


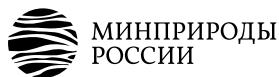
МАТЕРИАЛЫ I МЕЖДУНАРОДНОЙ

ФЕНОЛОГИЧЕСКОЙ ШКОЛЫ-СЕМИНАРА

13—17 августа 2018 г.



Летопись природы России: фенология



МИНИСТЕРСТВО ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ И ЭКОЛОГИИ РФ

МИНИСТЕРСТВО ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ И ЭКОЛОГИИ ТВЕРСКОЙ ОБЛАСТИ

ГАУ «ИНСТИТУТ ГЕНПЛАНА МОСКВЫ»

ЦЕНТРАЛЬНО-ЛЕСНОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПРИРОДНЫЙ БИОСФЕРНЫЙ ЗАПОВЕДНИК
ВСЕРОССИЙСКАЯ ОБЩЕСТВЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ РУССКОЕ ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО

ЦЕНТР УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ И ЗДОРОВЬЯ СРЕДЫ ИБР РАН

ОБЩЕСТВЕННАЯ РОССИЙСКАЯ ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ АКАДЕМИЯ

ФЕНОЛОГИЧЕСКИЙ ЦЕНТР БОТАНИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА ИМ. В.Л. КОМАРОВА РАН

НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ФЕНОЛОГИЧЕСКИЙ ЦЕНТР УРАЛЬСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО ПЕДАГОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ ЭКОЛОГИИ И ЭВОЛЮЦИИ ИМЕНИ А.Н. СЕВЕРЦОВА РАН

ЦЕНТР СОХРАНЕНИЯ И ВОССТАНОВЛЕНИЯ БОЛОТНЫХ ЭКОСИСТЕМ ИЛАН РАН

ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПРИРОДНЫЙ БИОСФЕРНЫЙ
ЗАПОВЕДНИК ИМ. В.М. ПЕСКОВА

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПРИРОДНЫЙ ЗАПОВЕДНИК «ПАСВИК»

УДК 502 (091) + 502.051
ББК 57.026
Л52

Редакционная коллегия:

А.А. Минин, д.б.н. (отв. ред.),
А.С. Желтухин, к.б.н.,
Е.А. Шуйская, к.б.н. (секр.),
И.И. Сапельникова

Рецензент:

В.М. Захаров, д.б.н., чл.-корр. РАН

Дизайн и верстка:

А.М. Ефимов, В.П. Волков

Л52 Летопись природы России: фенология. Материалы I Международной фенологической школы-семинара в Центрально-Лесном государственном природном биосферном заповеднике 13-17 августа 2018 г. Великие Луки. — 2018. — 224 с.

ISBN 978-5-6040685-8-8

В сборнике представлены материалы российских и зарубежных учёных, специалистов и научных коллективов из государственных заповедников, национальных и природных парков, институтов РАН, вузов и ботанических садов по следующим направлениям: состояние фенологических исследований в России и на ООПТ, роль фенологических центров, теоретические и практические вопросы фенологии в России, влияние климата на биоту, опыт сотрудничества ООПТ с профильными организациями.

© ФГБУ «Центрально-Лесной государственный заповедник», 2018
© ГАУ «Институт Генплана Москвы», 2018
© ООО «Великолукская типография», 2018

Летопись природы России: фенология

**МАТЕРИАЛЫ I МЕЖДУНАРОДНОЙ ФЕНОЛОГИЧЕСКОЙ
ШКОЛЫ-СЕМИНАРА В ЦЕНТРАЛЬНО-ЛЕСНОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ
ПРИРОДНОМ БИОСФЕРНОМ ЗАПОВЕДНИКЕ**

**13–17 августа 2018 г.
пос. Заповедный, Тверская область**

г. Великие Луки, 2018

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	6
<i>Минин А.А., Прокошьева И.В., Сапельникова И.И., Шуйская Е.А.</i> Состояние фенологических наблюдений и исследований в России	8
Берлина Н.Г. , <i>Зануздаева Н.В., Исаева Л.Г.</i> Организация и проведение фенологических наблюдений в Лапландском заповеднике	18
<i>Бисикалова Е.А.</i> Влияние природно-климатических факторов на дендрофенологию в заповеднике «Кедровая падь»	26
<i>Бобрецов А.В., Смирнов Н.С., Тертица Т.К.</i> Фенологические реакции растений и животных на изменчивость климата в Северном Предуралье (Печоро-Илычский заповедник)	36
<i>Буйволлов Ю.А., Благушин В.В., Соколова Г.В., Delgado М.М.</i> Фенологические отклики сосудистых растений Приокско-Террасного биосферного заповедника	43
<i>Вакурова М.Ф.</i> Фенологические наблюдения <i>Tulipa schrenkii</i> Regel в заповеднике «Ростовский»	51
<i>Гонтарь О.Б.</i> Методики фенологических наблюдений в работе ботанических садов	57
<i>Дукенбаева А.Д., Уалиева Б.Б., Арынов Б.Б.</i> Фенологический анализ растений, произрастающих на территории ГНПП «Көлсай Көлдери»	63
<i>Есенгельденова А.Ю.</i> Опыт организации и проведения фенологических наблюдений на территории природного парка «Кондинские озера» им. Л.Ф. Сташкевича	68
<i>Зорина А.А., Шуйская Е.А., Куракина И.В., Огурцов С.С., Степанов С.Н.</i> Компоненты изменчивости наступления феноявлений в Центрально-Лесном заповеднике	72
<i>Иванова Ю.Р., Скок Н.В.</i> Влияние изменяющихся погодных условий на сезонное развитие растительных сообществ в условиях низкогорий Среднего Урала	85
<i>Казарова С.Ю.</i> Фенологические особенности развития сортов и гибридов чубушников в дендрарии Ботанического сада МГУ	96
<i>Кириллова Н.Р.</i> Фенологическое развитие растений аборигенной флоры в питомниках Полярно-альпийского ботанического сада-института им. Н.А. Аврорина	103
<i>Китаев Л.М., Аблеева В.А., Коробов Е.Д., Желтухин А.С.</i> Примеры использования результатов экспериментальных работ на территории заповедников для уточнения региональных особенностей климата	109

<i>Курбатова Ю.А.</i> Климат как абиотический фактор: понятия и термины, агроклиматические показатели, современные климатические изменения, эколого-климатический мониторинг в Центрально-Лесном заповеднике	116
<i>Лаврова Т.В.</i> Фенология травянистых и некоторых древесных растений-интродуцентов в Ботаническом саду МГУ в 2017 г.	122
<i>Макарова О.А., Поликарпова Н.В., Гонтарь О.Б., Кротова О.В.</i> Сотрудничество заповедника «Пасвик» и Полярно-альпийского ботанического сада-института	127
<i>Макарова О.А., Поликарпова Н.В., Воробьева Н.Г.</i> Фенологические исследования в заповеднике «Пасвик»	133
<i>Молчанов А.Г.</i> Сезонный ход фотосинтеза древесных растений и эфемероидов	142
<i>Поликарпова Н.В., Макарова О.А., Берлина Н.Г., Зануздаева Н.В., Толмачева Е.Л., Шутова Е.В., Панева Т.Д.</i> Календарь природы заповедников Мурманской области	149
<i>Полянская Т.А.</i> Ритмологическая поливариантность цветения и плодоношения <i>Vaccinium myrtillus</i> L. в национальном парке «Марий Чодра»	157
<i>Прокошева И.В.</i> О связи осенних фенологических фаз у берёзы (<i>Betula pubescens</i>) с климатическими показателями в Горнотаёжном поясе Вишерского заповедника (Северный Урал)	163
<i>Рожкова О.Ю.</i> Феноклиматическая динамика активности биоты на территории Олекминского заповедника юго-запада Якутии	170
<i>Сайфуллина Н.М., Кильдиярова Г.Н.</i> Фенология цветения медоносных деревьев и кустарников заповедника «Шульган-Таш»	177
<i>Сапельникова И.И.</i> Фенологические исследования в Воронежском заповеднике	182
<i>Сулейманова Г.Ф.</i> Фенология степных растений северо-востока Саратовского Правобережья (на примере национального парка «Хвалынский»)	197
<i>Терентьева Е.Ю.</i> Использование комплексных фенологических характеристик в изучении экологических различий сезонного развития фитоценозов и их погодичной изменчивости	206
<i>Федченко И.А.</i> Сезонная динамика фитоценозов Пинежского заповедника	211
<i>Янцер О.В.</i> Весеннее развитие черёмухи на территории России (результаты единого фенологического дня)	218

ПРЕДИСЛОВИЕ

В России начало ведения фенологических наблюдений было положено в первой половине XVIII века. Исторически важную роль в их организации (с середины XIX века) сыграло Русское Географическое общество (РГО) и ботанические сады Санкт-Петербурга. В прошлом столетии в научной деятельности большинства создаваемых особо охраняемых природных территорий, в первую очередь заповедников, наблюдениям за сезонными изменениями в природе отводили важное место. Фенологические наблюдения, в т. ч. метеорологические, обязательно присутствуют в структуре годового отчёта работы заповедников — «Летопись природы». Сегодня фенонаблюдения ведутся участниками добровольной сети РГО (некоторые из таких материалов размещаются на сайте www.fenolog.rgo.ru), а также специалистами научно-исследовательских и учебных заведений, ботанических садов, агрометеорологических и метеорологических станций. В советское время совещания и конференции по проблемам фенологии проводились регулярно, в основном на базе РГО в Москве и Ленинграде. К сожалению, в последние десятилетия эти традиции практически прекратились и поддерживались преимущественно в отдельных регионах, которые взяли на себя бремя проведения общероссийских фенологических мероприятий. В первую очередь в этом отношении следует отметить Научно-образовательный фенологический центр Уральского государственного педагогического университета г. Екатеринбурга.

Для заповедников и пунктов РГО характерны в первую очередь наблюдения за фенологией природных ландшафтов вне больших населенных пунктов. В регионах накоплены весьма продолжительные и массовые ряды наблюдений за самыми разными объектами живой и неживой природы, которые формируют серьезную базу для научных и прикладных исследований. Особую актуальность эти данные и исследования представляют в наше время «глобальных климатических изменений». Значительная часть статей в этом сборнике посвящена именно этой проблеме: анализу многолетних фенологических рядов в связи с динамикой метеопоказателей. Получены очень интересные результаты, которые демонстрируют неоднозначную реакцию биоты на современные изменения климата, что предопределяет необходимость расширения и укрепления подобных исследований. Особенно важны в этом отношении именно заповедники, ботанические сады и пр., где соблюдается преемственность наблюдений специалистами и есть потенциал формирования длинных рядов.

В то же время существуют серьезные проблемы по координации этих исследований, согласованию методических вопросов ведения наблюдений, обработке данных, подготовке и повышению квалификации специалистов и пр. (см. статьи «Состояние фенологических наблюдений и исследований в России» и «Фенологические исследования в заповеднике “Пасвик”» в настоящем сборнике). Эти проблемы очень важные, и без их решения невоз-

можно разработка единой целостной системы фенологических наблюдений и исследований в России.

В настоящем сборнике представлено 29 работ от российских и зарубежных учёных, научных коллективов государственных заповедников, национальных и природных парков, институтов РАН, вузов и ботанических садов по следующим направлениям исследований:

- 1) Состояние фенологических исследований на ООПТ (иных учреждениях и организациях) в начале XXI века, роль фенологических центров.
- 2) Теоретические вопросы фенологии в России.
- 3) Организация фенологических наблюдений (методические подходы и проблемы).
- 4) Отклик сезонных процессов у растений и животных на климатические изменения.
- 5) Опыт сотрудничества ООПТ с профильными организациями.

Материалы в сборнике публикуются в авторской редакции с частичной правкой отдельных статей членами редакционной коллегии по согласованию с авторами и расположены в алфавитном порядке (по фамилии первого автора). Сборник имеет важное информационно-познавательное значение для специалистов, занятых в сфере изучения окружающей природной среды.

Мы надеемся, что Международная фенологическая школа-семинар «Летопись природы России: фенология», прошедшая первый раз в Тверской области на базе Центрально-Лесного государственного природного биосферного заповедника в 2018 году, внесет весомый вклад в научно-методическое и организационное укрепление системы фенологических наблюдений и исследований в России, в углубление наших знаний о происходящих процессах в природе нашей страны, и станет постоянно действующей платформой объединения фенологов России.

*Оргкомитет I Международной
фенологической школы-семинара*

СОСТОЯНИЕ ФЕНОЛОГИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ И ИССЛЕДОВАНИЙ В РОССИИ

Минин А.А.¹, Прокошева И.В.², Сапельникова И.И.³, Шуйская Е.А.⁴

¹ ГАУ «Институт Генплана Москвы», Российская экологическая академия, г. Москва, aminin1959@mail.ru

² Государственный природный заповедник «Вишерский», г. Красновишерск, halsori@yandex.ru

³ Воронежский государственный заповедник им. В.М. Пескова, г. Воронеж, is@reserve.vrn.ru

⁴ Центрально-Лесной государственный природный биосферный заповедник, пос. Заповедный, Тверская область, elenashuy@rambler.ru

В статье обсуждаются результаты анкетирования участников школы-семинара «Летопись природы России: фенология» 2018 г. по вопросам современного состояния фенологических наблюдений и исследований, а также перспективам развития фенологической науки в России.

Ключевые слова: Календарь природы, Летопись природы, особо охраняемая природная территория, фенология, экологический мониторинг.

Организаторы международной школы-семинара «Летопись природы России: фенология» поставили следующие вопросы для обсуждения на семинаре:

- координация работы Фенологического центра (БИН РАН), научных сотрудников-фенологов из особо охраняемых природных территорий (ООПТ) и других заинтересованных организаций (институты, вузы и т.д.);
- унификация подходов по проведению наблюдений и обработке данных;
- обобщение материалов и подготовка совместных публикаций;
- обучение специалистов-фенологов современным математическим методам обработки временных рядов;
- практическое применение фенологических данных;
- использование биосферных резерватов в качестве приоритетных объектов и обсерваторий для проведения комплексных исследований, мониторинга изменений в природе, изучения путей смягчения последствий изменений климата и адаптации к ним на основе экосистемного подхода.

Чтобы получить представление о современном состоянии фенологических работ в России, была организована рассылка анкет по ООПТ и некоторым институтам и вузам. В оргкомитет конференции поступило 49 анкет.

В первую очередь для организаторов было важно оценить место и роль фенологических наблюдений и исследований на ООПТ, поэтому участникам школы-семинара было предложено ответить на вопросы по Календарю природы, как базовой части Летописи природы. В опросе участвовали не только участники, но и другие сотрудники ООПТ, а также научно-исследовательских институтов и вузов, которые откликнулись и прислали анкеты. От заповедников поступило 38 анкет, от национальных парков — 5, в т. ч. из

Казахстана — 1, от природного парка — 1, от институтов и вузов (в том числе ботанических садов) — 5.

В анкете было 15 вопросов: сведения по продолжительности рядов наблюдений за разными группами объектов, принятые методические подходы, кто собирает материал, опыт анализа и предоставления данных, проблемы, которые испытывают наблюдатели и др.

Очевидно, что дать объективную и исчерпывающую оценку состояния обозначенных проблем в России не получится, так как лишь 36% ООПТ приняли участие в анкетировании. Но общий вектор развития фенологического направления и проблемы, связанные с этим разделом научных исследований на ООПТ, по данным анкет обозначаются достаточно ясно.

Следует отметить, что история фенологических наблюдений в заповедниках России весьма солидная. Первые заповедники СССР начали их проводить в 20-30-е гг. прошлого столетия. Так, одним из первых начал вести фенологические наблюдения Кавказский заповедник: с 1923 г. за животными и сезонными абиотическими явлениями, а с 1928 г. — за растениями. Имеет непрерывные ряды в течение 42 лет с 1949 по 1990 гг. И это не единственный пример. Исторически так сложилось, что старейшие заповедники с давними традициями исследований ведут многолетние наблюдения за сезонным развитием природы, несмотря на возникавшие трудности в разные исторические периоды. Это Лапландский заповедник (1930 г. создания), в котором фенологические исследования были начаты с момента открытия, имеющий 61-летние непрерывные ряды. Воронежский (1923 г.) и Печоро-Илычский (1930 г.) заповедники, в которых фенологические исследования были начаты в 1936 г. и ведутся по настоящее время. Баргузинский (ФГБУ «Заповедное Подлесье») (1916 г.) и Окский заповедники (1935 г.), имеющие 81-летние фенологические ряды. Также Центрально-Черноземный заповедник (1935 г.), в котором фенологические исследования были начаты в 1939 г. К сожалению, есть и чёрные страницы истории. В некоторых заповедниках фенологические данные были утеряны во время Великой Отечественной войны или в период их закрытия. Это в полной мере коснулось Центрально-Лесного заповедника: фенологические исследования, начатые в 1937 г., были утеряны во время войны, а продолженные осенью 1945 г. — во время закрытия заповедника с 1951 по 1960 гг. Некоторые ООПТ (в основном созданные недавно) только начинают сбор фенологических данных: Валдайский национальный парк (3 года), заповедник «Убсунурская котловина» (9 лет).

В 1999–2000 гг. ВВФ (Всемирный фонд дикой природы, российское представительство) сделал вполне успешную попытку обобщения и анализа многолетних материалов некоторых заповедников (Влияние..., 2001). Были представлены аналитические статьи от 13 заповедников, расположенных в разных регионах России. Это старейшие заповедники с большими многолетними рядами наблюдений: Баргузинский, Башкирский, Воронежский, Ильменский, Окский, Печоро-Илычский, Хопёрский и др.

В сети добровольных наблюдателей Русского географического общества (РГО) также есть пункты с многолетними рядами данных (г. Нерехта Костромской области, около 70 лет), но обычно наблюдения ведет один человек-энтузиаст на протяжении некоторого периода жизни и после его отхода от наблюдений (по разным причинам) они, как правило, не имеют продолжения. В этом плане заповедники, ботанические сады и т.п. отличаются тем, что имеют преемственность наблюдений и перспективы формирования длинных рядов.

Раньше Календари природы по различным пунктам СССР публиковала Фенологическая комиссия ГО СССР, в последние годы эту традицию возобновил Фенологический центр Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН в Санкт-Петербурге, её преемник. В их архивах хранятся достаточно длинные ряды по отдельным пунктам практически всех регионов бывшего СССР. Отдельно следует отметить фенологов Екатеринбурга (объединяющий центр – Уральский государственный педагогический университет), где накоплен большой массив фенологической информации, разработаны оригинальные методики наблюдений и анализа данных (Янцер, Скок, 2016). Также хорошо представлена Кировская (Соловьев, 2007), Томская области (координатор Рудский В.Г.) и др.

Из анкетруемых ООПТ практически все ведут наблюдения за растениями, животными и природными явлениями. Только 10% не принимают участие в сборе информации за природными явлениями. Более половины ООПТ не ведут наблюдения за грибами. В устных беседах специалисты комментируют, что это достаточно методически сложная группа объектов для длительных наблюдений, непросто регистрировать и даты массового появления. С другой стороны, грибы – это особые организмы, которые чувствительны не только к гидротермическому режиму текущего года, но и комплексу внешних условий предыдущего года.

По количественному составу фенологических объектов и фенофаз ситуация разная. Их количество во многих ООПТ менялось по годам, иногда участники затруднялись ответить на этот вопрос. Среднее количество наблюдаемых видов на одной ООПТ с длительными рядами наблюдений (более 30 лет) до 100. В отдельных случаях состав меняется от 14 до 345 (Воронежский заповедник) или 347 видов (заповедник «Шульган-Таш»). То же самое касается и информации по количеству фенологических фаз (от 1 до 175, как в Пинежском заповеднике). Задачи оценить качественный состав фенологических объектов через анкетирование не ставилось. Но, руководствуясь общепринятыми методиками фенологических наблюдений, можно утверждать, что среди растений наблюдениями охвачены в первую очередь широко распространенные на всей территории России виды, как древесно-кустарниковые, так и травянистые, основные ягодники и ряд растений, являющихся индикаторами сезонов или значимо важными для конкретной территории. Похожая ситуация и с животными объектами.

В 20 заповедниках (49% из участвующих в анкетировании) и 3 ботанических садах есть своя метеостанция. Остальные территории пользуются данными ближайших станций. Старейшие метеостанции продолжают работать в заповедниках «Столбы» (с 1926 г.), Алтайском и Воронежском (с 1929 г.).

Регистрация феноявлений практически на всех территориях осуществляется методически правильно: у растений и грибов на постоянных маршрутах (пробных площадях), а для животных характерен смешанный тип наблюдений: постоянные маршруты и случайная встреча (что встретилось во время прохождения маршрута). Только 3% ООПТ ведут наблюдения за растениями и животными случайным образом.

Основным методическим документом, который указали анкетированные, является методическое пособие К.П. Филонова, Ю.Д. Нухимовской (1985; 1990), изданное для ведения Летописи природы в заповедниках. Там подробно говорится о целях и задачах научных исследований на ООПТ, зачем нужна сама книга, о её структуре, приведено много практических советов по организации наблюдений и каким исследованиям необходимо отдать предпочтение и т.д., большой список методической литературы. Но непосредственно фенологическим вопросам уделено очень мало внимания. Все опрошенные специалисты в области фенологии пользуются методикой И.Н. Бейдеман (1974). Дополнительно сотрудники ООПТ обращаются к статье «Вопросы составления календарей природы» (1986). Некоторые пользуются атласом-определителем фенологических фаз растений (1979) и другими изданиями (Руководящий документ, 2010). Методикой В.А. Батманова (1931) пользуются уральские фенологи. Методиками Л.С. Плотниковой (1972) и П.И. Лапина (1979) — специалисты ботанических садов.

Во многих ООПТ ежегодно проводятся фенологические техминимумы для сотрудников-наблюдателей, издаются методички с указаниями основных объектов, фенофаз и т.п. Например, сотрудники Лапландского заповедника для госинспекторов разработали три методических пособия по ведению фенологических наблюдений за растениями, птицами и млекопитающими. Заповедник «Пасвик» в 2016 г. выпустил «Фенологический атлас растений» (Поликарпова, Макарова, 2016). В Центрально-Лесном заповеднике с 2017 г. есть видеоатлас фенологических явлений с комментариями.

Во многих ООПТ (85%) есть исполнитель, ответственный за сбор и обработку феноданных, но часто это не квалифицированный специалист в области метеорологии и фенологии. Данные для Календаря природы собираются госинспекторами (100%) и научными сотрудниками (80%). В настоящее время в 27% ООПТ нет ответственного исполнителя-фенолога (заповедники Алтайский, Вишерский, Кандалакшский, «Кивач», Окский, Ростовский, Тигирекский и др.).

Что касается обработки и предоставления фенологического материала, то в 44% ООПТ не делают даже первичную статистическую обработку данных. Это, как правило, молодые заповедники и национальные парки. При этом 27% исполнителей собирают информацию о сезонном развитии при-

роды только для представления в таблицах Календаря природы в книгах Летописи. 71% анкетированных ООПТ не знакомы с программой обработки временных рядов «Мезозавр», созданной специально для этих целей, лишь 7% использовали её для анализа многолетних данных. Программа «Мезозавр» была рекомендована для обработки многолетних рядов во время научного семинара в Пушкино в 1997 г., для работы с которой было создано специальное руководство (Пузаченко, Пузаченко, 1998).

Около 15% респондентов активно публикуют фенологические данные и выступают с докладами по результатам работ на конференциях и семинарах (например, заповедники Воронежский, Лапландский, «Пасвик», «Шульган-Таш» и др.). 63% ООПТ не сотрудничают с фенологами своего региона или с иными профильными организациями. Наиболее часто в качестве партнера упоминается Уральский государственный педагогический университет, который организует проведение Единого Фенологического дня 15 мая. 46% опрошенных участников отправляет данные по фенологии в разные организации: 17% в Русское географическое общество (<https://fenolog.rgo.ru>), 12% – в Фенологический центр Ботанического института им. В.Л. Комарова.

