known phenological spectra (Beideman, 1974; Makarova et al., 2001; Terentjeva, 2008).

In Russian phenology, the 'atlas' concept was first employed by I. N. Elagin and A. I. Lobanov (1979). This small book offers drawings of phenophases for some species, which no longer satisfy the requirements to contemporary learning aids. Their "Atlas..." (Elagin and Lobanov, 1979)

doesn't contain detailed phase descriptions, and the full cycle is presented not for all species. Nonetheless, this source has long served the needs of nature reserve staff, phenologists and naturalists.

At the turn of the 21st century, realizing it was clearly inadequate for school environmental education and competence-building of biology teachers and nature reserve staff, i.e. urged by operational needs, we dared in 2005 to announce the preparation of a phenology atlas for publication (<http://pasvik.org.ru/Activity/publish.htm>). This term has not really caught on yet. The book you're reading now, a phenological atlas, is a modern learning aid with plant photographs and scanned images, and detailed descriptions of each phenophase. A complementary multimedia product available is the "Video Atlas of Plant Phenophases".

The phenology atlas idea announced a little over 10 years ago was supported by teachers in the Murmansk Region and the neighboring Finnmark, with whom we have continuously collaborated. Everybody was so much looking forward to this phenology atlas, which was to give direct answers to questions such as which phase a species is in at the moment, how not to misdetermine a phenophase, what is the correct name for a phase. It turned out however that in addition to illustrations their detailed descriptions were needed, and it's only now that the actual book has been produced.

Practice shows that the question of unifying phenological techniques and approaches has long been in the air: there is a pressing need to compile one pan-Russian list of phenological indicators without complex and confusing notations, which, although they have long grown obsolete and must be replaced, are still used by some specialists (Ermakova, 2016).

The authors sincerely hope this edition will prove useful for both young and experienced conservationists, beginning amateur phenologists, students and schoolchildren, teachers and university lecturers. The English version of the book will make it usable in international phenology-related cooperation, both within the "Phenology of the North Calotte" programme and in other initiatives and actions. It would be great if in connection to strict nature reserves, where truly continuous phenological monitoring is carried out, local people of any age or profession become involved in observations to contribute to the study and conservation of nature. The atlas was made very colorful to attract also younger talents. We do believe

phenology skills can help children make choices on future profession and job, and through children family phenology, where observations continue across generations, will be revived in Russia.

We wish you all success in this work that is captivating, creative and extremely useful for science and environmental awareness – observation of nature's seasonal development.



ФЕНОЛОГИЧЕСКИЙ АТЛАС РАСТЕНИЙ

Поликарпова Наталья Владимировна
Макарова Ольга Акиндиновна
Редактор: кандидат биологических наук А. В. Кравченко
Перевод: О. С. Кислова
Оригинал-макет, дизайн: В. Н. Макарова

Фотографии: Н. В. Поликарпова, О. А. Макарова, Н. Г. Берлина, С. С. Огурцов, О. А. Першин, Н. Г. Воробьева, Г. А. Дмитренко, О. В. Кротова, А. В. Кравченко, С.-Р. Карлсен, И. В. Вдовин, архив заповедника «Пасвик».
Фото на обложке: «Цветение герани лесной» – Н. В. Поликарпова
Художник: В. А. Хохлов

Подписано в печать 10.10.2016. Формат 60 × 84/1/16
Усл. печ. л. – 14,75. Печать офсетная
Гарнитура PF Din Text Cond Pro. Тираж 1000 экз. Заказ № 000

Издательство некоммерческого партнёрства по реализации
государственной информационной политики «Голос губернии»
390023, Рязань, ул. Горького, 14, телефон: +7 (4912) 25-65-65. E-mail: npgolos55@mail.ru

Отпечатано в ГУП РО «Рязанская областная типография»
390023, г. Рязань, ул. Новая, 69/12

Наши контакты:

Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Государственный природный заповедник «Пасвик»

Юридический адрес: пос. Раякоски Печенгского района, Мурманской области, 184404
Почтовый адрес: пгт. Никель, ул. Победы д. 8, кв. 4, Печенгского района, Мурманской области, 184421
Тел./факс: +7 (815-54) 5-25-00, 5-27-98, e-mail: ppasvik@rambler.ru, pasvik.zapovednik@yandex.ru

A PHENOLOGICAL ATLAS OF PLANTS

Natalia V. Polikarpova
Olga A. Makarova
Editor: PhD (Biol.) Alexey V. Kravchenko
Translator: Olga S. Kislova
Layout and design: Vera N. Makarova

Photos: N. V. Polikarpova, O. A. Makarova, N. G. Berlina, S. S. Ogurtsov, O. A. Pershin, N. G. Vorobyeva, G. A. Dmitrenko, O. V. Krotova, A. V. Kravchenko, S.-R. Karlsen, I. V. Vdovin, Pasvik Reserve archive.
Photo on the cover: «Flowering of wood cranesbill» – N. V. Polikarpova
Drawings: V. A. Khokhlov

Ready to press 10.10.2016. Format 60 × 84/1/16
Press sheet – 14,75. Offset printing
Edition of 1000 copies. Order № 000

Publishing house NPP «Golos Gubernii»
390023, Gorky street, 14, Ryazan. Tel.: +7 (4912) 25-65-65. E-mail: npgolos55@mail.ru

Published in Ryazan Region Printing plant
390023. 69/12. St. Novaya, Ryazan

Our contacts:

Ministry of Natural Resources and Environment of the Russian Federation
Federal State Budget Institution «Pasvik State Nature Reserve»
Official address: Rajakoski, Pechenga District, Murmansk Region, 184404
Mailing address: Nikel, Pobedy str., 8-4, Pechenga District, Murmansk Region, 184421
Tel. / fax: +7 (815-54) 5-25-00, 5-27-98, e-mail: ppasvik@rambler.ru, pasvik.zapovednik@yandex.ru