Многие ООПТ (37% из числа приславших анкеты) в последние 5–7 лет принимают участие в финско-русском проекте «Летопись природы Евразии: крупномасштабный анализ изменяющихся экосистем» (Eurasian Chronicle of Nature – Large Scale Analysis of Changing Ecosystems (ECN)), предоставляя свои материалы в единую базу для совместных публикаций в иностранных журналах. 25% ООПТ отправляют свои данные в несколько организаций.

Во многих анкетах была указана общая проблема: дефицит квалифицированных кадров. В 95% ООПТ нет штатного фенолога по сбору и обработке фенологических данных. В связи с тем, что в состав книги «Летопись природы» входят обязательные разделы «Погода» и «Календарь природы», на их выполнение назначаются любые специалисты научного отдела или охраны, часто не имеющих практического опыта и методической базы.

В старейших заповедниках система наблюдений складывалась постепенно, и, как правило, и сегодня поддерживается их преемственность и непрерывность. Но в последние годы в связи с реорганизацией, оптимизацией и объединением нескольких ООПТ, система ломается, сокращаются ставки, сокращаются сотрудники без передачи своих знаний и опыта. В молодых ООПТ (организованы с 90-х гг. XX века) научные отделы, как правило, малочисленные, часто без сильных кадров, многие научно-исследовательские работы проводятся на договорной основе. Но фенологические наблюдения не могут проводиться периодически, они должны быть круглогодичными и выполняться по одной методике.

Сегодня, на наш взгляд, можно выделить несколько проблем, которые требуют должного внимания как руководителей ООПТ, так и головного учреждения – Департамента государственной политики и регулирования в сфере охраны окружающей среды МПР РФ.

- Это непонимание руководством заповедников значимости многолетних фенологических наблюдений, отсутствие контроля и руководящих направляющих от вышестоящих органов.
- Текучесть кадров инспекторского состава. Отсутствие стимулирования и контроля со стороны администрации ООПТ, неправильная расстановка приоритетов в работе (часто госинспектора используются в качестве разнорабочих). Заповедные госинспектора — это глаза там, где нет научных сотрудников, где большая территория. Исторически в их должностные обязанности входит ведение фенологических наблюдений. При приёме на работу именно этому вопросу не уделяется должное внимание. Как правило, госинспектора в заповедниках не имеют высшего или специального образования. Поэтому сначала их нужно обучить (техническая учеба), а потом контролировать сбор материала.
- Приборное обеспечение. Известны случаи, когда в последние годы ООПТ вынуждены покупать дорогостоящие метеоданные с соседних метеостанций. Эффективнее всего иметь свою метеостанцию на территории ООПТ (если горная территория, то две: в предгорье и в горах), а для микроклиматических исследований — логгеры различных показателей в разных биогеоценозах. Для всего этого нужно финансирование и понимание руководством необходимости таких исследований.
- Есть проблемы и с единым методическим подходом. Практика показала, что разнятся названия фенофаз, нет четких признаков наступления некоторых фенофаз (например, конец роста побегов, рассеивание плодов), ряд вопросов по ведению фенологических наблюдений за грибами. Современная заповедная наука давно вышла на уровень обобщения и анализа. Многолетний материал позволяет это делать как на региональном, так и межрегиональном уровнях. Но при разных методических подходах в сборе и обработке материала ценность полученных данных сразу снижается. Эта проблема и пути её решения рассмотрена в статье О.А. Макаровой, Н.В. Поликарповой, Н.Г. Воробьевой «Фенологические исследования в заповеднике “Пасвик”», представленной в настоящем сборнике.

Последнее программно-методическое пособие по ведению летописи природы в заповедниках СССР (К.П. Филонов, Ю.Д. Нухимовская) издано в Советском Союзе в 1985 г. (переиздано в 1990 г.). После этого никаких методических пособий, кроме некоторых региональных, централизованно не издавалось. В 2013 г. были подготовлены методические рекомендации «Организация экологического мониторинга на особо охраняемых территориях» (Стишов, Троицкая, 2013), но кроме обсуждения в научных отделах ООПТ широкого практического применения пособие не получило. В плане руководства по фенологии его сложно рекомендовать.

Последний обучающий семинар по многолетним рядам был в 1997 г. в Пущино. Специальных обучений для сотрудников вновь образованных ООПТ не проводится.

Все обозначенные выше проблемы касаются организации фенонаблюдений в заповедниках. Ниже мы приводим некоторые вопросы из анкет участников, сопроводив их комментариями.

- Пропуски в рядах наблюдений, как в фенологических, так и в метеорологических — это непростой вопрос. Нужно иметь опыт использования фенологов, большую базу данных, сопряженные многолетние ряды, чтобы восстанавливать даты тех или иных фенособытий. При наличии опорной метеостанции Росгидромета можно восстановить температуру за месяцы и год, если есть свои короткие непрерывные ряды. Но посуточную температуру таким образом не восстановить.
- Недостаточное владение методами математической статистики для обработки материалов наблюдений. Нет опыта в установлении статистических связей между климатическими и фенологическими показателями. Отсутствие единой базы данных и программного обеспечения. По данным анкетирования 73% респондентов согласны обрабатывать фенологические данные в едином ключе, 7% затрудняются ответить, а остальные — не готовы.

Таким образом, обозначился ряд общих проблем, сдерживающих развитие фенологической науки в России:

- Отсутствие единой (головной) организации национальной Фенологической сети по сбору, хранению, оцифровке, анализу имеющихся данных, а также прогнозу.
- Отсутствие региональных Фенологических центров в федеральных округах РФ (по примеру региональных центров СОПР).
- Отсутствие понимания важности ведения фенологических наблюдений в России, и в частности на ООПТ, у руководства Министерства природных ресурсов и экологии РФ. Нет централизованной поддержки для создания объединенной базы фенологических данных, общего администрируемого и постоянно обновляемого информационного ресурса для сотрудников ООПТ и других профильных организаций по обмену опытом, рабочими вопросами, проектами, информационными материалами, публикациями, объявлениями о грантах и прочее.
- Отсутствие фенологических обучающих школ-семинаров для сотрудников ООПТ и других организаций, а также для педагогов дошкольного и школьного образования.
- Отсутствие общей методики фенологических исследований с современными подходами обработки и анализа многолетних данных.

В настоящее время многие авторы отмечают разнонаправленную реакцию биоты на наблюдаемые климатические изменения (Гордиенко, Соколов, 2009; Сапельникова, 2015; Гашев и др., 2017; Минин, Воскова, 2014; Минин и др., 2016; Минин и др., 2017; Прокошева, 2017; Ovaskainen et al., 2013; и др.), которые существенно трансформируются на уровне локальных эко-

систем. Это направление исследований необходимо развивать в целях более глубокого понимания тенденций современных природных процессов. Следует наметить новые направления для сотрудничества в области сбора и обработки многолетних данных, публикации научных материалов, а также кооперации и интеграции охраняемых территорий друг с другом, институтами и вузами на разных уровнях. Нужны совместные усилия для унификации данных, разработки единых методологических и аналитических подходов к анализу материалов, чтобы восстановить и укрепить фенологическую сеть и фенологические исследования в России.

Оргкомитет школы-семинара «Летопись природы России: фенология» благодарен и признателен всем участникам анкетирования за ответы на вопросы.

Литература

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

Вопросы составления календарей природы. // Тр. гос. заповедника «Столбы». Выпуск XII. – Красноярск: Изд-во Красноярского университета, 1986. – 168 с.

Влияние изменений климата на экосистемы. Охраняемые природные территории России: анализ многолетних наблюдений. – М.: Русский университет, 2001. – 184 с.

Гашев С.Н., Васин А.М., Беспалова Т.Л., Есенгельденова А.Ю. Динамика фенологических явлений в жизни млекопитающих средней тайги // Вестник Тюменского государственного университета. Экология и природопользование. Т. 3. № 1, 2017. – С. 47–60.

Гордиенко Н.С., Соколов Л.В. Анализ долговременных изменений сроков сезонных явлений у растений и насекомых Ильменского заповедника в связи с климатическими факторами // Экология. № 2, 2009. – С. 96–102.

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

Лапин П.И. Методика фенологических наблюдений в Ботанических садах СССР // Бюл. Гл. ботан. сада. Выпуск 113, 1979. – С. 3–11.

Минин А.А., Воскова А.В. Гомеостатические реакции деревьев на современные изменения климата: пространственно-фенологические аспекты // Онтогенез. Т. 45. № 3, 2014. – С. 162–169.

Минин А.А., Ранькова Э.Я., Рыбина Е.Г., Буйволов Ю.А., Сапельникова И.И., Филатова Т.Д. Феноиндикация изменений климата за период 1976–2015 гг. в центральной части европейской территории России: береза бородавчатая (повислая) (*Betula verrucosa* Ehrh. (*B. pendula* Roth.)) // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. Т. XXVII. № 2, 2016. – С. 17–28.

Минин А.А., Ранькова Э.Я., Рыбина Е.Г., Буйволов Ю.А., Сапельникова И.И., Филатова Т.Д. Феноиндикация изменений климата за период 1976–2015 гг. в центральной части европейской территории России: береза бородавчатая (повислая) (*Betula verrucosa* Ehrh. (*B. pendula* Roth.)), черемуха обыкновенная (*Padus avium* Mill.), рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia* L.), липа мелколистная (*Tilia cordata* Mill.) // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. Т. XXVIII. № 3, 2017. – С. 5–22.

Плотникова Л.С. Методика фенологических наблюдений за интродуцированными древесными растениями / Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР. – М., 1972. – С. 40–46.

Поликарпова Н.В., Макарова О.А. Фенологический атлас растений / Ред. А.В. Кравченко. – Рязань: НП «Голос губернии», 2016. – 236 с.

Программа наблюдений над периодическими явлениями природы. Изд. 5-е, перераб. – Свердловск: Изд. УОБК, 1931.

Программа наблюдений над периодическими явлениями природы для метеорологических станций Уральской области. – Свердловск: Изд. Урал. Гидрометбюро, 1931. – 22 с.

Прокошева И.В. Динамика фенологических процессов в горнотаёжном поясе Вишерского заповедника (Северный Урал) под влиянием климатических изменений // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем, Т. XXVIII. №2, 2017. – С. 40–55.

Пузаченко А.Ю., Пузаченко А.Г. Анализ многолетних наблюдений на основе данных «Летописи природы»: оценка параметров динамики // Методические рекомендации для сотрудников заповедников. Машинопись, 1998. – 76 с.

Руководящий документ РД 52.33.725-2010. Методические указания по составлению агрометеорологического ежегодника для сельскохозяйственной зоны Российской Федерации. – Обнинск: ВНИИГМИ-МЦД, 2010. – 142 с.

Сапельникова И.И. Фенология осенних процессов древесно-кустарниковых видов в Воронежском заповеднике // Современное состояние фенологии и перспективы её развития: Мат. междунар. научно-практ. конф. – Екатеринбург: ФГБОУ ВПО Урал. гос. пед. ун-та, 2015. – С. 268–275.

Соловьёв А.Н. Климатогенная динамика сезонной активности биоты востока Русской равнины в XX столетии // Известия Российской академии наук. № 4, 2007. – С. 54–65.

Стишов М.С., Троицкая Н.И. Организация экологического мониторинга на особо охраняемых территориях. Машинопись, 2013. – 65 с.

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

Филонов К.П., Нухимовская Ю.Д. Летопись природы в заповедниках СССР. Методическое пособие. – М.: Наука, 1990. – 160 с.

Янцер О.А., Скок Н.В. Фенологические методы исследований в изучении динамики ландшафтов: общий обзор // Вестник Башкирского университета. Т. 21. № 1, 2016. – С. 91–100.

Ovaskainen O., Skorokhodova S., Yakovleva M., Sukhov A., Kutenkov A., Kutenkova N., Shcherbakov A., Meyke E., and Delgado Maria Del Mar. Community-level phenological response to climate change // PNAS. Vol. 110. №33, 2013. – P. 13434–13439.

THE STATE OF PHENOLOGICAL OBSERVATIONS AND RESEARCH IN RUSSIA

Minin A.A.¹, Prokosheva I.V.², Sapelnikova I.I.³, Shuyskaya E.A.⁴

¹ State Institute for the Master Plan of Moscow, Russian Ecological academy, Moscow, aminin1959@mail.ru

² State Nature Reserve «Vishersky», Krasnovishersk

³ Voronezh State Nature Reserve V.M. Peskova, Voronezh

⁴ Central Forest State Natural Biosphere Reserve, Zapovedniy, Tver region

The article discusses the results of the survey of participants of the school-seminar «Chronicle of nature of Russia: phenology» in 2018 on the current state of phenological observations and research, as well as the prospects of development of phenological science in Russia.

Key words: Calendar of nature, Chronicle of nature, specially protected natural area, phenology, ecological monitoring.

ОРГАНИЗАЦИЯ И ПРОВЕДЕНИЕ ФЕНОЛОГИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ В ЛАПЛАНДСКОМ ЗАПОВЕДНИКЕ

Берлина Н.Г.¹, Зануздаева Н.В.¹, Исаева Л.Г.²

¹ Лапландский государственный природный биосферный заповедник, г. Мончегорск, natazan@yandex.ru

² Институт проблем промышленной экологии Севера Кольского научного центра РАН, г. Апатиты, isaeva@inep.ksc.ru

В работе рассмотрены вопросы организации и проведения фенологических наблюдений в Лапландском заповеднике Мурманской области, где мониторинг за происходящими явлениями ведется с 1930 года и насчитывает 75–80 лет наблюдений за постоянными объектами. Даны фенологические наблюдения по 16 фазам сезонного развития 29 видов растений в различных растительных сообществах.

Ключевые слова: Лапландский заповедник, фенология, фенофазы, растения.

Введение

Лапландский заповедник находится в центральной части Мурманской области. Территория его полностью входит в зону северной тайги, граница которой с равнинной тундрой проходит в 70–90 км от северной границы заповедника; южная граница проходит в 120–130 км к северу от Полярного круга. Климат Лапландского заповедника значительно смягчает незамерзающее Баренцево море, обогреваемое Нордкапской ветвью теплого Атлантического течения. Средняя годовая температура центральной части Мурманской области — 1.5°, самого холодного месяца (февраля) — 13°, самого теплого (июля) +13°. Сумма осадков — около 400 мм, чаще они выпадают в виде снега, который лежит около 250 дней.

Ежегодная постоянная регистрация процессов, происходящих в природе, на протяжении длительного времени дает фундаментальный материал, на основании которого можно подойти к прогнозированию возможных изменений в окружающей природной среде. Фенологические наблюдения в течение года интересны тем, что дают множество информации по фенофазам, продолжительности каждой фенофазы во времени и в пределах сезонов. Межгодовые изменения зависят от различных факторов, в том числе от температуры, света, осадков, относительной влажности, опылителей и др. Понимание сроков наступления и окончания фенологических фаз важно как для экологии растений, так и понимания процессов изменения климата и окружающей среды.

Регистрация происходящих в природе процессов входила в задачи заповедников с начала их создания, но первая программа «Летописи природы» была разработана только в 1940 году. В Лапландском заповеднике фенологические наблюдения ведутся с 1930 года, а в 1937 году была организована регистрация их на карточках, в дальнейшем данные заносились в фенологический журнал и феноанкеты. По разным причинам первая книга «Летописи

природы», включающая материал за 1958–1960 гг., была создана лишь в 1961 году. С этого времени «Летопись природы», куда входит глава «Календарь природы», формируется ежегодно. Глава «Календарь природы» состоит из обзора фенологических явлений по сезонам с характеристикой сроков их наступления по отношению к многолетним средним, и хронологической таблицы, включающей более 200 явлений: 38 — наблюдения за погодой, состоянием снежного покрова в лесу и ледового на озерах; 105 — зоологические, наблюдения за прилетом и отлетом птиц, за фенологическими явлениями в жизни животных; 85 — фитофенологические наблюдения за сезонной динамикой растений. Кроме даты наступления явления в текущем году, приводятся средняя многолетняя, самая ранняя и самая поздняя даты явления и число лет наблюдений. Мониторинг за происходящими явлениями велся с 1930 года почти непрерывно, за исключением трех лет Великой Отечественной войны и с 1951 по 1957 гг., в течение которых заповедник не функционировал. Первым фенологом был О.И. Семенов-Тянь-Шанский, в дальнейшем фенологические наблюдения проводили З.Х. Аблаева, Н.Г. Берлина, Л.Г. Исаева, Н.В. Зануздаева. Календарь природы неоднократно был опубликован (Семенов-Тянь-Шанский, 1975, 1990; Семенов-Тянь-Шанский, Аблаева, 1983; Берлина, Зануздаева, 2008, 2015). По длительности рядов фенологических наблюдений (75–80 лет) Лапландский заповедник занимает одно из первых мест среди других заповедников.

С 1994 года была предпринята попытка объединить и унифицировать систему наблюдений по фенологии некоторых растений в заповедниках региона, Полярно-альпийском ботаническом саду, природном резервате «Пасвик» (Норвегия). Фенологические наблюдения проводились на постоянных феномаршрутах за сосудистыми растениями, общими для всех территорий. Результаты исследований были опубликованы (Сезонная..., 1996, 2001).

К сожалению, по окончании проекта, данные исследования на некоторых ООПТ проводятся не за всем списком растений и не по всем фазам фенологического развития.

Объекты и методы исследований

В Лапландском заповеднике фенологические наблюдения за высшими растениями ведутся на трех постоянных маршрутах, два из которых были заложены в 1936 году, третий — в 1994 году. С 1994 года на этих маршрутах дополнительно проводятся фенологические наблюдения за растительными сообществами. Для первого этапа работы в 1994 году были отобраны 19 видов растений и 16 фаз для слежения за ходом всего вегетационного периода, позже были включены еще 10 растений. Таким образом, были соединены требования методики по ведению «Летописи природы» и академические (Бейдеман, 1974). Подбирались виды, практически полезные и широко распространенные в Мурманской области, относящиеся к разным феноритмотипам: *Achillea millefolium* L. — тысячелистник обыкновенный, *Andromeda polifolia* L. — подбел многолистный, *Betula pubescens* Ehrh. — Береза пушистая, *Calluna vulgaris*

Таблица 1. Фенология растений по растительным сообществам в 2016 году.

Фенофазы	1	2	3	4	5	6	
Вид	Даты наступления фенофаз						
Ельник черничный							
Ель сибирская	25.05	31.05	04.07	25.05	01.06	3.06	
Сосна обыкновенная	22.05	24.05	09.07	09.06	13.06	15.06	
Черника миртолистная	18.05	24.05	06.06	20.05	23.05	01.06	
Брусника	-	01.06	25.06	10.06	14.06	17.06	
Водяника обополая	-	31.05	15.06	09.05	11.05	17.05	
Багульник болотный	-	01.06	06.06	31.05	02.06	14.06	
Одноцветка одноцветковая	-	20.06	28.06	10.06	15.06	20.06	
Березняк приручевой							
Береза пушистая	05.05	18.05	15.06	24.05	26.05	°	
Ольха серая	19.05	23.05	09.06	08.05	11.05	°	
Осина	24.05	28.05	10.06	28.04	5.05	09.05	
Рябина Городкова	11.05	14.05	10.06	05.06	16.06	23.06	
Ива козья	10.05	14.05	31.05	10.04	05.05	11.05	
Дерен шведский	13.05	27.05	05.06	02.06	06.06	20.06	
Линнея северная	-	17.05	31.05	15.06	18.06	04.07	
Седмичник европейский	17.05	24.05	01.06	03.06	09.06	16.06	
Купальница европейская	22.05	24.05	07.06	07.06	13.06	23.06	
Бодяк разнолистный	12.05	15.05	07.06	04.07	07.07	12.07	
Лабазник вязолистный	09.05	11.05	07.06	05.07	07.07	14.07	
Болото сфагновое верховое с карликовой березкой							
Подбел многолистный	-	30.05	10.06	30.05	01.06	05.06	
Вереск обыкновенный	-	30.06	10.07	15.07	18.07	27.07	
Морозка	18.05	25.05	07.06	25.05	29.05	31.05	
Голубика	-	24.05	06.06	01.06	06.06	15.06	
Вахта трехлистная	12.05	27.05	05.07	01.06	02.06	06.06	
Пальчатокоренник пятнистый	22.05	24.05	12.06	20.06	23.06	05.07	
Луг разнотравный							
Тысячелистник обыкновенный	08.05	11.05	31.05	20.06	25.06	30.06	
Герань лесная	09.05	11.05	02.06	20.06	12.06	14.06	
Иван-чай узколистый	10.05	20.05	04.06	30.06	02.07	07.07	
Золотарник лапландский	10.05	12.05	02.06	20.06	02.07	07.07	
Горно-тундровая ассоциация							
Арктоус альпийский	-	20.05	01.06	16.05	18.05	25.05	

7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
04.06	05.06	06.06	-	-	-	-	-	-	-
16.06	18.06	20.06	-	-	-	-	-	-	-
02.06	05.06	12.06	18.07	05.08	22.07	23.08	25.08	12.09	-
21.06	25.06	01.07	20.08	28.08	-	-	-	-	-
24.05	30.05	01.06	20.07	28.07	-	-	-	-	-
18.06	25.06	30.06	20.09	25.09	-	-	-	-	-
23.06	26.06	04.07	23.08	30.08	-	-	-	-	-
29.05	*	31.05	21.07	*	11.08	24.08	23.08	15.09	-
13.05	*	17.05	*	*	-	-	02.09	18.09	-
12.05	15.05	31.05	15.06	23.06	02.09	12.09	02.09	20.09	-
23.06	01.07	05.07	*	*	08.09	18.09	06.09	22.09	-
20.05	24.05	31.05	14.06	21.06	02.09	12.09	02.09	20.09	-
23.06	30.06	11.07	23.08	25.08	08.08	29.08	-	-	12.09
08.07	10.07	12.07	30.07	02.08	-	-	-	-	-
21.06	01.07	09.07	*	*	22.07	02.08	-	-	12.09
28.06	05.07	11.07	19.07	28.07	30.08	12.09	-	-	07.10
15.07	20.07	05.08	*	*	02.08	25.08	-	-	07.10
15.07	25.07	02.08	29.08	12.09	02.08	12.09	-	-	12.10
15.06	20.06	10.07	25.08	12.09	-	-	-	-	-
02.08	08.08	-	02.09	12.09	-	-	-	-	-
31.05	15.06	20.06	12.07	18.07	13.07	28.08	-	-	12.09
20.06	25.06	30.06	21.07	28.07	10.08	25.08	-	-	-
14.06	22.06	04.07	21.07	30.07	02.08	30.08	-	-	14.09
08.07	12.07	31.07	22.08	28.08	10.08	30.08	-	-	12.09
05.07	31.08	-	14.09	20.09	02.09	18.09	-	-	12.10
25.06	01.07	12.07	22.07	27.07	30.08	12.09	-	-	07.10
12.07	18.07	08.08	04.08	08.08	25.07	23.08	-	-	07.10
12.07	21.07	10.08	2.08	10.08	27.07	2.09	-	-	07.10
27.05	01.06	05.06	25.08	01.09	15.07	20.08	-	-	-

Примечание: 1 – лопнули почки, для трав – начало роста; 2 – начало развития листьев, «зеленение»; 3 – появление полного листа; 4 – начало бутонизации, «барашки» на иве; 5 – начало цветения; 6 – массовое цветение – более 50 % цветущих растений; 7 – начало созревания плодов (рассеивание семян); 8 – массовое отцветание – более 50%; 9 – полное отцветание – 100%; 10 – начало созревания плодов (рассеивание семян); 11 – массовое созревание, поспевание более 50%; 12 – начало изменения окраски листьев; 13 – массовое изменение окраски листьев; 14 – начало листопада; 15 – массовое опадение листьев – 50%; 16 – полное отмирание наземной части у трав; * – созрели семена у редких экземпляров, у многих растений семена практически не образовались.

(L.) Hull – вереск обыкновенный, *Chamaepericlymenum suecicum* (L.) Aschers. & Graebn. – дерен шведский, *Empetrum hermaphroditum* (L.) Hagerup – водяника обоеполая, *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop. – иван-чай узколистный, *Geranium sylvaticum* L. – герань лесная, *Ledum palustre* L. – багульник болотный, *Linnaea borealis* L. – линнея северная, *Picea obovata* Ledeb. – ель сибирская, *Pinus sylvestris* L. – сосна обыкновенная, *Rubus chamaemorus* L. – морошка, *Salix caprea* L. – ива козья, *Sorbus gorodkovii* Pojark. – рябина Городкова, *Trientalis europaea* L. – седмичник европейский, *Trollius europaeus* L. – купальница европейская, *Vaccinium myrtillus* L. – черника, *Vaccinium vitis-idaea* L. – брусника. В сезон 1997 года были добавлены еще 10 видов: *Alnus incana* (L.) Moench – ольха серая, *Arctous alpina* (L.) Niedenzu – арктоус альпийский, *Cirsium heterophyllum* (L.) Hill. – бодяк разнолистный, *Dactylorhiza maculata* (L.) Soo – пальчатокоренник пятнистый, *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim. – лабазник вязолистный, *Menyanthes trifoliata* L. – вахта трехлистная, *Moneses uniflora* (L.) A. Gray – одноцветка одноцветковая, *Populus tremula* (L.) – осина, *Solidago lapponica* With. – золотарник лапландский, *Vaccinium uliginosum* L. – голубика. Отмечаются следующие фазы фенологического развития: лопнули почки; начало развития листьев; появление полного листа; начало бутонизации; начало цветения; массовое цветение; начало отцветания; массовое отцветание; полное отцветание; начало созревания плодов; массовое созревание; начало изменения окраски листьев; массовое изменение окраски листьев; начало листопада; массовое опадение листьев; полное отмирание наземной части у трав. Мониторинг за фенологическими фазами растений ведется в следующих сообществах: ельник-черничник, березняк приручьевой, болото сфагновое верховое с карликовой березкой, луг разнотравный и горно-тундровая ассоциация.

Результаты и обсуждение

В Лапландском заповеднике ежегодно фенонаблюдения проводятся по 29 видам растений в различных растительных сообществах на трех постоянных маршрутах, при этом учитываются 16 фаз сезонного развития с 1997 года, информация за 2016 год представлена в таблице 1.

Существующие постоянные маршруты по фенологии высших растений на территории заповедника дают объективное отражение происходящих в природе процессов, полученные данные обобщаются по каждому явлению и включаются в ежегодный научный отчет по теме «Летопись природы» (Филонов, Нухимовская, 1990). На основе наблюдений за фенологическими явлениями для госинспекторов заповедника были разработаны методические пособия по ведению фенологических явлений за растениями (Берлина, Сорокина, 2002), млекопитающими (Катаев, 2003), птицами (Гилязов, 2005). Информация по наблюдениям собирается в базы данных и обрабатывается в «Летопись природы».

Ежегодное получение данных по 16 фенофазам 29 растений в течение более 20-летнего периода придает им особую ценность. По результатам

многих наблюдений можно проследить изменения по феноразвитию конкретного вида (Берлина и др., 2013; Берлина, Зануздаева, 2016а, 2016б), дать сравнительный анализ некоторых природных явлений, сходных для трех заповедников Мурманской области (Поликарпова и др., 2016). Материал, получаемый в результате длительных наблюдений, является огромным потенциалом для публикаций и обсуждения. Накопление длительных рядов фенодат по единой методике на одних и тех же ключевых территориях позволяет выявить закономерности развития растений, продолжительность фенофаз в динамике по каждому конкретному виду, реакцию растений на изменение климата, антропогенное влияние и т.п.

Заключение

Результаты фитофенологического мониторинга являются базовой информацией о естественной многолетней динамике развития растений. Наибольшую научно-практическую ценность представляют непрерывные фенологические данные более чем за 20-летний период. Многолетнее накопление данных наступления сезонных явлений в природе позволяет выявлять общие и частные пространственные и временные закономерности ритмики природы на данной территории. Продолжительность фенофаз развития может оказывать существенное воздействие на экологию видов, особенно это важно для растений на северном пределе их распространения в связи с происходящими изменениями климата. Особую значимость имеют длительные фенологические наблюдения в заповеднике на постоянных маршрутах по 29 растениям с учетом 16 фенофаз, которые необходимо продолжить. В настоящее время сложилась критическая ситуация по проведению различных ботанических исследований на территории Лапландского заповедника. Проблема отсутствия профессиональных научных работников в заповеднике требует незамедлительного решения. Важно сохранить непрерывность, круглогодичность, стационарность и преемственность наблюдений, которые позволяют получить данные, интересные не только для заповедника, но и для региона.

Литература

- Бейдеман И.Н. *Методика изучения фенологии растений и растительных сообществ.* – Новосибирск: Наука, 1974. – 154 с.
- Берлина Н.Г., Зануздаева Н.В. *Календарь сезонных явлений в Лапландском заповеднике // Экологические проблемы северных регионов и пути их решения. Материалы Всерос. конф. с междунар. участием. Часть 2.* – Апатиты: Изд-во Кольского научного центра РАН, 2008. – С. 134–138.
- Берлина Н.Г., Зануздаева Н.В. 2015. *Календарь природы Лапландского биосферного заповедника // Современное состояние фенологии и перспективы ее развития: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 115-летию со дня рождения выдающегося советского фенолога В.А. Батманова 17–18 декабря 2015 г. / Ред. О.В. Янцер, Т.В. Ванюкова, Ю.Р. Иванова; ФГБОУ ВПО Урал. гос. пед. ун-т. Т. 2.* – Екатеринбург, 2015. – С. 88–100.

Берлина Н.Г., Зануздаева Н.В. Фенологические явления березы в Лапландском заповеднике // Научные исследования в заповедниках и национальных парках России: Тез. Всеросс. науч.-практич. конф. с междунар. участием, посвящ. 25-летию юбилею биосф. резервата ЮНЕСКО «Национальный парк "Водлозерский"». – Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2016а. – С. 30–40.

Берлина Н.Г., Зануздаева Н.В. Динамика сезонных явлений у *Larix sibirica* Ledeb. в условиях интродукции на территории Лапландского заповедника / Рослини та урбанізація: Матеріали п'ятої Міжнародної науково-практичної конференції (Дніпропетровськ, 16–17 лютого 2016 р.). – Дніпропетровськ, 2016b. – С. 100–102.

Берлина Н.Г., Исаева Л.Г., Зануздаева Н.В. Фенология и плодоношение *Rubus chamaemorus* L. в Лапландском заповеднике // Водно-болотные угодья и пути миграции птиц в Баренцевом / Евразарктическом регионе и вдоль Зеленого пояса Фенноскандии: Материалы междунар. науч.-практ. конф. (13–15 сентября 2011 г., Мурманск, Россия). – Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2013. – С. 188–192.

Берлина Н.Г., Сорокина Л.И. Методическое пособие по ведению фенонаблюдения за растениями. (Рукописный фонд Лапландского государственного биосферного заповедника). – Мончегорск, 2002. – 30 с.

Гилязов А.С. Методическое пособие по проведению наблюдения за птицами. (Рукописный фонд Лапландского государственного биосферного заповедника). – Мончегорск, 2005. – 59 с.

Катаев Г.Д. Методическое пособие по проведению наблюдений за млекопитающими. (Рукописный фонд Лапландского государственного биосферного заповедника). – Мончегорск, 2003. – 26 с.

Поликарпова Н.В., Макарова О.А., Берлина Н.Г., Зануздаева Н.Г., Толмачева Е.Л., Татарникова И.П., Чмякин Р.Г. Календарь природы заповедников Мурманской области // Экологические проблемы северных регионов и пути их решения: Материалы VI Всеросс. научн. конф. с междунар. участием. – Апатиты: Изд-во Кольского научного центра РАН, 2016. – С. 137–142.

Сезонная жизнь природы Кольского Севера (Растения). 1994–2000 гг. – Мурманск, 2001. – 68 с.

Сезонная жизнь природы Кольского Севера. / Мурманский областной комитет экологии и природных ресурсов, Полярно-альпийский ботанический сад-институт КНЦ РАН, Кандалакшский государственный природный заповедник, Лапландский государственный биосферный заповедник, Гос. природный заповедник «Пасвик», Экологический центр «Сванховд» (Норвегия). – Мурманск, 1996. – 41 с.

Семенов-Тянь-Шанский О.И. Календарь природы. Краткая таблица фенологических наблюдений Лапландского заповедника // 60 лет Лапландскому государственному биосферному заповеднику (информационные материалы). – Мончегорск, 1990. – С. 17–20.

Семенов-Тянь-Шанский О.И. Лапландский заповедник. – Мурманск: Мурманское кн. изд-во, 1975. – 244 с.

Семенов-Тянь-Шанский О.И., Аблаева З.Х. Календарь природы Лапландского заповедника // Сезонная и разногодичная динамика растительного покрова в заповедниках РСФСР. – М., 1983. – С. 44–58.

Филонов К.П., Нухимовская Ю.Д. Летопись природы в заповедниках СССР. – М.: Наука, 1990. – 142 с.

ORGANIZATION AND CARRYING OUT OF PHENOLOGICAL OBSERVATIONS IN THE LAPLAND STATE NATURE BIOSPHERE RESERVE

Berlina N.G.¹, **Zanuzdaeva N.V.**¹, **Isaeva L.G.**²

¹ Lapland State Nature Biosphere Reserve, Monchegorsk, natazan@yandex.ru

² Institute of North Industrial Ecology Problems — Subdivision of the Federal Research Centre “Kola Science Centre of the Russian Academy of Sciences”, Apatity, isaeva@inep.ksc.ru

Monitoring of the events in Lapland reserve of Murmansk region has been carried out since 1930 and has 75–80 years of observations of permanent objects. Phenological observations on 16 phases of seasonal development (from the beginning to the end of the season) are recorded in 29 plant species in different plant communities.

Keywords: Lapland nature reserve, phenology, phenophases, plants.

ВЛИЯНИЕ ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ДЕНДРОФЕНОЛОГИЮ В ЗАПОВЕДНИКЕ «КЕДРОВАЯ ПАДЬ»

Бисикалова Е.А.

Объединенная дирекция государственного природного биосферного заповедника «Кедровая падь» и национального парка «Земля леопарда», г. Владивосток, bisikalova@leopard-land.ru

В статье рассмотрено влияние климата на дендрофенологию в заповеднике «Кедровая падь». В целом за последние 34 года локальный климат не изменился. За период дендрофенологических наблюдений произошли изменения в сроках наступления вегетационного периода на 5–10 дней позже. Сроки окончания вегетационного периода не изменились.

Ключевые слова: «Кедровая падь», дендрофенология, климат.

Основными направлениями научных исследований в заповедниках являются долговременное изучение динамики природных процессов и взаимосвязей элементов экосистем. На фоне наблюдающихся в последние годы климатических изменений данные исследования представляют большую ценность и научный интерес, т.к. в заповедниках антропогенная нагрузка минимальна и природные трансформации могут быть вызваны только естественными процессами.

Юго-запад Приморского края и заповедник «Кедровая падь» в частности — это уникальная по широте спектра во флористическом и фаунистическом отношении территория (Флора и растительность..., 1972; Растительный и животный..., 2006; Кадастровые данные..., 2014). Здесь произрастают представители как северной бореальной, так и южной субтропической флоры, образуя совместно с животным миром неповторимую экосистему для обитания одних из редчайших диких кошек планеты: дальневосточного леопарда (*Panthera pardus orientalis*) и тигра амурского (*Panthera tigris altaica*). Усиление антропогенного воздействия и изменение глобального климата, выражающиеся в потеплении и ксерофитизации, способствуют изменению потенциальной экологической ниши редких животных, поэтому вопрос о системных фенологических наблюдениях является актуальным.

В заповеднике «Кедровая падь» уже более 40 лет ведутся фенологические наблюдения за процессами, происходящими в природе. Для индикации климатических изменений и отражения их на экосистемном уровне наиболее подходят фенологические наблюдения за растениями, в частности древесными видами. В связи с этим цель настоящей работы — определить влияние климата на дендрофенологию в заповеднике «Кедровая падь».

Материалы и методы

Фенологические наблюдения осуществляются на фенологической тропе,

расположенной у восточной границы заповедника. Фиксируются фазы сезонного развития 31 вида деревьев, 28 видов кустарников и лиан и 41 вида трав. Объектами настоящего исследования являются пять видов деревьев, представителей неморальной маньчжурской флоры: *Juglans mandshurica* Maxim., *Quercus mongolica* Fisch. Ex Ledeb, *Salix gracilistyla* Miq., *Acer mono* Maxim. и *Ulmus japonica* (Rehd.) Sarg. Данный комплекс видов выбран с учетом типа экотопа, в котором они произрастают (возле ручья, открытые местообитания, сухие дубняки и пр.), и представляемой в народном хозяйстве ценности (кормовая, медоносная и пр.).

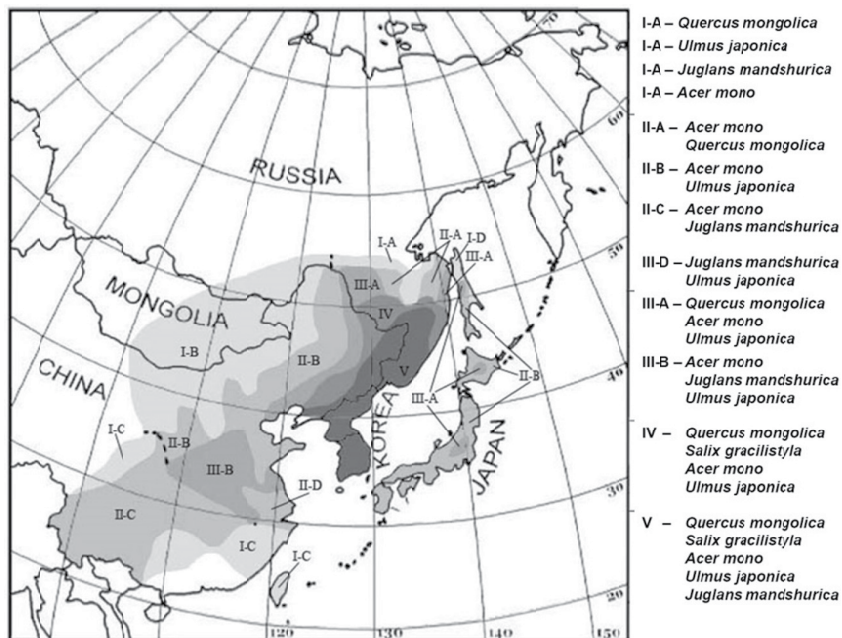
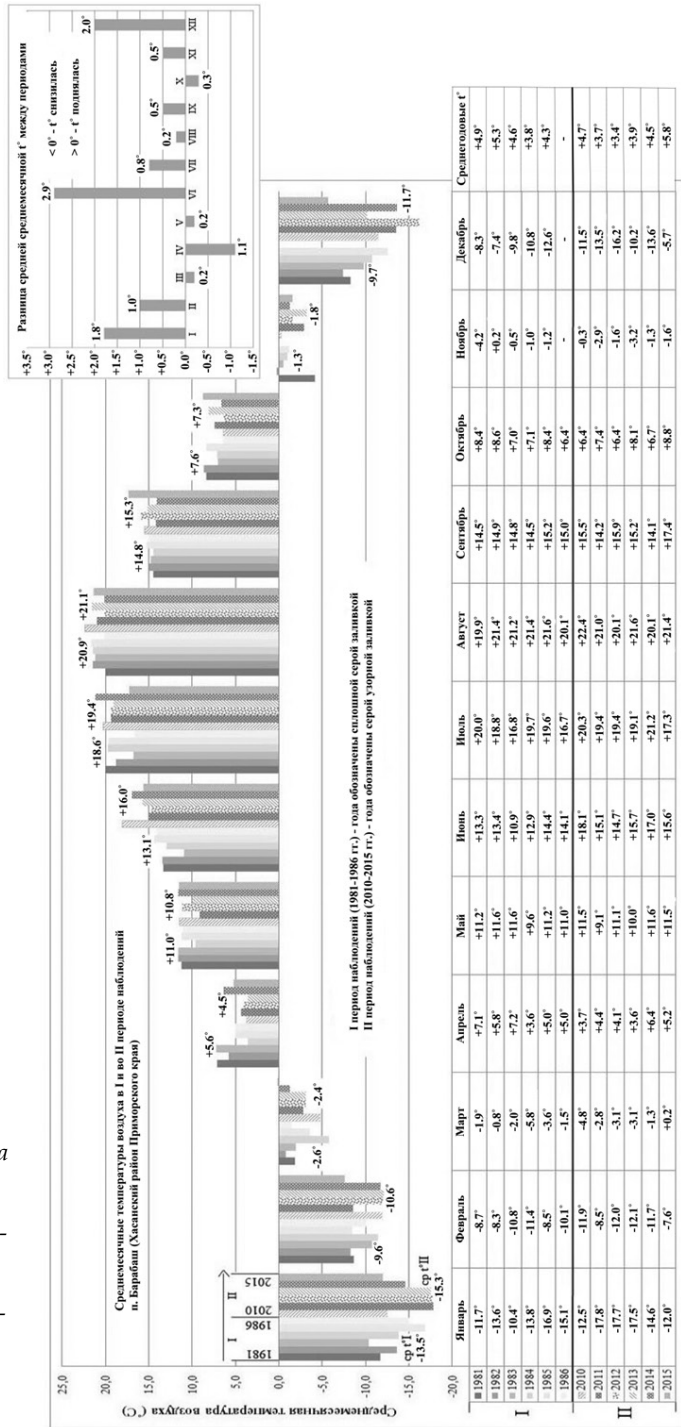


Рисунок 1. Аккумулятивный ареал *Juglans mandshurica*, *Quercus mongolica*, *Salix gracilistyla*, *Acer mono*, *Ulmus japonica* (Растительный мир..., 2011; Flora of China, 1991–2012).

В работе рассмотрены шесть фенологических периодов (набухание почек, распускание листьев, появление бутонов, цветение, окраска листьев и листопад), которые в свою очередь подразделены на одиннадцать фенологических фаз (набухание почек, начало распускания листьев, развитие полной листовой пластинки, появление бутонов, начало цветения, массовое цветение, конец цветения, начало осенней окраски листьев, полная осенняя окраска листьев, начало листопада и конец листопада). Фенологические периоды характеризуют этапы сезонного развития растений. Фенологические фазы являются составляющей фенологических периодов. При выполнении фенологических наблюдений соблюдались стандартные методики (Зайцев, 1981; Шульц, 1981).

Рисунок 2.
Среднемесячные температуры воздуха в I и II периоды наблюдений в п. Барабаши (Хасанский район Приморского края) и во II (2010–2015 гг.) периоде, разница средней среднемесячной температуры между периодами и среднегодовые температуры в п. Барабаши (Хасанский район Приморского края).



Климатические данные по температуре в п. Барабаш (крайний юго-запад Приморского края, Хасанский район) были рассмотрены в двух шестилетних периодах с 24-х летней разницей: I период — 1981–1986 гг.; II период — 2010–2015 гг. Установленная периодизация взята для рассмотрения общего тренда изменения климата, с расчётом разницы средней среднемесячной температуры между периодами. Данные за I период взяты из Летописи природы заповедника «Кедровая падь», данные за II период — из интернет источников— Rp5.ru/Погода_в_Барабаше и barabash_nuipogoda.ru.

Результаты и их обсуждение

На сезонное развитие растений в различных сообществах и частях ареала особое влияние оказывают эндогенные и экзогенные факторы, которые определяются генотипом и внешней средой соответственно (Бейдеман, 1974). При географическом отдалении от эколого-фитоценотического и климатического оптимума начало и окончание фенологических этапов смещаются, но у каждого вида растений в различной степени.

На рисунке 1 представлен аккумулятивный ареал исследуемых видов. Пересечение ареалов всех видов приходится на Приморский край, юг Хабаровского края, северо-восток Китая и Корейский полуостров. Основные характерные особенности данного региона: расположение в средней и южной части умеренного климатического пояса и непосредственная близость с океаном, где выражено влияние муссонного климата. Превалирующими типами растительности здесь являются хвойно-широколиственные и широколиственные леса. На севере контраст температур между летними и зимними сезонами, а также недостаток влаги в тёплое время года приводят к резкому сокращению ареалов всех исследуемых видов. К западу и к югу градиент встречаемости видов снижается плавно, в зависимости от геоэлемента (это геоботаническое довольно распространенное понятие, означающее географическую территорию со сходными ареалами растений) каждого вида соответственно (рис. 1).

Заповедник «Кедровая падь» расположен на крайнем юго-западе Приморского края, в центре эколого-фитоценотического и климатического оптимума маньчжурского растительного комплекса. При отсутствии природных катаклизмов наступление сезонных смен у наблюдаемых видов здесь происходит своевременно.

На изменение в сезонном развитии растений большое влияние оказывает климат. Результаты обработки метеоданных по температуре показали разницу средней среднемесячной температуры между I (с 1981 г. по 1986 гг.) и II периодом (с 2010 г. по 2015 гг.) (рис. 2). Наблюдается повышение температуры зимой, летом и осенью (кроме октября). В зимнее время температура поднялась на 1–2°C. Максимальная разница увеличения температуры между I и II периодом приходится на июнь и составляет 2.9°C. Увеличение температуры осенью по сравнению с другими сезонами всего на 0.5°C. В октябре среднее значение среднемесячных температур снизилось на 0.3°C.

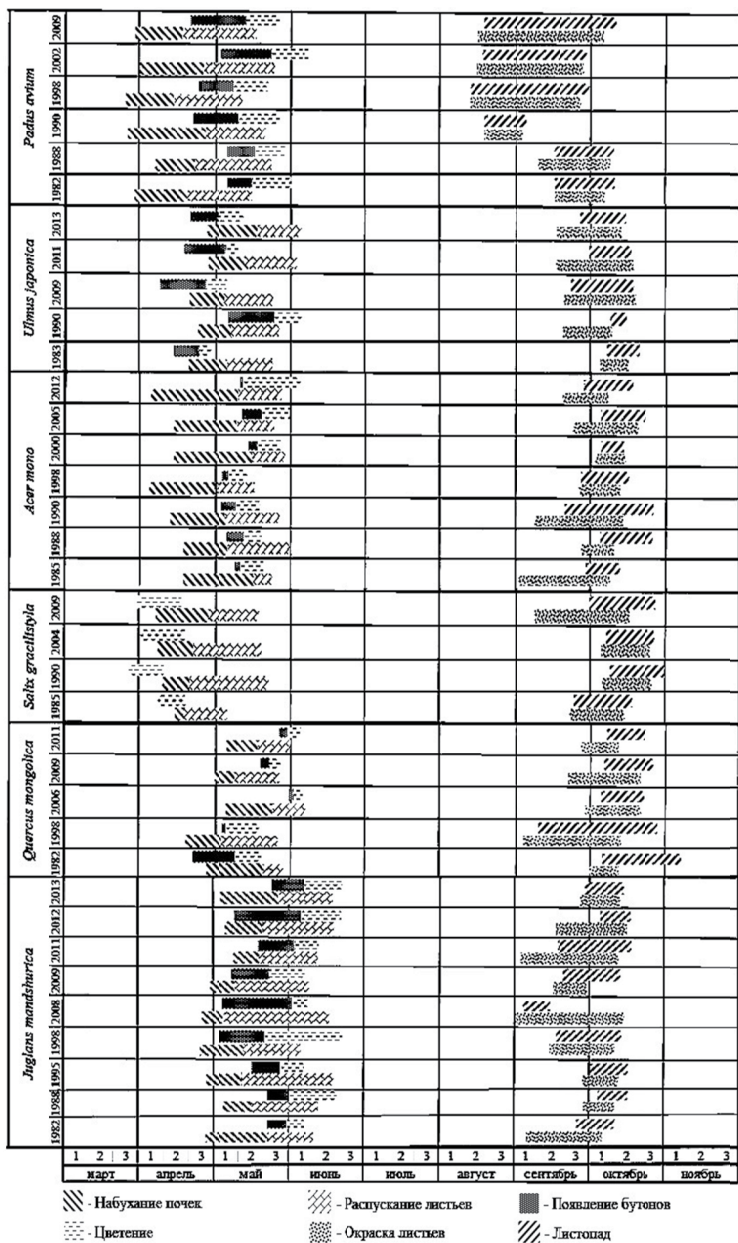


Рисунок 3. Спектры дендрофенологических периодов *Juglans mandshurica*, *Quercus mongolica*, *Salix gracilistyla*, *Acer mono*, *Ulmus japonica*.

Похолодание в октябре, скорее всего, связано с сезонной сменой осенних муссонных ветров, что обычно сопровождается резким понижением температуры, порывами ветра и дождями. А при климатических сменах эти явления усиливаются. Весной среднемесячная температура между периодами снизилась и варьирует в пределах квартала от 0.2°C до 1.1°C, где пик приходится на апрель, что также связано с сезонной сменой весенних муссонных ветров.

На колебание локального температурного режима в п. Барабаш указывает не только разница средней среднемесячной температуры между периодами наблюдений, но и целый комплекс природно-экологических факторов: сезонные смены муссонных ветров, природные ритмические изменения, количество солнечных дней в году, влажность, осадки и т.п. В совокупности, учитывая все факторы, влияющие на температуру, можно говорить о тенденции к изменению локального климата. Для оценки этих изменений нами рассчитана среднегодовая температура воздуха, которая в комплексе учитывает все природно-экологические факторы. В итоге среднегодовые температуры воздуха в I и во II периоде наблюдений колеблются в пределах 1°C. Это говорит о том, что локальный климат в п. Барабаш за последние 34 года (1981–2015 гг.) в целом не изменился.

Климат оказывает меньшее влияние на дендрофенологию, чем на фенологию травянистых растений или кустарников, потому что деревья более устойчивы к стрессовым экзогенным условиям. На это указывают два основополагающих фактора: у деревьев более развита морфологическая адаптация и продолжительность жизни, что приводит к более глубокой не только в генетическом, но и в онтогенетическом отношении эндогенной памяти, отражающейся на сезонном развитии растений. Поэтому изучение именно дендрофенологии наиболее показательно для индикации природных трансформаций на экосистемном уровне.

Фенологические наблюдения за неморальными маньчжурскими древесными видами показали, что в целом вегетационный период продолжается примерно семь месяцев (рис. 3). В этот промежуток времени у каждого вида в зависимости от его экологии и жизненной стратегии фенологические периоды протекают по-разному. В данной работе рассмотрены шесть фенологических периодов и подразделены они на весенние и осенние. Летом в период плодоношения наблюдения не велись.

Juglans mandshurica (орех маньчжурский) — дерево до 28 м высотой и 75–100 см в диаметре. Растёт одиночно или группами по долинам рек или у подножья гор (Растительный мир..., 2011). Непрерывные фенологические ряды для данного вида представлены за 1982, 1988, 1995, 1998, 2008, 2009, 2011, 2012, 2013 гг. За время наблюдений произошло смещение в сроках наступления фенологических периодов примерно на 5–10 дней позже. Вегетационный период начинается с набухания почек в конце апреля, начале мая. Эта фаза длится 10–20 дней. Далее идёт период распускания листьев, который подразделён на фазы начала распускания листьев и развития пол-

ной листовой пластинки. Период распускания листьев у ореха маньчжурского длинный и протекает около месяца. Формируется зелёный конус к середине июня. Во время распускания листьев протекают поочередно ещё два фенологических периода: появление бутонов и цветение. Появление бутонов — относительно протяжённый период и длится, в зависимости от года наблюдений, от 10 до 30 дней. Период цветения подразделён на начало цветения, массовое цветение и конец цветения. Продолжительность цветения от 10 до 30 дней, но чаще протекает в течение 10–15 дней. Осенью происходит увядание растений и подготовка к зиме. В начале сентября у ореха маньчжурского наступает период окраски листьев. Из всей маньчжурской дендрофлоры орех маньчжурский начинает желтеть одним из первых. Период осенней окраски листьев долгий и продолжается от 15 до 45 дней. Во время окраски листьев параллельно происходит листопад, который длится от 15 до 25 дней и заканчивается примерно одновременно с окончанием окраски листьев. Сроки окончания вегетации за период наблюдений не изменились.

Quercus mongolica (дуб монгольский) — дерево до 26 м высотой и 1 м в диаметре (Растительный мир..., 2011). Создаёт чистые порослевые насаждения, образованные вследствие пожаров. Дубы коренного или семенного происхождения в заповеднике редкие и являются составляющей хвойно-широколиственных лесов. Фенологические ряды дуба монгольского представлены лишь за пять лет: 1982, 1998, 2006, 2009, 2011 гг. За период наблюдений наступление фенологических периодов сместилось примерно на 15 дней позже. Набухание почек у дуба монгольского происходит в конце апреля — начале мая и длится 10–20 дней. Стоит отметить, что до 2006 г. период набухания почек был длиннее, чем в последние годы. Листья у дуба монгольского распускаются относительно быстро, и к концу мая формируется зелёный конус. Параллельно распусканию листьев происходит появление бутонов и цветение. Эти два периода очень кратковременны и в сумме протекают за 5–10 дней. Осенняя окраска листьев у дуба начинается в середине сентября и продолжается до заморозков. Листья буреют неинтенсивно, деревья до холодов стоят зелёные. В начале октября, во время первых заморозков, начинается листопад и продолжается 15–20 дней до устойчивых морозов. За период наблюдений конец вегетации сместился на пять дней раньше.

Salix gracilistyla (ива тонкостолбиковая), это двудомный кустарник до 4 м высотой, произрастающий по берегам рек (Растительный мир..., 2011). За период фенологических наблюдений (1985, 1990, 2004, 2009 гг.) начало вегетационного периода сместилось примерно на 10 дней раньше. Вегетационный период у этого растения начинается не с набухания почек и распускания листьев, а с цветения. Цветение происходит в самом конце марта — начале апреля и длится 10–15 дней. Во время цветения в десятых числах апреля начинают набухать почки. Набухание почек длится от 3 до 15 дней. Распускание листьев у ивы тонкостолбиковой — продолжительный фено-

логический период, длится он почти месяц. Зелёный конус формируется ко второй половине мая. Осенняя окраска листьев происходит довольно поздно, в конце сентября — начале октября, и длится в течение двадцати дней. Параллельно с окраской листьев происходит листопад. Два осенних фенологических периода заканчиваются примерно в одни сроки. В 2009 г. начало окраски листьев произошло значительно раньше, примерно десятого сентября. Листопад начался в срок, в первых числах октября. Данная аномалия, скорее всего, связана с климатическими условиями (засуха, тайфун или резкое похолодание). За период наблюдений окончание вегетации не изменилось в сроках.

Асег топо (клён мелколистный) — дерево до 20 м высотой и 60–70 см в диаметре. Растёт в кедрово-широколиственных и широколиственных лесах (Растительный мир..., 2011). Фенологические ряды клёна мелколистного представлены в 1985, 1988, 1990, 1998, 2000, 2005, 2012 гг. За период наблюдений произошло смещение в сроках наступления вегетационного периода примерно на 10 дней раньше. Начало вегетации у клёна мелколистного характеризуется набуханием почек и длится от 20 до 35 дней с начала или середины апреля до начала мая. Распускание листьев — менее продолжительный период, который длится от 5 до 20 дней до конца мая. Во время распускания листьев протекают периоды появления бутонов и цветение. Период появления бутонов у клёна кратковременный и продолжается от 1 до 5 дней. Цветение проходит дольше, от 5 до 20 дней, и заканчивается в конце мая. Клён мелколистный — декоративное растение и особую привлекательность приобретает осенью во время окраски листьев. Период окраски листьев у клёна продолжительный и длится от 15 до 35 дней, с начала сентября до начала октября. В конце сентября начинают опадать листья. Листопад длится от 10 до 30 дней. За период наблюдений сроки окончания вегетации клёна мелколистного не изменились.

Ulmus japonica (ильм японский) — дерево до 30 м высотой. Растёт по долинам рек в широколиственных и хвойно-широколиственных лесах. За период наблюдений (1983, 1990, 2009, 2011, 2013 гг.) смещение начала вегетационного периода не произошло. Вегетационный период у ильма японского начинается с появления бутонов в середине апреля. В конце апреля ильм зацветает. Цветение длится 5–10 дней. Во время появления бутонов в течение 10–20 дней с середины до конца апреля происходит набухание почек. Распускание листьев длится около двадцати дней до конца мая. Осенняя окраска листьев у ильма японского от 10 до 25 дней с середины сентября до середины октября. Листопад начинается в конце сентября — начале октября и заканчивается вместе с окраской листьев, во время наступления устойчивых морозов в середине октября. За период наблюдений окончание вегетации в сроках не изменилось.

Выводы

1. Восточная окраина Маньчжурии является центром эколого-фитоценологического и климатического оптимума для всей маньчжурской флоры и исследуемых видов в частности. Здесь формируется самое большое флористическое разнообразие в североазиатской Палеоарктике, что в комплексе с природно-климатическими условиями создаёт экологическую нишу для редких животных, таких как дальневосточный леопард и амурский тигр. Заповедник «Кедровая падь» расположен на крайнем юго-западе Приморского края. Наступление сезонных смен здесь происходит одновременно, т.к. эндогенные и экзогенные факторы, определяющие фенологические фазы, находятся в экологическом балансе.
2. Среднегодовой температурный режим в п. Барабаш (крайний юго-запад Приморского края, Хасанский район) за последние 34 года в целом не изменился. Колебание амплитуды среднегодовой температуры небольшое, в пределах 1°C. Однако разница средней среднемесячной температуры между I (1981–1986 гг.) и II (2010–2015 гг.) периодами наблюдений показала небольшие повышения температуры зимой, летом и осенью (кроме октября). Весной температура снизилась.
3. Вегетационный период неморальных маньчжурских древесных видов, по данным фенологических наблюдений, длится около семи месяцев. У каждого вида, в зависимости от его экологии и жизненной стратегии, сроки наступления и длительность фенологических периодов протекают по-разному.
4. За период дендрофенологических наблюдений произошли изменения в сроках наступления вегетационного периода на 5–10 дней позже. Сроки окончания вегетационного периода не изменились.

Благодарности: Благодарю сотрудников заповедника «Кедровая падь» за сбор фенологического материала. Отдельную благодарность выражаю Шибневой И.В. за наибольший практический вклад в работу и многолетнее ведение раздела Летописи природы по изучению биологии растений заповедника.

Литература

Бейдеман И.Н. Методика фенологических наблюдений при геоботанических исследованиях. – М., – Л.: Издание АН СССР, 1954. – 130 с.

Зайцев Г.Н. Фенология древесных растений. – М.: Наука, 1981. – 120 с.

Кадастровые данные государственного природного биосферного заповедника «Кедровая падь», 2016 г.

Растительный и животный мир заповедника «Кедровая падь». / Макаренко Е.А., Кожевников Е.А., Медведев Л.А., Стороженко С.Ю., Тиунов Т.М. / отв. ред. Макаренко Е.А. – Владивосток: Дальнаука, 2006. – 268 с.

Растительный мир Уссурийской тайги: полевой атлас определитель. / Баркалов В.Ю., Вриц А.Э., Крестов П.В., Якубов В.В.; ДВФУ, Фонд «Феникс», WCS / отв. ред. Вриц А.Э. – Владивосток: Изд-во Дальневост. Федерал. ун-та, 2011. – 476 с.

Флора и растительность заповедника «Кедровая падь». // отв. ред. Горовой П.Г.
– Владивосток: ДВНЦ АН СССР, БПИ, 1972. – 307 с.

Шульц Г.Э. Общая фенология. – Л.: Наука, – 188 с.

Flora of China // Missouri botanical garden. Vol. 1–25. 1991–2012.

INFLUENCE CLIMATIC FACTORS ON DENDROFENOLOGIY IN THE RESERVE «KEDROVAYA PAD'»

Bisikalova E.A.

United Administration of the State Nature Biosphere Reserve «Kedrovaya Pad'»
and «Land of the Leopard» National Park, Vladivostok, bisikalova@leopard-land.ru

The article considers the impact of climate on dendrofenologiy in reserve «Kedrovaya Pad'». In general, over the last 34 years the local climate is not changed. Between dendrofenologist observations have been changes in the timing of the onset of the growing season of 5–10 days later. The date for the growing season have not changed.

Key words: «Kedrovaya Pad'», dendrofenologiy, climate.

ФЕНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ РАСТЕНИЙ И ЖИВОТНЫХ НА ИЗМЕНЧИВОСТЬ КЛИМАТА В СЕВЕРНОМ ПРЕДУРАЛЬЕ (ПЕЧОРО-ИЛЫЧСКИЙ ЗАПОВЕДНИК)

Бобрецов А.В.^{1,2}, Смирнов Н.С.¹, Тертица Т.К.¹

¹ Печоро-Илычский государственный природный биосферный заповедник, Якша, avbobr@mail.ru.

² Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар.

В работе проанализировано влияние изменения средней годовой температуры воздуха на сроки начала цветения растений и даты прилета птиц в Печоро-Илычском заповеднике в 1936–2016 гг. Последнее десятилетие (2003–2016 гг.) оказалось здесь самым теплым за весь период наблюдений. У всех 27 видов растений отмечено более раннее от 2 до 11 суток начало цветения. Начало прилета птиц зависит от целого ряда факторов. В результате фенологические реакции у них оказались разными: одни виды стали прилетать раньше, другие позже, а у ряда видов сроки остались стабильными.

Ключевые слова: Печоро-Илычский заповедник, изменения климат, фенология, начало цветения растений, пролет птиц.

Введение

Фенологические реакции растений и животных являются наиболее чувствительными индикаторами изменения климата (Минин, Воскова, 2014). Это объясняется прямым или косвенным воздействием температуры воздуха на фенологию видов. Глобальное потепление климата в последние десятилетия (Второй оценочный доклад ..., 2014) вызвало значительные сдвиги в сроках наступления отдельных весенних фенофаз у растений и животных (Соловьев, 2015; Parmesan, 2006; Boock et al., 2014). Вместе с тем, данные

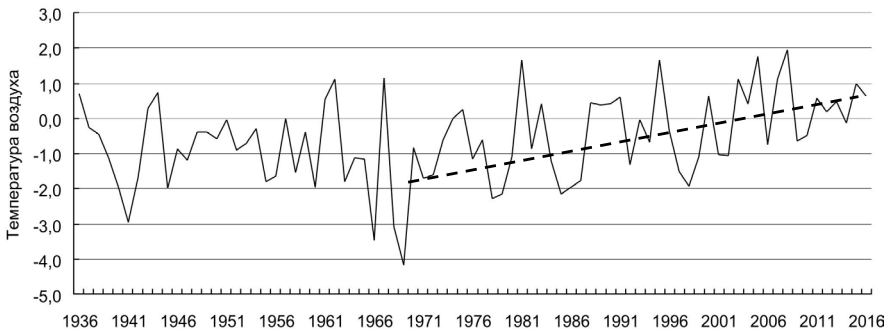


Рисунок. Динамика показателей средней годовой температуры воздуха в равнинном районе Печоро-Илычского заповедника и линия тренда за 1968–2016 гг.

о реакциях видов растений и животных на глобальное потепление оказались неоднозначными и порою противоречивыми. Были выявлены пространственные и межвидовые различия в фенологических реакциях растений (Primack et al., 2009). В какой-то мере это объясняется тем, что масштаб изменений климата в разных регионах проявляется неодинаково (Бардин и др., 2015). Кроме того, для многих регионов явно не хватает долговременных рядов наблюдений (Charles et al., 2015). В этом отношении заповедники, в которых ведется многолетний мониторинг, могут оказать значительную роль в решении данной актуальной проблемы. В настоящей работе анализируются многолетние данные по срокам начала цветения растений и начала полета птиц на территории Печоро-Ильчского заповедника.

Материал и методы

В работе использовали материалы Летописи природы Печоро-Ильчского заповедника с 1936 по 2016 гг. Анализ проводили по данным, собранным в окрестностях пос. Якша равнинного района. Для формирования временных рядов календарные даты переводили в приведенные, которые получали путем отсчета от определенной даты — 1 января или 1 марта. Для характеристики изменений климата использовали данные метеорологической станции, расположенной в Якше, на которой непрерывные наблюдения проводятся с 1936 г. по настоящее время. Анализировались показатели средней температуры воздуха за год и по отдельным сезонам. В качестве климатической нормы приняли среднее многолетнее значение за базовый период 1961–1990 гг. (Доклад ..., 2016). Тенденцию изменения климатических параметров оценивали по величине (наклону) их линейного тренда. Величину тренда выражали в °С/10 лет. Для выявления связей между датами фенологических явлений и температурой воздуха использовали коэффициент ранговой корреляции Спирмена. Для вычислений использовали программный пакет Statistica 6.0 for Windows.

Результаты

КЛИМАТ

Средняя годовая температура воздуха в разные периоды времени на территории Печоро-Ильчского заповедника значительно различалась (рис.). В период с 1936 по 1965 гг. среднемноголетнее значение температуры воздуха равнялось -0,8 °С. С 1966 г. наступило похолодание, которое продолжалось семь лет. В этот период отмечены самые холодные годы, когда температура воздуха опускалась до -3,5 °С (1966 г.) и -4,2 °С (1969 г.). Среднее значение ее с 1966 по 1972 гг. уменьшилась до -2,0 °С. С 1973 г. годовые показатели температуры воздуха стала расти. Последнее десятилетие (2003–2016 гг.) оказалось самым теплым за все годы наблюдений — +0,5 °С. Максимальная среднегодовая температура отмечена в 2008 г. (+2,0 °С). Если сравнить показатели последних лет с базовым периодом, то превышение температуры составило 1,5 °С. Анализ временного ряда с 1968 по 2016 гг.

выявил статистически достоверное увеличение средней годовой температуры воздуха. Тренд составил в этом случае 0,23 °С/10 лет ($t = 4,05$; $p < 0,01$).

Увеличение температуры воздуха достоверно выражено в зимние месяцы (0,34 °С/10 лет), весной (0,30 °С/10 лет) и в меньшей степени осенью. В летний период коэффициент тренда был хотя и положительный, но его значения были недостоверными. Тенденции в изменении количества осадков выражены слабо.

Таблица 1. Отклонения дат начала цветения растений в 2003–2016 гг. от базового периода

Отклонения		
Сильные (11–9 суток)	Средние (8–6 суток)	Слабые (< 6 суток)
<i>Tussilago farfara</i> (-11)	<i>Padus avium</i> (-8)	<i>Cassandra calyculata</i> (-5)
<i>Vaccinium myrtillus</i> (-11)	<i>Sorbus aucuparia</i> (-8)	<i>Salix caprea</i> (-4)
<i>Lonicera caerulea</i> (-9)	<i>Arctostaphylos uva-ursi</i> (-8)	<i>Ribes rubrum</i> (-4)
<i>Fragaria vesca</i> (-9)	<i>Vaccinium oxycoccos</i> (-8)	<i>Trientalis europaea</i> (-4)
<i>Vaccinium uliginosum</i> (-9)	<i>Rubus idaeus</i> (-8)	<i>Linnea borealis</i> (-4)
<i>Vaccinium vitis-idaea</i> (-9)	<i>Alnus incana</i> (-7)	<i>Chamaenerion angustifolium</i>
	<i>Ribes nigrum</i> (-7)	<i>Rosa acicularis</i> (-2)
	<i>Oxalis acetosella</i> (-7)	
	<i>Picea obobata</i> (-7)	
	<i>Trollius europaeus</i> (-7)	
	<i>Rubus chamaemorus</i> (-7)	
	<i>Pinus sylvestris</i> (-7)	
	<i>Eriophorum vaginatum</i> (-6)	
	<i>Ledum palustre</i> (-6)	

°Различия недостоверны

ИЗМЕНЕНИЕ СРОКОВ НАЧАЛА ЦВЕТЕНИЯ РАСТЕНИЙ

У всех 27 проанализированных видов растений даты начала цветения в 2003–2016 гг. по сравнению с базовым периодом сместились на более ранние сроки (табл. 1). Для разных видов эти различия составляют от 2 до 11 дней. Статистически значимое смещение (на 6 суток и более) доказано для 20 видов. Значительно раньше стали зацветать мать-и-мачеха *Tussilago farfara* (11 дней) и черника *Vaccinium myrtillus* (11 дней). Средняя дата начала цветения у мать-и-мачехи в 1961–1990 гг. приходилась на 6 мая, в последнее десятилетие — на 25 апреля, у черники, соответственно, 5 июня и 25 мая. Следует отметить, что различия между фенофазами у этих видов составляют месяц. Черемуха *Padus avium* начинала цвести раньше в среднем 4 июня, сейчас — 27 мая, земляника *Fragaria vesca*, соответственно, 12 июня и 3 июня. Только у небольшой группы растений (7 видов) сроки начала наступления этой фенофазы изменились незначительно (2–5 суток). Это, прежде всего, относится к шиповнику *Rosa acicularis* и кипрею *Chamaenerion angustifolium*.

ИЗМЕНЕНИЕ СРОКОВ НАЧАЛА ПРОЛЕТА ПТИЦ

Анализ сроков прилета птиц (22 вида) в Печоро-Илычский заповедник выявил разный характер их изменений (табл. 2). Одни виды птиц стали прилетать раньше, другие позже, а у целого ряда видов вообще не наблюдалось каких-либо достоверных изменений в сроках прилета. Наиболее сильно даты прилета изменились у дрозда рябинника *Turdus pilaris* (на 13 дней раньше) и деревенской ласточки *Hirundo rustica* (10 дней). Значительно позже стали прилетать два вида — большой крохаль *Mergus merganser* (на 10 дней) и скворец *Sturnus vulgaris* (7 дней). В то же время для части видов даты прилета остались стабильными — обыкновенной овсянки *Emberiza citrinella*, чибиса *Vanellus vanellus*, чирка-свистунка *Anas crecca* или отклонения были очень незначительными — от 2 до 3 дней.

Таблица 2. Отклонения дат начала пролета птиц в 2003–2016 гг. от базового периода

Отклонения		
Сильные (13–9 суток)	Средние (8–6 суток)	Слабые (< 6 суток)*
<i>Turdus pilaris</i> (-13)	<i>Grus grus</i> (-8)	<i>Riparia riparia</i> (-5)
<i>Hirundo rustica</i> (-10)	<i>Larus canus</i> (-6)	<i>Anser fabalis</i> (-5)
<i>Mergus merganser</i> (+10)	<i>Cuculus optatus</i> (-6)	<i>Motacilla alba</i> (-4)
	<i>Sturnus vulgaris</i> (+7)	<i>Carpodacus erythrinus</i> (-4)
		<i>Fringilla coelebs</i> (-3)
		<i>Plectrophenax nivalis</i> (-3)
		<i>Fringilla montifringilla</i> (-3)
		<i>Cuculus canorus</i> (-3)
		<i>Apus apus</i> (-3)
		<i>Vanellus vanellus</i> (0)
		<i>Emberiza citrinella</i> (+1)
		<i>Anas crecca</i> (+1)
		<i>Anas platyrhynchos</i> (+2)
		<i>Alauda arvensis</i> (+4)
		<i>Bucephala clangula</i> (+4)

Обсуждение

Значительное повышение температуры воздуха в 2000-е годы на территории Печоро-Илычского заповедника совпало с общей тенденцией, присущей для многих регионов России (Переведенцев, Шанталинский, 2014). При этом скорость изменения этого показателя (0,23°C/10 лет) была несколько меньше, чем в других регионах Европейской части России, в которых интенсивность потепления колебалась от 0,2 до 0,6 °C/10 лет (Кокарев, Шерстюков, 2015). А заметное увеличение температуры воздуха в зимние и весенние месяцы отражает общую тенденцию в сезонной неоднородности скорости изменения данного показателя для Русской равнины и Урала (Шкляев, Шкляева, 2011).

Начало цветения растений часто рассматривают как один из важных фенологических индикаторов изменения климата (Anderson et al., 2012). Оно непосредственно связано с изменчивостью температуры воздуха. Обычно значения коэффициента корреляции между температурой воздуха в весенние месяцы и датами начала цветения очень высокие: для черемухи они составили $-0,85$ ($p < 0,001$), для черники — $-0,81$ ($p < 0,001$), для мать-и-мачехи — $-0,68$ ($p < 0,001$). Поэтому во многих регионах у разных видов растений выявлено смещение дат начала цветения на более ранние сроки — чаще всего от 4 до 15 дней (Amano et al., 2010). В эти пределы укладываются и сдвиги в сроках начала этой фенофазы у растений Печоро-Ильчского заповедника. У рассмотренных 27 видов даты начала цветения сместились в последнее десятилетие на 2–11 дней. Считается, что наиболее чувствительно на потепление климата реагируют раннецветущих растений (Жмылева и др., 2011). В заповеднике такие раннецветущие виды (конец апреля–начало мая) как ольха *Alnus incana* и мать-и-мачеха стали цвести на 7–11 дней раньше. Для поздноцветущих видов — линнеи северной *Linnaea borealis* и кипрея (конец июня–начало июля) смещение дат составило всего лишь 3–4 дня. Однако имеются и исключения из этого правила. Так, черника, которая начинает цвести на месяц позже мать-и-мачехи, стала зацвести также на 11 дней раньше. А такие поздноцветущие виды как брусника *Vaccinium vitis-idaea*, голубика *V. uliginosum*, клюква *V. oxycoccos* (20-е числа июня) — на 8–9 дней. На многочисленных примерах показано, что фенологические реакции растений на изменение климата могут сильно различаться у разных видов (Parmesan, 2006).

Зависимость теплокровных животных от температуры воздуха выражена в меньшей степени, чем у растений, и носит более опосредованный характер. Даты прилета птиц коррелируют с абиотическими фенологическими явлениями (появление проталин, сход снега, вскрытие водоемов), а также появлением различных кормов. Так, даты прилета дрозда рябинника в равнинный район заповедника не связаны со средней температурой апреля ($r = -0,01$; $p > 0,05$) или мая, но зависят от сроков схода снега в борах ($r = +0,34$; $p < 0,05$). Подобные корреляции выявлены и у многих видов птиц Кировской области (Соловьев, 2015). Различная реакция птиц на потепление отмечена и для других регионов. Она обусловлена разными причинами. Безусловно, более ранние сроки начала весны (сход снега, вскрытие рек, появление комаров), привели к тому, что более половины всех рассмотренных видов стали прилетать в последнее десятилетие на 3–13 суток раньше. Отсутствие трендов в изменении весенних температур на Южном Урале не вызвало смещение дат прилета птиц (Соколов, Гордиенко, 2008). Кроме того, оказалось, что эти сроки зависят еще и от дальности весенних миграций птиц (Соловьев, 2015). Кроме того, запаздывание прилета у ряда видов птиц связывают с сокращением их численности. Существенное уменьшение численности скворца, грача и отчасти чибиса на Европейском Севере привело к тому, что в окрестности Петрозаводска эти виды стали прилетать

на 1–2 недели позже, чем в 70–80-е годы прошлого века (Сазонов, 2008). Видимо, этой причиной можно объяснить и появление в Печоро-Ильчском заповеднике на 7 дней позже скворца и на 4 дня полевого жаворонка.

Выводы

С середины 70-х годов прошлого века в Печоро-Ильчском заповеднике отмечено увеличение средней годовой температуры воздуха. Период с 2003 по 2016 гг. оказался самым теплым за все время инструментальных наблюдений.

В результате потепления климата сроки начала цветения растений в последнее десятилетие сместились на 2–11 дней раньше. При этом значительное смещение дат произошло как у раннецветущих, так и поздноцветущих видов.

Одни виды птиц стали прилетать раньше на 3–13 дней, другие на 1–10 дней позже, у третьих — сроки прилета не изменились. Это связано с тем, что весенний прилет птиц находится под контролем сразу нескольких факторов, поэтому реакции видов оказалась различной.

Литература

Бардин М.Ю., Платова Т.В., Самохина О.Ф. Особенности наблюдаемых изменений климата на территории северной Евразии по данным регулярного мониторинга и возможные их факторы // Труды Гидрометеорологического центра РФ. № 358, 2015. – С. 13–85.

Второй оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Общее резюме. – М.: Росгидромет, 2014. – 58 с.

Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2015 год. – М.: Росгидромет, 2016. – 67 с.

Жмылева А.П., Карпухина Е.Л., Жмылев П.Ю. Фенологические реакции лесных растений на потепление климата: рано- и поздноцветущие виды // Вестник Российского университета дружбы народов. Сер. Экология и жизнедеятельность. № 2, 2011. – С. 5–15.

Кокарев В.А., Шестюков А.Б. О метеорологических данных для изучения современных и будущих изменений климата на территории России // Арктика. XXI век. Естественные науки. № 2(3), 2015. – С. 5–23.

Минин А.А., Воскова А.В. Гомеостатические реакции растений на современные изменения климата: пространственно-фенологические аспекты // Онтогенез. Т. 45, № 3, 2014. – С. 162–169.

Переведенцев Ю.П., Шанталинский К.М. Изменения приземной температуры воздуха северного полушария за период 1850–2014 гг. // Учен. записки Казанского университета. Серия: естественные науки. Т. 157, № 3, 2015. – С. 8–19.

Сазонов С.В. Многолетние тенденции изменения фенодат пролета птиц в окрестностях г. Петрозаводска // Тр. Карельского научного центра РАН. № 14, 2008. – С. 97–120.

Соколов Л.Г., Гордиенко Н.С. Повлияло ли современное потепление климата на сроки прилета птиц в Ильменском заповеднике на Южном Урале? // Эколог. № 1, 2008. – С. 58–64.

Соловьев А.Н. Вековая динамика сроков сезонных миграций птиц в средних широтах европейского востока // Бюлл. МОИП. Отд. биол. Т. 120, Вып. 1, 2015. – С. 3–17.

Шкляев В.А., Шкляева Л.С. Оценка изменений температуры воздуха и осадков Среднего и Южного Урала в 20 веке // Вестник Челябинского государственного университета. Экология, природопользование. Вып. 5, № 5 (220), 2011. – С. 61–69.

Amano T., Smithers R.J., Sparks T.H., Sutherland W.J. A 250-year index of first flowering dates and its response to temperature changes // *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*. Vol. 277, No 1693, 2010. – P. 2451–2457.

Anderson J.T., Inouye D.W., McKinney A.M., Colautti R.I., Mitchell-Olds T. Phenotypic plasticity and adaptive evolution contribute to advancing flowering phenology in response to climate change // *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*. Vol. 279, No 1743, 2012. – P. 3843–3852.

Bock A., Sparks T.H., Estrella N., Jee N., Casebow A., Schunk C., Leuchner M., Menzel A. Changes in first flowering dates and flowering duration of 232 plant species on the island of Guernsey // *Global Change Biology*. Vol. 20. No 11, 2014. – P. 3508–3519.

Charles C.D., Willis C.G., Connolly B., Kelly C., Ellison A.M. Herbarium records are reliable sources of phenological change driven by climate and provide novel insights into species' phenological cueing mechanisms // *American Journal of Botany*. Vol. 102. No 10, 2015. – P. 1599–1609.

Parmesan C. Ecological and evolutionary responses to recent climate change // *Annual Review of Ecology Evolution and Systematics*. Vol. 37. No 1, 2006. – P. 637–669.

Primack R.B., Ibáñez I., Higuchi H., Lee S.D., Miller-Rushing A.J., Wilson A.M., Silander J.A. Spatial and interspecific variability in phenological responses to warming temperatures // *Biological Conservation*. Vol. 142. No. 11, 2009. – P. 2569–2577.

PHENOLOGICAL REACTIONS OF PLANTS AND ANIMALS TO CLIMATE VARIABILITY IN NORTHERN PEDURAL (PECHORI-ILYCHIAN RESERVE)

Bobretsov A.V.^{1,2}, Smirnov N.S.¹, Tertitsa T.K.¹

¹ Pechora-Ilych State Nature Biosphere Reserve, Yaksha, avbobr@mail.ru

² Institute of Biology Komi Science Centre, Syktyvkar

This paper analyzes the impact of changes in average annual air temperature on the dates of beginning of flowering plants and date of birds arrival in the Pechora-Ilych nature reserve in 1936–2016. The last years (2003–2016) here was the warmest for the entire observation period. For all 27 species of plants was marked earlier flowering plants. The shift in flowering ranged from 2 to 11 days. The beginning of birds arrival depends on a number of factors. As a result, phenological reactions were different: some birds species began to arrive earlier, others later, and some species were stable.

Key words: Pechora-Ilych reserve, climate change, phenology, beginning of flowering plants, migration of birds.

ФЕНОЛОГИЧЕСКИЕ ОТКЛИКИ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ ПРИОКСКО-ТЕРРАСНОГО БИОСФЕРНОГО ЗАПОВЕДНИКА

Буйволов Ю.А.^{1,2}, Благущин В.В.², Соколова Г.В.², Delgado M.M.³

¹ Институт глобального климата и экологии Росгидромета и РАН, г. Москва,

² Приокско-Террасный государственный заповедник, Данки, Московская обл., ybuyvolov@gmail.com

³ Research Unit of Biodiversity (UMIB, UO-CSIC-PA), Oviedo University – Campus Mieres, Mieres, Spain, delgado.mmar@gmail.com

В статье рассмотрены результаты регрессионного анализа изменения фенологических сроков у 63 видов сосудистых растений за период с 1976 по 2017 годы. Показано, что климатические изменения вызывают фенологический отклик различной силы у 44 наблюдаемых видов (70%), в зависимости от особенностей вида, его положения в границах природного ареала, численности и распределения.

Ключевые слова: фенология, Летопись природы, изменение климата, фенологический тренд.

Наблюдения по программе «Летопись природы», проводимые в заповедниках России, сегодня становятся особенно актуальными в связи с необходимостью изучения последствий происходящих климатических изменений. Важность таких наблюдений для выявления закономерностей фенологических откликов на изменение климата и необходимость развития и расширения национальной фенологической сети России на базе заповедников и национальных парков отмечена на Всероссийском семинаре-совещании «Летопись природы Евразии: крупномасштабный анализ изменяющихся экосистем»/“Eurasian Chronicle of Nature — Large Scale Analysis of Changing Ecosystems (ECN)” (7–10 ноября 2017 г., Московская обл.).

В ряде работ на основе данных о фенологических наблюдениях, проведённых по отдельным массовым видам растений на значительной территории Европейской части России, отмечается, что потепление климата оказывает влияние на фенологию ценозообразующих видов, однако проявляются пространственные различия в их фенологических реакциях неоднозначно. Четкой связи изменения температуры воздуха и фенологических реакций не прослеживается. Это свидетельствует о реализации у растений гомеостатических механизмов адаптации к изменениям климата (Минин и др. 2016; Минин и др. 2017). При этом следует отметить, что обычно наблюдения проводятся за небольшим числом массовых видов растений, а общий видовой состав ограничивается двумя десятками видов сосудистых растений (Минин, 2000).

Ценность фенологические наблюдений в государственных природных заповедниках, с одной стороны, в том, что здесь исключаются иные сторонние факторы антропогенного воздействия и имеется возможность на единой

методической основе в одних и тех же местах наблюдать длительное время, а с другой стороны, согласно методическим рекомендациям (Филонов, Нухимовская, 1990), здесь проводятся наблюдения за широким спектром видов, как массовых, формирующих основные фитоценозы, но также за садовыми растениями, видами, находящимися на границе своего ареала, редкими, реликтовыми и эндемичными и находящимися под угрозой исчезновения.

Задача данной работы – выявить различия по фенологическим реакциям у разных видов сосудистых растений, произрастающих на территории Приокско-Террасного биосферного заповедника.

Таблица 1. Состав выделенных групп видов по проявлению фенологического тренда весенней фенофазы по отдельным значимым факторам.

	1 Инертная (число видов/%)	2 Умеренный тренд (число видов/%)	3 Высокий тренд (число видов/%)	Всего видов
Виды растений	19	17	25	61
Время цветения				
Раннецветущие (март-апрель)	5/26	5/29	5/20	15
Разгар и конец весны	8/42	9/53	17/68	34
Летнецветущие растения	6/32	3/18	3/12	12
Жизненная форма растений				
Наземные и водные травы	14/74	8/47	7/32	29
из них монокарпики	2	0	0	2
поликарпики	12	8	7	27
Кустарники и кустарнички	4/21	5/29	13/48	22
Деревья	1/5	4/24	5/20	10
Встречаемость в регионе				
Массовые	3/16	5/29	8/32	
Обычные	6/32	4/24	8/32	
Редкие	7/37	3/18	7/28	
Адвентивная флора	1/5	2/12	2/8	
Реликты, охраняемые редкие и исчезающие виды	2/11	3/18	0	

Методы

Фенологические наблюдения в Приокско-Террасном государственном природном биосферном заповеднике начаты в 1948 г. и продолжаются по настоящее время. Наблюдения ведутся за 63 видами сосудистых растений, список которых включает как обычные, так и редкие растения, относящиеся к различным типам жизненных форм. В связи с относительно небольшой выборкой типы жизненных форм (по классификации И.Г. Серебрякова) были обобщены до 3-х основных: деревья, кустарники и кустарнички, наземные и водные травы (монокарпики и поликарпики раздельно). Травянистые растения наблюдались, преимущественно, только в фазе цветения, отмечались сроки начала, окончания и массового цветения. Для ягодников

отмечались также фазы созревания плодов. Древесные растения отмечались по 12–14 фенологическим явлениям, начиная от начала сокодвижения и заканчивая полным опадением листьев в фазу осеннего увядания. Всего в выборке представлено 438 фенологических явления в год. В связи с тем, что наиболее ярко изменения климата стали проявляться с середины 70-х гг. прошлого столетия, в целях снижения «флуктуационного шума», для большей «чувствительности» математического аппарата к индикации фенологических трендов использованы данные только за последние 40 лет — с 1976 по 2017. Статистическая обработка данных и подготовка графики выполнена в среде R. Оценка фенологических откликов проведена на основе линейной регрессии, учитывались только статистически достоверные тренды в 95%-м доверительном интервале, $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение

Проведенные ранее исследования по 34 рядам данных, собранным в Приокско-Террасном биосферном заповеднике, в том числе 12 видам сосудистых растений, не выявили тесных корреляционных зависимостей фенологических явлений с температурными изменениями, но установлена тесная связь между датами наступления ранневесенних фенофаз и фаз цветения с температурами весенних месяцев, а также выявлено статистически достоверное смещение фенодат весенне-летних явлений у ряда растений на более ранние сроки (Осипов и др., 2001). В данной работе продолжено изучение фенологических откликов на всех наблюдаемых 63 видах сосудистых растений. Общими для этих видов являлись данные по фазе цветения, которой уделено особое внимание в нашем анализе. По фенологическим реакциям, прежде всего в весенне-летние фенофазы, за период с 1976 по 2017 гг. 63 наблюдаемых вида можно разделить на 3 примерно равные группы по силе фенологического отклика.

В первую группу входят 19 видов (30% от всех наблюдаемых), которые не проявили никаких фенологических достоверных трендов, условно названная «инертная группа». В эту группу вошли: донник белый (*Melilotus albus* (L.) Medik.), донник лекарственный (*Melilotus officinalis* (L.) Pall.), сочевичник весенний (*Lathyrus vernus* (L.) Bernh.), поповник (*Leucanthemum vulgare* Lam.), звездчатка ланцетолистная (*Stellaria holostea* L.), ковыль перистый (*Stipa pennata* L.), тюльпан Биберштейна (*Tulipa biebersteiniana* Schult. et Schult. fil.), цикорий (*Cichorium intybus* L.), таволга вязолистная (*Filipendula ulmaria* (L.) Maxim.), купальница европейская (*Trollius europaeus* L.), одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale* Wigg.), пижма (*Tanacetum vulgare* L.), кувшинка белая (*Nymphaea alba* L.), первоцвет весенний (*Primula veris* L.), костяника (*Rubus saxatilis* L.), малина обыкновенная (*Rubus idaeus* L.), черника (*Vaccinium myrtillus* L.), смородина черная (*Ribes nigrum* L.), ель европейская (*Picea abies* (L.) Karst.).

В принятом уровне достоверности ($p < 0,05$) в весенне-летних фенофазах — распускании листьев и цветении имели тренды 42 вида (67%) на-

блюдаемых растений. Диапазон наклона варьировал от -0,2 до +1, средний наклон составлял -0,4 (примерно срок смещение за 40 лет на 16 дней). Эти виды мы разделили на две группы по формальному признаку наклона тренда ниже и выше среднего. В группу видов, у которых проявился наклон на регрессии ниже среднего значения, то есть менее 10,41 в абсолютном значении (условно виды «умеренного тренда») вошли следующие 17 видов: ветреница лютиковая (*Anemonoides ranunculoides* (L.) Holub), ландыш майский (*Convallaria majalis* L.), рябчик русский (*Fritillaria ruthenica* Wikstr.), прострел раскрытый (*Pulsatilla patens* (L.) Mill.), мать-и-мачеха (*Tussilago farfara* L.), герань лесная (*Geranium sylvaticum* L.), зверобой продырявленный (*Hypericum perforatum* L.), калужница болотная (*Caltha palustris* L.), жимолость обыкновенная (*Lonicera xylosteum* L.), степная вишня (*Cerasus fruticosa* Pall.), ива козья (*Salix caprea* L.), бузина красная (*Sambucus racemosa* L.), сирень обыкновенная (*Syringa vulgaris* L.), клен остролистный (*Acer platanoides* L.), черемуха обыкновенная (*Padus avium* Mill.), осина (*Populus tremula* L.), липа мелколистная (*Tilia cordata* Mill.).

В третьей группе оказались наиболее лабильные в фенологическом отношении растения. В неё включены виды, проявившие фенологический тренд наклоном более 10,41, условно названную группой «высокого тренда». В эту группу входят следующие 25 видов: герань кроваво-красная (*Geranium sanguineum* L.), горец змеиный (*Polygonum bistorta* L.), земляника обыкновенная (*Fragaria vesca* L.), земляника зелёная (*Fragaria viridis* (Duch.) Weston), крапива двудомная (*Urtica dioica* L.), медуница неясная (*Pulmonaria obscura* Dumort.), хохлатка плотная (*Corydalis solida* (L.) Clairv.), багульник болотный (*Ledum palustre* L.), бересклет бородавчатый (*Euonymus verrucosa* Scop.), вереск обыкновенный (*Calluna vulgaris* (L.) Hill.), волчегонник обыкновенный (*Daphne mezereum* L.), карагана древовидная (*Caragana arborescens* Lam.), клюква четырёхлепестная (*Oxycoccus palustris* Pers.), лещина обыкновенная (*Corylus avellana* L.), крушина ломкая (*Frangula alnus* Mill.), ракитник русский (*Chamaecytisus ruthenicus* (Fisch. ex Wolf.) Klásk.), шиповник (*Rosa majalis* Herrm.), брусника (*Vaccinium vitis-idaea* L.), калина обыкновенная (*Viburnum opulus* L.), куманика (*Rubus nessensis* W.Hall), сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.), береза повислая (*Betula pendula* Roth.), дуб черешчатый (*Quercus robur* L.), рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia* L.), яблоня лесная (*Malus sylvestris* (L.) Mill.).

Большинство видов проявили отрицательный тренд весенне-летних фенофаз, за исключением отдельных феноявлений у трех разных видов. В группе видов с умеренным фенологическим трендом, из 17 видов только 2 вида имели положительный тренд в весенней фенофазе — мать-и-мачеха, у которой продлился срок завершения цветения (при этом отрицательный тренд начала цветения) и клен остролистный, у которого срок начала сокодвижения имеет небольшой положительный тренд. Положительный тренд выше среднего наклона по амплитуде (+1) отмечен только шиповника, у которого срок окончания цветения продлился за 40 лет более чем на месяц.

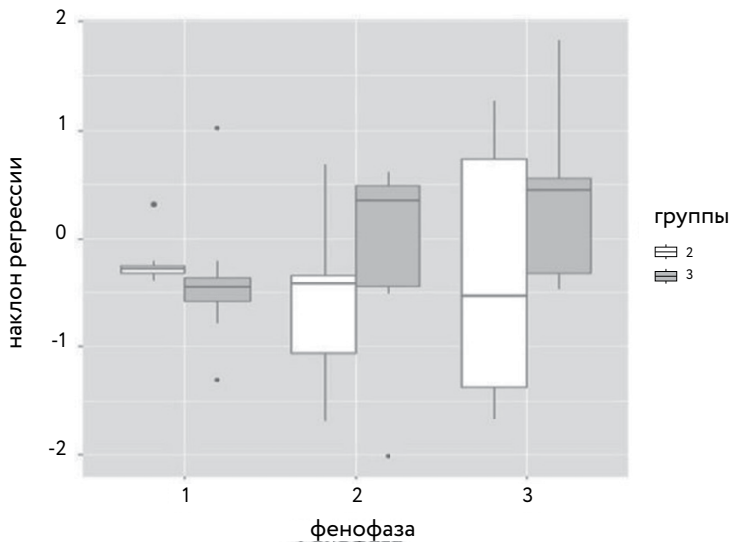


Рисунок 1. Размах колебаний трендов фенологических откликов в разных группах видов в различные фенофазы (1 – распускание листьев и цветение; 2 – плодоношение; 3 – осеннее увядание).

Из общего списка видов следует выделить два вида деревьев, которые не проявили тренда в весенне-летних фенофазах, но имеют положительные тренды в части смещения на более поздний срок осенней фенофазы увядания. Это ива ломкая (*Salix fragilis* L.) и ольха клейкая (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn). Сроки распускания листьев и цветения у видов флуктуируют в широких пределах по годам, что не позволяет выявить устойчивого тренда за период рассмотрения. Эти два вида представляют, своего рода, исключение и не будут рассматриваться дальше при проведении анализа состава групп.

Фенологические отклики растений связывают со следующими их особенностями: механизм контроля начала сезонного развития, тип зимнего покоя, географическая изменчивость, фенологическая пластичность вида, размер популяции (Жмылева и др., 2011; Miller-Rushing and Primack, 2008). В таблице 1 приведены результаты оценки состава выделенных групп для оценки связи выявленных различий с фенологической пластичностью видов, используя маркеры время зацветания и жизненную форму растений, а также встречаемости в регионе (аналог размеру популяции).

При анализе состава групп по времени цветения видов выявлено, что при обработке фенодат методом регрессионного анализа на нашем материале четкой связи между ранним зацветанием растения и фенологическим сдвигом не прослеживается. В каждую из групп примерно в равной пропорции входят раннецветущие виды, в том числе имеются травы первоцветы в каждой группе. Однако, очевидно, что летнецветущие растения показывают меньшую склонность к фенологическому тренду, половина этих растений

не только не демонстрирует тренды, но и межгодовые флуктуации у них незначительны. Примечательно, что для растений, цветущих в «разгар и конец весны», весенний фенологический тренд проявляется наиболее четко (см. группа 3 «высокий тренд»).

По жизненным формам древесные растения проявили значительно большую фенологическую пластичность, чем травы. Около 50% всех наблюдаемых трав не проявили фенологических трендов, в то время как 9 из 10 деревьев и большинство кустарников и кустарничков отмечены фенологическими трендами. Среди деревьев только сроки зацветания и начала роста побегов у ели европейской не показали фенологического тренда, но отмечены высокие флуктуации фенодат. Примечательно, что ель европейская и черника (2 из 3-х массовых видов растений, отнесенных к группе 1 инертной) находятся на границе ареала. Возможно, нахождение на границе ареала и стало причиной отсутствия (или невозможности) фенологического сдвига у этих видов растений.

Подавляющее большинство наблюдаемых в заповеднике древесных растений подвержены фенологическим сдвигам, особенно массовые виды. Так, наиболее широко распространенные в заповеднике деревья, кустарники и кустарнички (дуб, сосна, береза, лещина, рябина, бересклет бородавчатый, крушина ломкая, куманика, брусника) попали в группу с высоким весенним трендом. Отдельно выделены виды адвентивной флоры, так как их встречаемость в регионе тесно связана с антропогенными местообитаниями. Эти виды (особенно крапива двудомная и карагана древовидная) также проявляют фенологические тренды.

Редкие и реликтовые виды либо вообще не показали направленных изменений, либо они минимальны. Ковыль перистый и Тюльпан Биберштейна находятся за пределами ареала современного произрастания как реликты степной зоны и не проявляют фенологических сдвигов. В то же время умеренные отрицательные тренды у прострела раскрытого (региональная Красная книга) и рябчика русского, включенного в Красную книгу Российской Федерации (2008, приложение 3), выражаются лишь в сокращении периода цветения. То есть, по существу мы имеем в качестве фенологического сдвига не смещение, а сокращение срока цветения растений. Из охраняемых, редких и реликтовых растений реальное смещение фенологического срока цветения отмечено только для степной вишни.

Характерно, что для обеих групп с выраженным летне-весенним трендом диапазон изменений возрастает к фенофазе плодоношения и далее осеннего увядания (регистрировалось только у древесных растений). На рисунке 1 показан размах колебаний значений наклона тренда в различные фенофазы по 2-й и 3-й группам. В диаграмме использованы только значащие значения наклона регрессии. Горизонтальная черная линия в прямоугольнике показывает среднее значение наклона для каждой группы, а вертикальные линии 95% доверительный интервал. Отдельные «выбросы» показаны точками за пределами прямоугольника.

Анализ колебаний наклонов регрессии по группам не показывает явной связи между отрицательным трендом весенней фенофазы и положительным для осенней фенофазы. Кажущееся увеличение длительности вегетации может быть отмечено лишь для отдельных видов растений, но не является тенденцией в целом для растений заповедника в пределах выделенных групп. Значительное положительное смещение сроков осенней фенофазы увядания очевидно только для отдельных видов деревьев и лещины обыкновенной. И в этом контексте вышеупомянутые ива ломкая и ольха клейкая уже не являются исключением, а показывают тенденцию положительного осеннего тренда у деревьев. Интересно, что для группы с умеренным летне-весенним трендом диапазон колебаний смещения осенней фенофазы выше, чем для группы 3, а средний тренд отрицателен. Эти особенности могут быть весьма значимы для понимания фенологических откликов экосистем и будут рассмотрены в дальнейших исследованиях.

Таким образом, проведенный анализ фенологических данных на примере Приокско-Террасного биосферного заповедника подтверждает тезис, что климатические изменения у большинства видов сосудистых растений вызывают фенологический отклик различной силы, в зависимости от особенностей вида и его положения в границах природного ареала, условий произрастания, численности популяции и других факторов. Растения, оказавшиеся под угрозой исчезновения, произрастающие на границе или за пределами ареалов, могут не иметь возможности адаптироваться к климатическим изменениям за счет сдвига фенофаз.

Литература

- Жмылева А.П., Карпущина Е.А., Жмылев П.Ю. Фенологическая реакция лесных растений на потепление климата: рано и поздноцветущие виды // Вестник РУДН, серия «Экология и безопасность жизнедеятельности». №2, 2011. — С. 5–15.
- Минин А.А. Фенология Русской Равнины: материалы и обобщения. — М.: Изд АБФ/АБФ, 2000. — 160 с.
- Минин А.А., Ранькова Э.Я., Рыбина Е.Г., Буйволов Ю.А., Сапельникова И.И., Филатова Т.Д. Феноиндикация изменений климата за период 1976–2015 гг. в Центральной части европейской территории России: береза бородавчатая (повислая) — *Betula verrucosa* Ehrh. (*B. pendula* Roth.) // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. Т. 27. № 2, 2016. — С. 17–28.
- Минин А.А., Ранькова Э.Я., Рыбина Е.Г., Буйволов Ю.А., Сапельникова И.И., Филатова Т.Д. Феноиндикация изменений климата за период 1976–2015 гг. в центральной части Европейской территории России: береза бородавчатая (повислая) (*Betula verrucosa* Ehrh. (*B. pendula* Roth.)), черемуха обыкновенная (*Rubus avium* Mill.), рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia* L.), липа мелколистная (*Tilia cordata* Mill.) // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. Т. 28. № 3, 2017. — С.17–28.
- Осипов И.Н., Реймерс А.Н., Рымкевич Ю.И. Сопряженный анализ многолетних климатических и биологических данных в Приокско-Террасном заповеднике // Влияние изменений климата на экосистемы, Ч. II. / под ред. А. Кокорина, А. Кожаринова, А. Минина. — М.: Русский университет. — С. 56–61.

Филонов К.П., Нухимовская Ю.Д. *Летопись природы в заповедниках СССР. Методическое пособие.* – М.: Наука, 1990. – 160 с.

Miller-Rushing A.J., Primack R.B. *Global warming and flowering times in Thoreau's concord: a community perspective // Ecol. V. 89, 2008. – P. 332–341.*

PHENOLOGICAL RESPONSES OF VASCULAR PLANTS IN PRIOKSKO-TERRASNY BIOSPHERE RESERVE

Buyvolov Y.A.^{1,2}, Blagushin V.V.², Sokolova G.V.² Delgado M.M.³

¹ Insytute of the Global Climate and Ecology, Moscow

² Prioksko-Terrasny Biosphere Reserve, Danky, Moscow oblast, ybuyvolov@gmail.com

³ Research Unit of Biodiversity (UMIB) of the University of Oviedo, Spain, delgado.mmar@gmail.com

In this paper we present the temporal change of the phenological events in 63 species of vascular plants from 1976 to 2017. We observed that climatic change is significantly affecting 44 of the recorded species (70%), which might depend on the particular life-history of each single species, its distribution and abundance.

Key words: phenology, Chronicle of nature, climate change, phenological trend.

ФЕНОЛОГИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ *TULIPA SCHRENKII* REGEL В ЗАПОВЕДНИКЕ «РОСТОВСКИЙ»

Вакурова М.Ф.

Государственный природный биосферный заповедник «Ростовский»,
пос. Орловский, Ростовская область, gzi@orlovsky.donpac.ru

Проведены фенологические наблюдения *Tulipa schrenkii* в заповеднике, установлена зависимость появления первого цветка до массового цветения от температурного режима. Бутоны с цветками появлялись при полном оттаивании верхнего слоя почвы, что соответствовало температуре воздуха +0,4 – +6°C, а массовое или полное цветение при температуре воздуха +8,3 – +16,7°C. При высокой влажности плотность цветущих растений достигает 7–8 особей/м², при минимальной – 3–4 особей/м².

Ключевые слова: заповедник «Ростовский», фенологические наблюдения, первый цветок, полное цветение, *Tulipa schrenkii* Regel.

Исследования проведены в 2009–2017 гг. в заповеднике «Ростовский», расположенном в Кумо-Манычской впадине в подзоне сухих дерновинно-злаковых степей (Горбачев, 1974). В целом местность представляет собой равнину с невысокими холмами. Климат характеризуется жарким летом и холодной, малоснежной зимой. Средняя месячная температура воздуха в январе – минус 5,5°C, в июле +24,4 °C. Максимальная температура летом может подниматься до +43°C. Безморозный период длится 185–190 дней. Количество осадков – от 422 до 379 мм в год. Частые восточные ветры сильно иссушают почву, с апреля по октябрь насчитывается 95–100 дней с суховеями (Подгорная, 2002).

На территории заповедника произрастают 3 вида тюльпанов: тюльпан Биберштейна (*Tulipa biebersteiniana* Schult. & Schult. fl. s.l.), тюльпан Шренка (*T. schrenkii* Regel), тюльпан двуцветковый (*T. biflora* Pall). *Tulipa biebersteiniana* Schult. & Schult. fl. s.l. внесён в перечень видов, которые нуждается в особом внимании к их состоянию в природной среде и мониторингу на территории Ростовской области (Красная книга Ростовской области 2014 г.). *Tulipa schrenkii* Regel и *Tulipa biflora* Pall занесены в Красную книгу РСФСР (1988), России (2008) и Красную книгу Ростовской области (2014).

С 27 декабря 1997 г. *Tulipa schrenkii* сохраняется на заповедных участках, а с ноября 2000 г. и в охранной зоне.

Tulipa schrenkii – является родоначальником первых культурных сортов. Назван в честь Александра Ивановича Шренка, путешественника, доцента минералогии Дерптского (Тартуского) университета. Многолетнее растение 10–40 см высотой, луковица до 3 см в диаметре. Стебель голый с 3–4 расставленными листьями. Листья голые, сизые, отогнутые. Цветки одиночные из 6 свободных листочков, с лёгким ароматом. Тычинок 6. Плод – ко-

робочка, 2–5 см дл. Семян до 300 шт. Цветет в середине апреле, плодоносит май–июнь. Продолжительность цветения 6–12 дней. Цветки опыляются мелкими мухами, пчелами. Размножается только семенами (в культуре вегетативно). Одной из особенностей является разнообразие цвета бутонов даже в одной популяции. В среднем от прорастания до первого цветения проходит до 7–8 лет, этот срок зависит от увлажнения почвы (Красная книга РСФСР, 1988).

Таблица 1. Динамика цветения *Tulipa schrenkii* Regel по годам.

Таксон	Фенофаза	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
Tulipa schrenkii Regel	Первый цветок	10.04.	11.04.	11.04.	10.04.	03.04.	05.04.	08.04.	29.03.	08.04.
	Полное цветение	24.04.	25.04.	27.04.	21.04.	18.04.	14.04.	18.04.	15.04.	18.04.

Таблица 2. Сумма активных температур *Tulipa schrenkii* Regel по годам.

Показатели	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
САТ до первого цветка	309	246	265	230	292	312	362	221	377
САТ до массового цветения	416	426	526	503	399	446	423	396	490

Изучение фенологии ценопопуляции *Tulipa schrenkii* проводилось маршрутным и стационарным методом, где применялся количественный, глазомерный и метеорологический метод учета. В пределах изучаемой популяции случайным образом закладывались учётные площадки 1 кв. м. (1x1), проходящие по трансектам на территории заповедника. Фенофазы определялись визуально и учитывались с момента первого цветка и до массового цветения. Фазы различались по внешним признакам (Филонов, Нухимовская, 1990). Данные погоды регистрируются на метеорологическом посту заповедника с марта 2008 года, (визит-центр, посёлок Волочаевский).

По данным таблицы 1 видим, что дата цветения первого цветка *Tulipa schrenkii* по годам колеблется в пределах 3–8 дней. Так с 2009 по 2012 года цветение было практически в один день. Жаркая и сухая погода повлияла на скачки в цветение с 2013 года. Самое раннее цветение было в 2016 году 29 марта. Полное цветение *Tulipa schrenkii* в 2009 (24.04) году по сравнению на 2017 (18.04) год фиксируется на 1 неделю раньше.

Изучение ритмики природных явлений позволяет выявить влияние на них климатических изменений, происходящих в биосфере. Одним из методов изучения сезонных явлений является анализ данных, полученных в результате ведения фенологических наблюдений (табл. 2, рис. 1, 2, 3, 4).

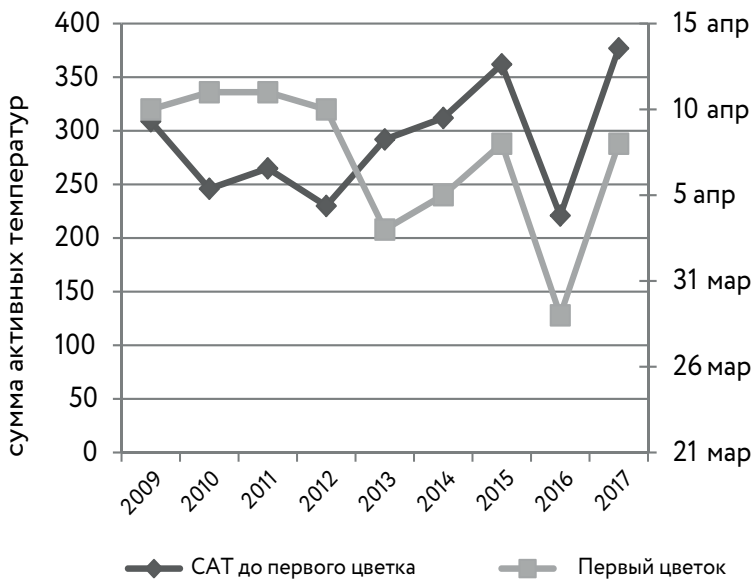


Рисунок 1. Межгодовые колебания суммы активных температур первое цветение *Tulipa schrenkii*.

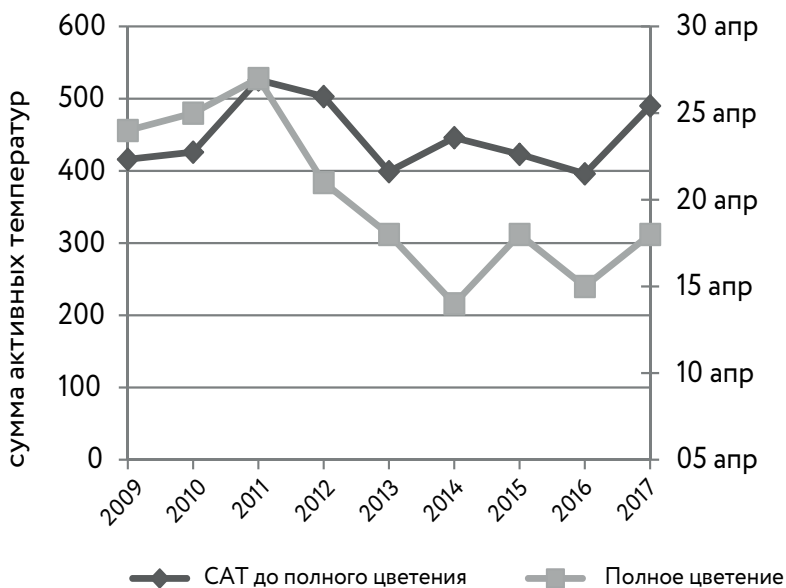


Рисунок 2. Межгодовые колебания суммы активных температур полного цветения *Tulipa schrenkii*.

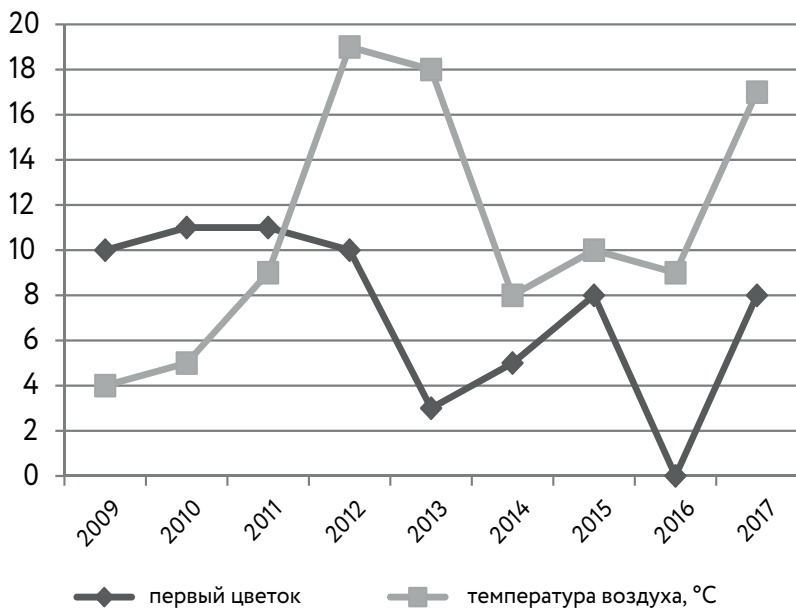


Рисунок 3. Фенофаза (первый цветок) у *Tulipa schrenkii* и метеопказатель за годы наблюдений.

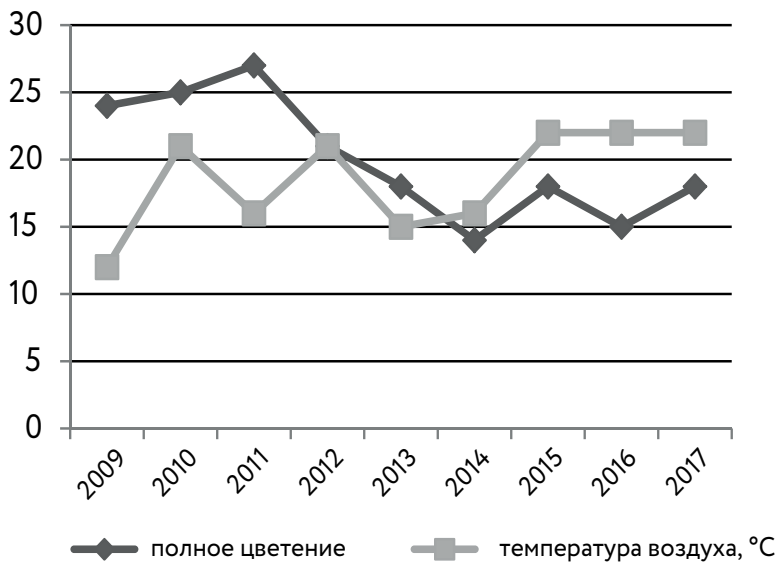


Рисунок 4. Фенофаза (полное цветение) у *Tulipa schrenkii* и метеопказатель за годы наблюдений.

Таблица 3. Показатели *Tulipa schrenkii* Regel по годам.

Год	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Осадки в марте, мм				111,1	33,5	17	26	35,1	26,1
Осадки в апреле, мм			467	29,2	5,5	2	14	5,3	20,5
Продолжительность цветения, дней	15–17	15–17	17–20	16–18	15–17	10–12	12–14	12–14	13–15
Цветущих особей на м ²	6–7	7–8	7–8	7–8	6–7	3–4	4–5	3–4	5–6

Судя по отклонениям в сроках фенодат, мы видим непосредственное влияние изменения климата на функционирование ценопопуляции *Tulipa schrenkii* (табл. 3).

Из данных таблицы 3 видим, что в 2011 году количество осадков выпало 467 мм. Продолжительность цветения достигает 20 дней, а плотность растений 7–8 особей/м². А при наименьших осадках в 2014 году продолжительность цветения составляет порядка 12 дней и плотность 3–4 особей/м².

Состояние популяции *Tulipa schrenkii* повсеместно зависит от степени увлажнения и температурного режима в период вегетации. Таким образом, температура влияет на начало и продолжительность цветения. Осадки — на количество цветущих особей в году.

Литература

Вакурова М.Ф. Состояние редких и исчезающих видов эфемероидов в заповеднике «Ростовский» и на сопредельных пастбищах с 2013 по 2017 гг.: Материалы Всероссийской науч.-практ. конф. «Актуальные проблемы биоразнообразия и природопользования», — Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2017. — С.32–38.

Горбачёв Б.Н. Растительность и естественные кормовые угодья Ростовской области. — Ростов н/Д.: Ростовское книжное издательство, 1974. — 152 с.

Красная книга РСФСР. Растения. — М.: Росагропромиздат, 1988. — 592 с.

Красная книга Ростовской области. / Министерство природных ресурсов и экологии Ростовской области: Издание 2-е. — Ростов-на-Дону: Минприроды Ростовской области, Т. 2. Растения и грибы, 2014. — 344 с.

Летопись природы заповедника «Ростовский». Раздел Погода. Книга 8–15.

Подгорная Я.Ю. Краткий физико-географический образ района заповедника «Ростовский» // Труды Государственного заповедника «Ростовский». Вып. 1, 2002. — 272 с.

Филонов К.П., Нухимовская Ю.Д. Летопись природы в заповедниках СССР. Методическое пособие. — М.: Наука. — 160 с.

PHENOLOGICAL OBSERVATIONS TULIPA SCHRENKII REGEL IN THE RESERVE «ROSTOV»

Vakurova M.F.

Federal state budgetary institution «State natural biosphere reserve» Rostov, the village of Orlovskiy, Rostov oblast, gzh@orlovsky.donpac.ru

The phenological observations of *Tulipa schrenkii* in the reserve were carried out, the dependence of the appearance of the first flower to mass flowering on the temperature

regime was established. Buds with flowers appeared in full thawing of the topsoil, which corresponded to the temperature of the air $+0,4 - +6^{\circ}\text{C}$, and mass or full bloom at air temperature $+8,3 - +16,7^{\circ}\text{C}$. Interannual fluctuations of phenological dates depend on environmental factors. At high humidity, the density of flowering plants reaches 7–8 individuals/ m^2 , with a minimum of 3–4 individuals / m^2 .

Key words: reserve «Rostov», phenological observations, first flower, full bloom, *Tulipa schrenkii* Regel.

МЕТОДИКИ ФЕНОЛОГИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ В РАБОТЕ БОТАНИЧЕСКИХ САДОВ

Гонтарь О.Б.

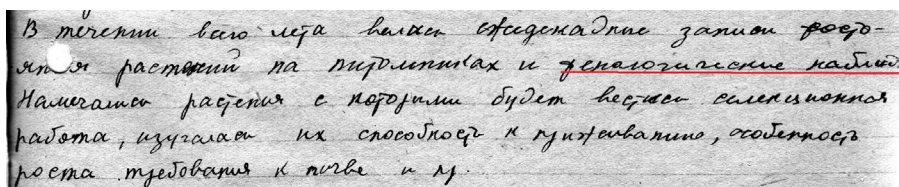
Полярно-альпийский ботанический сад-институт им. Н.А.Аврорина Кольского научного центра Российской академии наук, г. Апатиты, Мурманская обл., gontar_ob@mail.ru

В статье представлен краткий обзор исторического характера фенологических наблюдений в ПАБСИ. Проанализирована методика фенологических наблюдений, проводимая в ботанических садах, применимо к совместной работе с заповедниками.

Ключевые слова: методики фенологических наблюдений, ботанический сад, заповедник, виды-индикаторы.

Полярно-альпийский ботанический сад-институт был организован в 1931 году как Хибинский ботанический сад Постановлением Биологической группы Академии Наук СССР, на основании которого было вынесено решение о его создании. Формирование уникальных коллекций живых растений ПАБСИ началось уже на следующий год летом 1932 года. В этот год был заложен первый питомник Полярно-альпийского ботанического Сада. Первыми образцами стали подаренные Ботаническим институтом АН СССР представители 26 видов кустарников и более 50 видов трав. На настоящее время коллекция живых растений открытого грунта на территории ПАБСИ занимают площади 10,63 га: древесные интродуценты — 5,9 га, травянистые интродуценты — 1,1 га, растений Мурманской области — 2,7 га, прочие — 0,74 га. Коллекционные фонды открытого грунта в 2017 г. содержат многолетние травянистые интродуценты — 2535 образцов (1409 таксонов, 1205 видов, 269 родов, 56 семейства); древесные интродуценты — 792 образца (372 таксона, 306 видов, 60 родов, 27 семейств); растений местной флоры Мурманской области — 1234 образца (370 таксона, 363 вида, 180 родов, 63 семейства); представителей флоры Алтая — древесной флоры 53 вида (25 родов, 13 семейств), травянистых растений 54 вида (35 родов, 16 семейств) (Жиров и др., 2017). В течение более чем 85 лет сотрудниками ведутся фенологические наблюдения за всеми коллекционными растениями в культуре.

Полевые дневники, которые, к сожалению, долгое время хранились в лабораториях и только в настоящее время переданы в запасники музея ПАБСИ, содержат записи фенологических наблюдений за травянистыми растениями с 1948 года, древесными — с 1955 г. Но в архиве ПАБСИ сохранились некоторые сведения о наблюдениях за растениями в открытом грунте (рис. 1) практически с начала создания Сада: «В течение всего лета велись еженедельные записи состояния растений на питомниках и фенологические наблюдения» (Боброва, 1934).



В течение всего лета были ежедневные записи фазы
и растений на подметках и фенологические наблюдения
Намечается работа с которой будет ведена селекционная
работа, изучаются их способность к мутованию, особенность
роста требовать к пище и т.д.

Рисунок 1. Фрагмент научного отчета Л.И.Бобровой.

После опубликования «Методики фенологических наблюдений в ботанических садах СССР» сотрудников Главного ботанического сада (Александрова и др., 1975), фенологические наблюдения в ПАБСИ ведутся по этой методике и фиксируются для каждого образца, находящегося на коллекционном питомнике. 15 лет назад создана и ведется электронная база данных фенологических наблюдений с переводом календарных дат в непрерывный ряд по методике Г.Н.Зайцева (1990).

Анализ записей в полевых дневниках выявил изменения методики ведения фенологических наблюдений за травянистыми растениями (табл. 1) в сторону увеличения количества фенофаз и появление новых. Тем не менее, практически во всех работах сотрудников ПАБСИ, посвященных успешности интродукционного эксперимента или введения в культуру видов аборигенной флоры до 1975 года и после, и в совместных публикациях с заповедниками, как правило, учитывались только 5–6 фенофаз и совершенно нигде не использовались такие фенофазы, как развертывание листьев и окончание роста побегов (Андреев, 1975; Филиппова, 1975; Горелова, 1986; Филиппова, 1990).

Методика фенологических наблюдений в ботанических садах (1975) различна для лиственных и хвойных видов, хотя некоторые фенофазы для них общие. Для древесных растений в ней описаны 20 для хвойных и 21 для лиственных видов фаз развития вегетативных и генеративных побегов (табл. 2).

До 1977 года в журналах полевых наблюдений совершенно не значится фенофаза одревеснения побегов. Да и в более поздних работах сотрудников ПАБСИ по интродукции древесных растений при построении фенологических спектров для описания характеристики акклиматизации некоторых видов используется очень ограниченное количество (от 4 до 10) фенологических фаз (Маслаков, 1987; Казаков, Кузьмин, 1979). Даже при описании состояния глубокого покоя дендрointродуцентов использовали только фенофазы окончания роста побегов и закладки верхушечных почек (Руденко и др., 1987). Упоминания про фенофазу одревеснения побегов, которая очень важна для оценки зимостойкости древесно-кустарниковых видов, встречается только в некоторых работах, спустя почти 20 лет после опубликования «Методики фенологических наблюдений в ботанических садах СССР» (Гонтарь, 2004, 2005; Гончарова, Салтыкова, 2013; Гончарова и др., 2017). Гораздо информативнее на основе фенологических данных проводить сравнение для древесных растений аборигенов и интродуцентов по

Таблица 1. Сравнительная характеристика ведения фенологических наблюдений за травянистыми растениями в ПАБСИ с 1948 г. по настоящее время.

1948 г.	1958 г.	1964 г.	с 1975 г.	Сезонная жизнь природы (Макарова и др., 2001)	Наименование фенофазы
					посев
				+	покой
I		I			всходы
V	V	V	B1	+	начало весеннего отрастания (вегетация)
			B2		развертывание листьев
			B3		окончание роста побегов
		Λ	Л1	+	отмирание листьев
		⊙	Л2		полное отмирание листьев и генеративных органов
О	О	О	Б	+	появление бутонов
О	О	О	Ц1	+	начало цветения
С	С	С	Ц2		конец цветения
			Пл1		завязывание плодов
+	+	+			незрелые семена
#	#	#	Пл2	+	плоды созрели (плодоношение)

продолжительности (1) вегетационного периода (определяется в сутках от фенофазы пч2 до фенофазы л4), (2) периода роста побегов (в сутках между фенофазами пб1 и пб2), (3) периода одревеснения побегов (в сутках между фенофазами о1 и о2) (Жиров, Гонтарь, 2011).

За раннее начало вегетации приняты сроки наступления фенофазы пч2 до 20 мая, так как с этого числа по многолетним данным для центрального района Мурманской области отмечен переход среднесуточной температуры воздуха через +5°C. Разбивая сроки по 10 суток, за позднее начало вегетации стали считать даты позже 30 мая. Окончание периода вегетации стали считать ранним при пожелтении листьев до 22 августа, поздним – при наступлении этой фазы после 10 сентября, когда наступают первые заморозки (Атлас Мурманской области, 1971).

Ранним окончанием периода роста считают фиксирование фенодаты пб2 до 28 июля, через неделю после окончания полярного дня, средним окончанием роста – наступление данной фенофазы в период с 29 июля до 17 августа, а позднее окончание роста – после 18 августа. Коротким по продолжительности роста считается период до 50 суток, средним – 50–60 суток, длительным – более 60 суток.

Растения относятся к рано завершившим одревеснение побегов, если это произошло до 5 августа, средне завершившими – с 6 по 25 августа, и с поздним завершением этого периода – позднее 25 августа. По многолетним данным именно 25 августа в Центральном районе Мурманской об-

ласти происходит переход средней суточной температуры воздуха через +10°C (Атлас Мурманской области, 1971). Коротким по продолжительности одревеснения годовичных побегов считается период до 30 суток, средним — 30–50 суток, длительным — более 50 суток.

В последней совместной работе ПАБСИ и заповедников Мурманской области о сезонной жизни растений на Кольском Севере (Макарова и др., 2001) были подведены итоги фенологических наблюдений, проводившихся в течение 7 лет на заповедных территориях Мурманской области и Норвегии с фиксированием 6 фаз развития, общих как для древесных, так и травянистых растений (табл. 1) 19 видов, широко распространенных, полезных и редких сосудистых растений, относящихся к разным жизненным формам.

Таблица 2. Обозначение и описание фенологических фаз для древесных растений.

Лиственные деревья и кустарники		Хвойные деревья и кустарники	
Пч1	набухание вегетативных почек	Пб1	набухание вегетативных почек
Пч2	раскрывание почек	Пб2	раскрывание почек
Пб1	начало линейного роста побегов	Пб3	начало линейного роста побегов
Пб2	окончание линейного роста побегов	Пб4	окончание линейного роста побегов
Пч	образование зимней верхушечной почки		
О1	частичное одревеснение побегов		
О2	полное одревеснение побегов		
Л1	обособление листьев	Л1	начало обособления хвои
Л2	листья имеют свойственную им форму, но не достигли нормального размера	Л2	полное обособление хвои
Л3	завершение роста и вызревания листьев	Л3	осеннее пожелтение хвои
Л4	расцвечивание отмирающих листьев	Л4	опадение хвои и веток
Л5	опадение листьев		
Ц1	набухание цветочных почек (у хвойных фиксируется по мужским почкам)		
Ц2	разверзание цветочных почек		
Ц3	бутонизация	Ц3	обособление мужских и женских колосков
Ц4	начало цветения	Ц4	начало пыления
Ц5	окончание цветения	Ц5	окончание пыления
Пл1	завязывание плодов	Пл1	смыкание семенных чешуй, формирование шишки
Пл2	незрелые плоды достигли размеров зрелых	Пл2	Изменение окраски шишки/шишкоягоды, опробковение наружных чешуй
Пл3	созревание плодов	Пл3	полное созревание шишек/шишкоягод
Пл4	опадение зрелых плодов или высыпание из них семян	Пл4	рассеивание семян

Следует определить, какова дальнейшая задача совместных мониторинговых работ природных сезонных изменений. Будет ли она продолжена по редким и полезным видам, произрастающим на питомниках и в заповедной зоне ПАБСИ и других ООПТ, будут ли приняты во внимание растения-аллергены (например, аборигенные и интродуцированные, часто используемые в посадках, а в некоторых случаях и натурализовавшиеся: ольха,

борщевик Сосновского, астры, хризантемы, морозники, лютики, примулы, бархатцы), информация о периоде цветения которых очень важна для некоторых групп населения.

Литература

- Александрова М.С., Булыгин Н.Е., Ворошилов В.Н. и др. Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР. – М., 1975. – 28 с.
- Андреев Г.Н. Интродукция травянистых многолетников в Субарктику. – Л.: Наука, 1975. – 167 с.
- Атлас Мурманской области. – Мурманск, 1971. – 33 с.
- Боброва Л.И. Краткий отчет о работе на питомниках Полярно-альпийского ботанического сада при Кольской базе Академии Наук. Научный отчет. Фонды ПАБСИ КНЦ РАН, – Кировск, 1934. – 5 с.
- Гонтарь О.Б. Фенологические и биометрические параметры, влияющие на зимостойкость дендроинтродуцентов в ПАБСИ // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. Серия Биология. Вып. 2(8). «Современные проблемы научно-образовательной деятельности ботанических садов России (к 70-летию Ботанического сада ННГУ им. Н.И. Лобачевского)». – Нижний Новгород: Изд-во ННГУ, 2004. – С. 33–40.
- Гонтарь О.Б. Адаптация североамериканских видов рода *Betula* L. в условиях Кольского Севера // Актуальные проблемы сохранения биоразнообразия растительного и животного мира Северной Фенноскандии и сопредельных территорий: Тез. докл. междунар. науч. конфер. (Апатиты, 26–28 ноября 2005 г.) / отв. ред. В.Н.Переверзев. – М.: Т-во научных изданий КМК, 2005. – С. 97–100.
- Гончарова О.А., Салтыкова С.А. Фенологическое развитие *Larix gmelinii* (rupr.) Rupr. в Мурманской области. // Ботанические чтения – 2013: Материалы научно-практической конференции / ответственный редактор Н.Н. Никитина. Издательство: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Тюменский государственный университет» в г. Ишиме (Ишим), 2013. – С. 34–37.
- Гончарова О.А., Полоскова Е.Ю., Зотова О.Е., Липпонен И.Н. Некоторые вопросы интродукции образцов *Crataegus* L. на Кольском Севере // Самарский научный вестник, Т. 6, № 2 (19), 2017. – С. 31–35.
- Горелова А.П. Интродукция аконитов в Субарктику. КФ АН СССР, 1986. – 116 с.
- Жиров В.К., Гонтарь О.Б. Системные адаптации и старение дендроинтродуцентов на Кольском Севере. – Мурманск: Изд-во МГТУ, 2011. – 188с.
- Жиров В.К. и др. Отчет о научно-исследовательской работе «Развитие коллекционных фондов и экспозиций ПАБСИ как основы сохранения биоразнообразия, фитореабилитации, создания новых образовательных методик и оптимизации среды человека на Севере». Книга 1. Раздел «Реконструкция, содержание и развитие тематических питомников и оранжерейных коллекций» (заключительный). № гос. регистрации 01201463202. Фонды ПАБСИ КНЦ РАН, – Кировск, 2017. – 115 с.
- Зайцев Г.Н. Математика в экспериментальной ботанике. – М.: Наука, 1990. – 296 с.
- Казаков Л.А., Кузьмин А.В. Интродукция рода *Larix* Mill. на Кольском полуострове / Вопросы интродукции растений на Кольском Севере. – Апатиты: Изд-во КФ АН СССР, 1979. – С. 51–64.

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

Маслаков Н.И. Влияние условий выращивания на рост и развитие шиповников при интродукции на Крайний Север / Дендрологические исследования в Заполярье. – Апатиты: КФ АН СССР, 1987. – С. 24–38.

Руденко С.М., Жиров В.К., Жибоедов П.М. О состоянии глубокого покоя дендроинтродуцентов различной зимостойкости в условиях Кольской Субарктики / Дендрологические исследования в Заполярье. – Апатиты: КФ АН СССР, 1987. – С. 76–84.

Филиппова Л.Н. Введение в культуру представителей семейства звездчатых местной флоры / Флористические исследования и зеленое строительство на Кольском полуострове. – Апатиты: КФ АН СССР, 1975. – С. 3–15.

Филиппова Л.Н. Введение в культуру и биология развития видов местной флоры. – Апатиты: Изд-во КНЦ АН СССР, 1990. – 131 с.

METHODS OF PHENOLOGICAL OBSERVATIONS IN THE WORK OF BOTANICAL GARDENS

Gontar O.B.

Polar Alpine Botanical Garden and Institute, gontar_ob@mail.ru

The article presents a brief review of the historical nature of phenological observations in PABGI. The methodology of phenological observations, carried out in botanical gardens, is applicable to joint work with reserves.

Key words: methods of phenological observations, a botanical garden, a nature reserve, indicator species.

ФЕНОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РАСТЕНИЙ, ПРОИЗРАСТАЮЩИХ НА ТЕРРИТОРИИ ГНПП «КӨЛСАЙ КӨЛДЕРІ»

Дукенбаева А.Д.¹, Уалиева Б.Б.², Арынов Б.Б.²

¹ Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева,
г. Астана, Казахстан, lasiya_b@mail.ru

² Государственный национальный природный парк «Көлсай көлдері»,
Алматинская область, с. Саты, kolsai2016@mail.ru

В данной работе представлены сведения по фенологическим наблюдениям за растениями, произрастающими на территории государственного национального природного парка, и сезонными явлениями. Обобщаются фенологические материалы, полученные в ходе наблюдений за сезонными явлениями по территории ГНПП «Көлсай көлдері» за период 2013–2017 гг. Проводится подразделение годового цикла развития природы.

Ключевые слова: фенология, фенологическая площадка, сезонные явления, динамика, ГНПП «Көлсай көлдері».

Наиболее выраженной формой динамики природы является сезонный цикл, зависящий от природно-климатических факторов, основанный на климатически обусловленной смене времён года. В ходе него проявляются все типичные процессы функционирования природных комплексов и осуществляется закономерная и поступательная активизация входящих в их состав элементов живой и неживой природы.

Система целенаправленного сбора и обобщения фенологических материалов, выражающаяся в их комплексности и непрерывности накопления, может быть обозначена как фенологический мониторинг, включающий задачи выявления устойчивых временных инвариантов сезонной и годовой картины развития природы, а также фенологическую индикацию и прогнозирование (Соловьёв, 2005). Важным моментом является и то, что постоянные и долговременные фенологические наблюдения, проводимые на уровне конкретных территорий и регионов, позволяют выявлять тенденции многолетней динамики природы, что определяет очевидную возможность использования полученных материалов в системе климатического мониторинга (Израэль, 1974).

Цель данной работы — обобщение материалов, полученных в ходе наблюдений за сезонными явлениями и развитием растений, произрастающих на территории ГНПП «Көлсай көлдері», для характеристики этапности и динамики сезонного развития природы. Одной из задач работы была также оценка корреляции пятилетней динамики климатических показателей на рассматриваемой территории.

Материалы и методы

Изучение проводили на территории ГНПП «Көлсай көлдері» на 9 фенологических площадках размером 20x20 м, заложенных в разных поясах в период с 2013 по 2017 гг. Систематически фиксировались показания температуры, количества осадков и изменения климата.

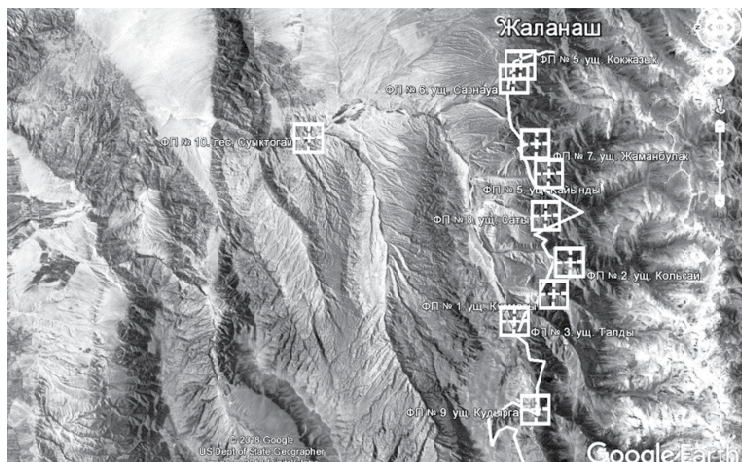


Рисунок 1. Схема расположения фенологических площадок на территории ГНПП «Көлсай көлдері»: ФП 1-9 фенологические площадки №1-9.

Результаты и их обсуждение

Государственный национальный природный парк «Көлсай көлдері» располагается на территории Райымбекского и Талгарского районов Алматинской области. Общая площадь парка составляет 161045 га. Государственный национальный парк расположен в северо-восточной части хребтов Тянь-Шаня, к которым относится северный макросклон восточной Кунгей Алатау. Северный макросклон Кунгей Алатау вместе с хребтами Кетмень и Зайлийский Алатау объединяются в Заилийский округ Северной Тянь-Шанской геоботанической провинции на основании сходства высотно-поясной структуры их растительности, а также главнейших лесных, степных и луговых формаций, представляющих основные геоботанические ландшафты данного округа (Рубцов, 1955).

На территории природного парка заложены 9 фенологических площадок (рис. 1) в разной поясности. Для каждой фенологической площадки приведены координаты.

Характеристика фенологических площадок:

- 1) Фенологическая площадка №1 кордон «Күрметі», Кольсайское лесничество. Координаты фенологической площадки по данным GPS: высота над уровнем моря – 1824 м, N= 430 00.14.7/ северной широты, E=0780 17.16.8/

- восточной долготы. Склон западной экспозиции в еловом лесу на поляне.
- 2) Фенологическая площадка № 2 кордон «Көлсай», Кольсайского лесничества, мастерский участок № 21. Координаты фенологической площадки по данным GPS: высота над уровнем моря — 1832 м, N=42° 59.330' северной широты, E=078° 19.639' восточной долготы. На склоне западной экспозиции, на опушке елового леса вблизи озера Көлсай-1 (правый берег).
 - 3) Фенологическая площадка № 3 кордон «Талды», Көлсайское лесничество. Координаты фенологической площадки по данным GPS: высота над уровнем моря — 1613 м, N=430 02.352/ северной широты, E=0780 15.310/ восточной долготы. На склоне юго-восточной экспозиции, в пойме реки Талды.
 - 4) Фенологическая площадка № 4 кордон «Кайынды», Карабулакское лесничество. Координаты фенологической площадки по данным GPS: высота над уровнем моря — 1700 м, N= 430 00.313 / северной широты, E=0780 26.561/ восточной долготы. Площадка расположена у подножья склона северной экспозиции, у кромки леса.
 - 5) Фенологическая площадка № 5 кордон «Көкжазык», Карабулакское лесничество. Координаты фенологической площадки по данным GPS: высота над уровнем моря — 1984 м, N= N=430 01.48.0/ северной широты, E=078035.01.8/ восточной долготы.
 - 6) Фенологическая площадка № 6 кордон «Талдыбұлак», Карабулакское лесничество, мастерский участок № 29. Координаты фенологической площадки по данным GPS: высота над уровнем моря — 1863 м, N=430 02.14.0/ северной широты, E=0780 33.52.2/ восточной долготы.
 - 7) Фенологическая площадка № 7 кордон «Жаманбұлак» Карабулакское лесничество. Координаты фенологической площадки по данным GPS: высота над уровнем моря — 2119 м, N= 430 01.127 / северной широты, E=0780 28.770/ восточной долготы.
 - 8) Фенологическая площадка № 8 кордон «Саты», Карабулакское лесничество, мастерский участок № 26. Координаты фенологической площадки по данным GPS: высота над уровнем моря — 1707м, N=430 00/.31.2/ северной широты, E=0780 23.12.5/ восточной долготы. На склоне северо-западной экспозиции, в еловом лесу на поляне.
 - 9) Фенологическая площадка № 9 кордон «Кұдырғы», Курметинское лесничество. Координаты фенологической площадки по данным GPS: высота над уровнем моря — 1755 м. N= 430 01/.18,5 // северной широты, E=0780 08/.28,5// восточной долготы.

Анализ фенологических данных по территории ГНПП «Көлсай көлдері» показывает наличие выраженных тенденций в изменении сроков наступления сезонных явлений, находящихся в коррелятивной связи с современным климатическим трендом. В период современного потепления, по сравнению с базовым периодом, произошло достоверное смещение на более ранние

сроки дат наступления весенних и летних явлений и в более поздние сроки стали наступать феноявления осени и начала зимы. Это нашло выражение и в изменении продолжительности (удлинение) летнего сезона на 8 дней, осеннего на 9 дней и укорочение зимы на 16 дней. Полученные данные в целом соответствуют тенденциям изменения продолжительности сезонов года.

Таблица 1. Метеорологическая характеристика на территории ГНПП.

Года	Дата перехода среднесуточной температуры через -5 С	Продолжительность сезона, дни	Температура			Сумма осадков, мм	Число дней с осадками
			средняя	max	min		
Зима – осень							
2017	14.11.2017	87	17	13	-19	78,2	40
2016	16.11.2016	153	18	15	-21	84,1	37
2015	3.11.2015	98	11,5	+6	-17	43,4	44
2014	7.11.2014	158	12	+6	-20	221,5	33
2013	21.11.2013	115	-19	+10	-28	450	12
Весна – лето							
2017	17.02.2017	269	13,5	+32	-5	273,7	47
2016	18.02.2016	244	14	+30	-5	475	58+9
2015	11.02.2015	267	+23	+38	-8	331,2	66
2014	13.03.2014	207	+25,5	+36	-10	181,9	45+10
2013	15.03.2013	250	+20	+32	-1	450	45+1

Установлено, что наблюдаемая в настоящее время тенденция потепления климата выражается в смещении на более ранние сроки фенологических явлений весны и лета и более позднем наступлении явлений осени и начала зимы, что в итоге выражается в удлинении сроков безморозного и вегетационного периодов года.

Таким образом, в результате фенологических наблюдений, проведённых на специальных площадках, расположенных на территории природного парка, и обобщения собранного материала, представляется целесообразным подразделение годового цикла развития природы на изучаемой территории с выделением 4 естественных сезонов, включающих 15 периодов. По сравнению с прочими сезонами года весна отличается наибольшей интенсивностью протекающих процессов.

Литература

Израэль Ю.А. Глобальная система наблюдений. Прогноз и оценка изменений состояния окружающей среды. Основы мониторинга // Метеорология и гидрология. № 7, 1974. – С. 3–8.

Рубцов Н.И. Геоботаническое районирование Северного Тянь-Шаня // Изв АН КазССР. Сер. Биол. Вып.10, 1955. – С. 3–30.

Соловьёв А.Н. Биота и климат в XX столетии. Региональная фенология. – М.: Пасьева, 2005. – 288 с.

PHENOLOGICAL ANALYSIS OF PLANTS GROWING ON THE TERRITORY OF SNNP «KOLSAI LAKES»

Dukenbaev A.D.¹, Ualieve, B.B.², Arynov B.B.²

¹ L.N. Gumilev Eurasian National University, Astana, Kazakhstan, 1asiya_b@mail.ru

² States national natural Park «Kolsay kolderi», Almaty region, Saty village, kolsai2016@mail.ru

In this paper presents data on phenological observations of plants growing in the territory of the state national natural Park and seasonal phenomena. Phenological summarizes materials obtained in the course of observations of seasonal phenomena on the territory of SNNP «Kolsai lakes» for the period from the middle 2013–2017 Is a division of the annual cycle of development of the nature.

Key words: phenology, phenological site, seasonal phenomena, dynamica, SNNP «Kolsay kolderi».

ОПЫТ ОРГАНИЗАЦИИ И ПРОВЕДЕНИЯ ФЕНОЛОГИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ ПРИРОДНОГО ПАРКА «КОНДИНСКИЕ ОЗЕРА» ИМ. Л.Ф. СТАШКЕВИЧА

Есенгельденова А.Ю.

Природный парк «Кондинские озера» им. Л.Ф. Сташкевича, г. Советский, kondozera@mail.ru

В статье представлены этапы организации и проведения фенологических наблюдений на территории природного парка «Кондинские озера» им. Л.Ф.Сташкевича.

Ключевые слова: природный парк, фенологические наблюдения, фенологическая постоянная пробная площадь.

Природный парк «Кондинские озера» им. Л.Ф. Сташкевича (далее Парк) образован в 1995 г. (площадь 43,9 тыс. га), расположен на территории Советского района Ханты-Мансийского автономного округа — Югры Тюменской области.

Территория природного парка представляет собой типичный комплекс средней тайги Западной Сибири. Экологической основой территории Парка является система озер, расположенных в бассейне верховьев реки Конда, включающая в себя крупные озера Арантур, Понтур, Рангетур и несколько других, меньших по площади.

С 2000 г. в различных типах растительных сообществ Парка ведутся фенологические наблюдения, которые являются одним из компонентов программы научно-исследовательских работ.

В 1999 г. проведено рекогносцировочное обследование с целью выбора мест для закладки фенологических площадок в различных биотопах. В течение полевых сезонов 2000 г. заложены 6 временных фенологических пробных площадок.

Площадка №1 расположена в пойме реки Енья (кв. 48, выд. 25) на расстоянии двести метров от лесовозной дороги и включает в себя правый и левый берега реки Енья. Для перехода через русло реки оборудован мостик. Площадка представляет собой березняк с сосной, елью, кедром, осиной разнотравно-кустарничково-зеленомошный с болотнотравно-сфагновыми понижениями. На площадке наблюдается 43 вида высших сосудистых растений.

Площадка №2 расположена в тридцати метрах от лесовозной дороги в районе автомобильного моста через реку Енья, в ее среднем течении (кв. 48, выд. 24) и представляет собой сосняк с березой осоково-кустарничково-сфагновый. На площадке наблюдается 9 видов высших сосудистых растений.

Площадка №3 находится близ спортивно-оздоровительного лагеря «Озеро Арантур» (кв. 68, выд. 43), в трехстах метрах к югу от берега озера Арантур. Она представляет собой сосняк с березой, лиственницей

разнотравно-кустарничково-зеленомошный. Здесь наблюдается 38 видов высших сосудистых растений.

Площадка №4 находится в десяти метрах от площадки №3, к югу от озера Арантур (кв. 68, выд. 60) и представляет собой кустарничково-осоково-сфагновое болото с сосной, березой. Всего наблюдается 25 видов высших сосудистых растений.

Площадка №5 находится в пределах территории спортивно-оздоровительного лагеря «Озеро Арантур» на южном берегу озера Арантур (кв. 68, выд. 43). Она представляет собой пойменный осоково-злаково-разнотравный луг с зарослями крушины, ивы. На площадке наблюдается 34 вида высших сосудистых растений.

Площадка №6 находится на расстоянии около одного километра к северо-востоку от озера Понтур (кв. 68, выд. 63). На площадке представлено одно из наиболее типичных растительных сообществ территории Парка — сосняк кустарничково-лишайниковый. Здесь наблюдается 7 видов высших сосудистых растений.

В мае 2001 г. были заложены еще три временные фенологические пробные площадки.

Площадка №7 находится на расстоянии около трех километров к востоку от научного стационара (кв. 111, выд. 36) и представляет собой антропогенный суходольный кустарничково-злаково-разнотравный луг — слабо возобновляющаяся вырубка по гари (по сосняку разнотравно-толокнянково-бруснично-лишайниковому). На площадке наблюдается 28 видов высших сосудистых растений.

Площадка №8 находится справа с восточной стороны у подножия моренного холма в трехстах метрах от научного стационара (кв. 109, выд. 3). Она представляет собой вахтово-осоково-кустарничково-сфагновое болото с сосной (болотная форма). На площадке наблюдается 24 вида высших сосудистых растений.

Площадка №9 находится в трех километрах на северо-запад от научного стационара на левом берегу реки Ах-2 на моренном холме, окруженном с трех сторон верховым болотом (кв. 87, выд. 22). Площадка отличается наиболее богатым видовым разнообразием и на ней представлены два биотопа — молодой березняк с сосной, лиственницей, осинкой кустарничково-разнотравно-зеленомошный и березово-осиновая редины разнотравно-овсяничево-лишайниковая. Особый интерес представляют произрастающие на этой площадке редкие и нуждающиеся в особой охране виды: любка двулистная, пальчатокоренник гибридный, кокушник длиннорогий, орляк обыкновенный, волчегородник обыкновенный. Всего на площадке наблюдается 65 видов высших сосудистых растений.

В течение полевого сезона 2002 г. все площадки были закреплены как постоянные, пронумерованы и аншлажированы, площадь фенологических площадей определена в 100 кв.м. Кроме того, была заложена пробная площадка №10 на левом берегу реки Ах-2 (кв. 87, выд. 9). Она представляет

собой пойменный злаково-осоковый луг с элементами крупнотравья и небольшую старицу с рдестово-ежеголовниково-пузырчатковым сообществом. На площадке представлены виды прибрежной и водной растительности, всего наблюдается 24 вида.

Таким образом, с 2003 г. фенологические наблюдения за растительностью проводятся на 10-ти фенологических постоянных пробных площадях (ФППП). В течение полевое сезона 2003 г. все 10 феноплощадок были закартированы с помощью навигационного прибора JPS:

- ФППП №1 (кв. 48, выд. 25) — N 60°56'00,3» E 63°40'21,2»; в 11,82 км от научного стационара природного парка;
- ФППП №2 (кв. 48, выд. 24) — N 60°55'54,2» E 63°39'49,5»; в 11,38 км от научного стационара природного парка;
- ФППП №3 (кв. 68, выд. 43) — N 60°54'00» E 63°35'30,2»; в 5,95 км от научного стационара природного парка;
- ФППП №4 (кв. 68, выд. 60) — N 60°53'55,7» E 63°34'55,6»; в 5,80 км от научного стационара природного парка;
- ФППП №5 (кв. 68, выд. 43) — N 60°54'06,3» E 63°34'44,3»; в 5,99 км от научного стационара природного парка;
- ФППП № 6 (кв. 68, выд. 63) — N 60°54'01,7» E 63°35'51,9»; в 6,42 км от научного стационара природного парка;
- ФППП №7 (кв. 111, выд. 36) — N 60°51'01,6» E 63°35'23,7»; в 3,42 км от научного стационара природного парка;
- ФППП №8 (кв. 109, выд. 3) — N 60°51'22» E 63°31'26,3»; в 259,9 м от научного стационара природного парка;
- ФППП №9 (кв. 87, выд. 22) — N 60°51'53,1» E 63°29'24,3»; в 2,31 км от научного стационара природного парка;
- ФППП №10 (кв. 87, выд. 9) — N 60°52'04,2» E 63°29'24,5»; в 2,5 км от научного стационара природного парка.

Для каждой фенологической пробной площадки составлен список произрастающих видов на русском и латинском языках. Все феноплощадки закартированы.

Система ФППП сформирована таким образом, что наблюдениями охвачены все характерные для территории природного парка растительные сообщества. На сегодняшний день фенологические наблюдения ведутся за 140 видами высших сосудистых растений, в том числе за 18 редкими видами. Из них 4 вида занесены в сводку «Редкие и исчезающие растения Сибири», 6 видов — в Красную книгу Тюменской области, 10 видов — в Красную книгу ХМАО-Югры, 13 видов являются редкими для территории природного парка. Наблюдения за фенологическим состоянием растений проводятся регулярно — каждые 3–5 дней в течение вегетационного периода. Все фенологические фазы отмечаются по методике А.П. Шенникова (1964). Согласно данной методике, при регистрации морфологических изменений, связанных с ходом развития растений, выделены следующие основные фе-

нофазы: вегетативная (V0-V4), зацветание (бутонизация) и цветение (f0-f4, f03-повторное цветение), плодоношение (fr0-fr3), осенняя окраска (d0-d3), отмирание (m0-m3). Всего отмечается 28 фаз фенологического развития.

По результатам полевых наблюдений с помощью компьютерной программы «Фенология», разработанной программистом Д.Г. Мирсаитовым, формируется база данных. Всего объем хранящейся в базе данных информации составляет 4458 записей. По результатам фенологических исследований сотрудниками научного отдела опубликовано 13 научных статей.

В 2017 г. начата работа по изучению микроклиматических параметров на пяти фенологических постоянных пробных площадях. Для этого были установлены логгеры (автоматические регистраторы) для фиксации температуры и влажности на ФППП №1, ФППП №3, ФППП №7, ФППП №8, ФППП №9. В марте 2018 г. сняты показания с логгеров, проведена замена аккумуляторов и повторная установка. Полученные материалы находятся в обработке.

Данные фенонаблюдений за растениями помещаются в ежегодную Летопись природы. Полученные сведения о фенологическом развитии растений на территории Парка позволяют охарактеризовать особенности их сезонного развития в различных типах растительных сообществ, а также могут быть использованы при составлении календаря цветения и плодоношения некоторых видов, например, являющихся ягодосборными на территории природного парка. Фенологические наблюдения представляют собой фоновый мониторинг, позволяющий отслеживать естественные климатогенные изменения, происходящие в природных комплексах, и могут быть использованы при выработке рекомендаций по сохранению фоновых, а также редких и нуждающихся в особой охране видов растений и их популяций.

Фенологические наблюдения проводятся силами специалистов научного отдела природного парка «Кондинские озера» им. Л.Ф. Сташкевича. Особую благодарность за организацию и участие в проведении фенологических полевых работ выражаю Беспаловой Т.Л., Бутуниной Е.А., Коротких Н.Н.

Литература

Шенников А.П. Введение в геоботанику. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1964. – 446 с.

Летопись природы 1999–2002 гг. Том 1 (книга 1,2). – Советский, 2004. – 607с.

Летопись природы 2003 г. – Советский, 2012. – 200 с.

EXPERIENCE OF ORGANIZATION AND PHENOLOGICAL OBSERVATIONS IN THE TERRITORY OF THE NATURAL PARK «KONDINSKIE LAKES» NAMED AFTER L.F. STASHKEVICH

Esengeldenova A.Yu.

Natural park «Kondinskie lakes» named after L. F. Stashkevich, Sovetsky, kondozera@mail.ru

The article presents the stages of the organization and conduct of phenological observations in the territory of the natural park «Kondinskie lakes» named after L.F. Stashkevich.

Key words: natural park, phenological observations, phenological constant trial plot.

КОМПОНЕНТЫ ИЗМЕНЧИВОСТИ НАСТУПЛЕНИЯ ФЕНОЯВЛЕНИЙ В ЦЕНТРАЛЬНО-ЛЕСНОМ ЗАПОВЕДНИКЕ

**Зорина А.А.¹, Шуйская Е.А.², Куракина И.В.²,
Огурцов С.С.², Степанов С.Н.²**

¹ Петрозаводский государственный университет, г. Петрозаводск, azorina@petrsu.ru

² Центрально-Лесной государственный природный биосферный заповедник, пос. Заповедный, Тверская область, elenashuy@rambler.ru

В статье проанализированы метеорологические и фенологические характеристики Центрально-Лесного заповедника за период 1984–2017 гг. Дана оценка основных метеоданных и фенологических событий (начало пыления или цветения) в жизни 25 видов сосудистых растений. Многолетняя изменчивость большинства показателей носит случайный характер, однако для десяти учтенных климатических параметров с 1984 по 2017 гг. наблюдаются достоверные смещения. Выявлены три причины направленных многолетних флуктуаций: «смещение сроков наступления зимы», «сглаживание теплового баланса» и «перераспределение осадков при удлинении осени». Статистическую значимость смещения фенодат удалось доказать для одного вида-индикатора ветреницы дубравной (*Anemone nemorosa*). Рассмотрены две классификации видов сосудистых растений при выявлении межвидовых группировок с учетом динамики фенодат. Выделены три компонента изменчивости наступления феноявлений сосудистых растений: многолетние тренды изменения сроков наступления фенодат, межгодовые метеорологические флуктуации, погрешность.

Ключевые слова: климат, фенология, классификация, компоненты изменчивости, сосудистые растения, заповедник.

Введение

Активное продвижение идей глобального изменения климата Земли сопровождается ростом публикаций по фенологии в рамках экологического мониторинга (Ault et al., 2012; Davies, 2012; Plant ..., 2010; European ..., 2017). Выявление отклонений в наступлении фенологических явлений в связи со смещением метеорологических параметров не всегда подтверждается практическими данными на локальном уровне конкретных областей и регионов, в том числе на особо охраняемых природных территориях (ООПТ). Нередко отклонения в сроках наступления фенодат носят стохастический характер, а достоверные многолетние тренды изменчивости устанавливаются лишь для некоторых видов, которые называют климатическими индикаторами (Минин, Гутников, 2000; Проскураина, 2011; Скороходова, Щербаков, 2011; Пузаченко, 2012; Сандлерский, 2012; Кузнецова и др., 2014; Второй оценочный ..., 2014; Соловьев, 2015; Ovaskainen et al., 2013). Многие авторы отмечают неоднозначную реакцию биоты на климатические изменения (Гордиенко, Соколов, 2009; Гашев и др., 2017; Шуйская и др., 2017; Минин и др., 2017), которые существенно трансформируются на уровне локальных экосистем.

С одной стороны, возникновение данных противоречий связывают с отсутствием универсальной методики сбора метеорологических и фенологических данных при проведении мониторинговых работ. Температура и осадки оцениваются по данным региональных метеостанций (Сандлерский, 2012), фиксация феноявлений, ведение Летописи природы, создание баз данных по фенологии на ООПТ и при проведении многолетних научно-исследовательских работ во многом зависят от локальных условий местности и человеческого фактора (Гордиенко, Соколов, 2009; Гребенюк, Кузнецова, 2011; Васина, Таланова, 2015; Соловьев, 2015).

Однако не менее важной проблемой выступает методология обработки и анализа исходной фактической информации для оценки достоверности многолетних метеорологических и фенологических трендов изменчивости. При изучении изменчивости в наступлении феноявлений выделяют как минимум две компоненты. Межгодовые флуктуации дат начала феноявления сильно выражены и определяются погодными условиями в конкретный год исследования. Однако данные закономерности не имеют отношения ко второй компоненте изменчивости — многолетние тренды изменения сроков наступления феноявлений, обусловленные климатическими изменениями.

Третья причина возникновения противоречивых результатов в сроках наступления фенодат — видоспецифичность реакций на изменения условий местообитания. В связи с этим выделяют межвидовые группировки, характеризующиеся синхронными фенологическими изменениями, и универсальные индикаторы — виды, у которых тренды изменчивости наступления их фенологических явлений достоверно реагируют на многолетние изменения климатических условий (Кузнецова и др., 2014).

Цель данной работы — анализ метеорологической и фенологической информации для выявления причин ее изменчивости на примере данных многолетнего мониторинга южнотаежного Центрально-Лесного государственного природного биосферного заповедника (далее Заповедник) за период 1984–2017 гг.

Материалы и методы

Метеорологическая и фенологическая информация была предоставлена Заповедником за период 1984–2017 гг. из книг «Летопись природы» и электронных баз данных.

В работе использовались метеопоказатели (Наставления..., 1990), напрямую связанные с изменениями температуры и осадков: температура воздуха (°C) среднегодовая и отдельно за 12 месяцев; минимальная и максимальная температура почвы (°C) для каждого месяца; среднегодовое количество осадков (мм) и отдельно за 12 месяцев; высота снежного покрова по месяцам.

Сбор фенологических данных в Заповеднике проводится по стандартной методике (Преображенский, Галахов, 1948; Методы..., 1966; Шульц, 1981; Филонов, Нухимовская, 1985; Вопросы..., 1986). Для работы были

использованы даты наступления сходных феноявлений — начала пыления или цветения 25 фоновых видов сосудистых растений (перечень в табл. 3) Заповедника с продолжительным периодом наблюдений. К сожалению, непрерывный ряд многолетних данных за 34 года (с 1984 по 2017 гг.) восстановить не удалось: для одних видов пробелы составляют пару лет, например, ольха серая, рябина обыкновенная, мать-и-мачеха (фенодаты за 32 года); для других видов многолетний анализ данных возможен лишь для половины заявленного периода — калужница болотная, печёночница благородная, нивяник обыкновенный, морощка (табл. 3).

Анализ данных выполнен в программах MS Excel и StatGraphics. При вычислении величины признаков использовали медиану, как наиболее представительную и устойчивую характеристику выборок с асимметричным распределением или малым объемом. В связи с тем, что большинство выборок не соответствует закону нормального распределения, использовались непараметрические показатели и методы вариационной статистики, например, коэффициент корреляции Спирмена, непараметрический дисперсионный анализ. Регрессионный анализ проводился по стандартной методике с использованием линии тренда. Среди методов многомерной статистики применяли кластерный и компонентный анализы данных.

Результаты и обсуждение

Метеорологический и фенологический мониторинг проводится в Заповеднике с 1937 г. с временными перерывами во время войны (с 1941 по 1945 гг.) и закрытия заповедника (с 1950 по 1961 гг.). За исследованный 34-летний период среднегодовая температура воздуха составила $4.63 \pm 0.41^\circ\text{C}$, анализ тренда ее многолетних изменений с 1984 по 2017 гг. в Заповеднике показывает постепенное ее увеличение со средней скоростью $0.02^\circ\text{C}/\text{год}$. Однако достоверных изменений установить не удалось: коэффициент корреляции, характеризующий зависимость величины признака от года исследования, составил $r = 0.32$, а уровень значимости — $p = 0.07$. Минимальная среднегодовая температура поверхности почвы за период 1984–2017 гг. составила -0.51 ± 0.48 , максимальная — $+11.53 \pm 1.21$; среднегодовой показатель осадков — 2.14 ± 0.12 мм/день. При этом межгодовые флуктуации перечисленных метеорологических показателей Заповедника носят стохастический характер: многолетние тренды их изменчивости недостоверны. Тем не менее, для некоторых учтенных климатических параметров с 1984 по 2017 гг. наблюдаются достоверные смещения (табл. 1).

Регрессионный анализ изменения метеорологических показателей Заповедника за период 1984–2017 гг. выявил достоверное увеличение температуры воздуха для июля, августа, сентября, декабря; температуры почвы для сентября, ноября, декабря; повышение количества осадков в ноябре и декабре; понижение осадков в сентябре (табл. 1). Значимых изменений в высоте снежного покрова за 34-летний период выявлено не было. В целом полученные результаты указывают либо на отсутствие достоверных

трендов многолетних изменений климатических параметров, либо на смещение сроков наступления зимы. Увеличение температуры в конце лета, осенью и в начале зимы приводят к достоверному изменению количества осадков: уменьшение их количества в начале осени (сентябре) компенсируется их увеличением в ноябре — декабре (табл. 1).

Таблица 1. Метеорологические показатели Заповедника с достоверными линейными трендами изменчивости за период 1984–2017 гг.

Параметр	¹ r	² p	Скорость изменения
³ t(a)_jul (июль)	0.42	0.012	0.03°C/год
t(a)_aug (август)	0.44	0.010	0.08°C/год
t(a)_sept (сентябрь)	0.37	0.032	0.03°C/год
t(a)_dec (декабрь)	0.37	0.032	0.02°C/год
⁴ t(s_min)_dec (декабрь)	0.43	0.011	0.07°C/год
⁵ t(s_max)_sept (сентябрь)	0.44	0.016	0.04°C/год
t(s_max)_nov (ноябрь)	0.38	0.039	0.03°C/год
⁶ pr_sept (сентябрь)	-0.41	0.015	-0.05 мм/год
pr_nov (ноябрь)	0.38	0.026	0.02 мм/год
pr_dec (декабрь)	0.41	0.015	0.06 мм/год

Примечание: ¹r — коэффициент корреляции Спирмена, показывающий зависимость величины признака от года исследования, ²p — уровень значимости, ³t(a) — температура воздуха, ⁴t(s_min) — температура почвы (минимальная), ⁵t(s_max) — температура почвы (максимальная), ⁶pr — осадки.

Дать наиболее полную характеристику климатическим изменениям на территории Заповедника с помощью минимального числа неких расчетных признаков позволяет метод главных компонент. В качестве исходных характеристик были взяты метеорологические показатели со статистически значимой направленной изменчивостью за исследованный промежуток времени. Максимальные температуры почвы сентября и ноября (t(s_max)_sept и t(s_max)_nov) не использовались при реализации многомерной статистики вследствие пробелов в данных за исследуемый период.

Первая главная компонента имеет наибольшую дисперсию (2.8 из 8 или 35% информации), на вторую и третью компоненты также приходится значимая ее часть — 21 и 17% соответственно. В таблице 2 для более эффективного сопоставления факторных нагрузок было проведено их нормирование — в каждой компоненте по отдельности все нагрузки поделили на модуль максимального значения. Относительная величина позволяет применить простой критерий оценки достоверности отличия от нуля, для этого она должна быть по модулю больше 0.7 (Ивантер, Коросов, 2003).

В первой компоненте между значениями факторных нагрузок (табл. 2), отражающих корреляцию исходных признаков, прослеживается противопоставление между осадками в сентябре и температурами июля, сентября и декабря. Другими словами первая компонента отражает «смещение сроков наступления зимы»: более теплая осень и начало зимы сопровождаются

ся уменьшением количества осадков в начале осени. Низкие температуры июля и августа компенсируются повышением декабрьских температур, что и характеризуют факторные нагрузки второй главной компоненты — «сглаживание теплового баланса». Третью компоненту можно охарактеризовать как «перераспределение осадков при удлинении осени» (табл. 2).

Таблица 2. Нормированные факторные нагрузки компонентного анализа метеорологических параметров с достоверными трендами изменчивости.

Параметры	Факторные нагрузки		
	a_1	a_2	a_3
${}^3t(a)_{jul}$ (июль)	-0.88	-0.84	0.67
$t(a)_{aug}$ (август)	-0.58	-0.86	0.09
$t(a)_{sept}$ (сентябрь)	-0.82	-0.47	-0.28
$t(a)_{dec}$ (декабрь)	-0.97	1.00	-0.37
${}^4t(s_{min})_{dec}$ (декабрь)	-0.99	0.98	-0.30
${}^6pr_{sept}$ (сентябрь)	1.00	0.28	-0.14
pr_{nov} (ноябрь)	-0.45	-0.71	-1.00
pr_{dec} (декабрь)	-0.57	0.51	0.98
S^2	2.8	1.7	1.3
$S^2, \%$	35	21	17

Примечание: достоверное отличие от нуля отмечено полужирным начертанием значений факторных нагрузок

Проведен анализ фенологических событий (начало пыления или цветения) в жизни двадцати пяти видов сосудистых растений (Календарь природы, 1984–2017 гг.; табл. 3).

Для большинства исследованных фенологических явлений (15 из 25 или 60%) наблюдается отрицательный (в сторону более раннего начала события) линейный многолетний тренд изменчивости, однако статистическую значимость смещения фенодат удалось доказать только для одного вида — раньше наступают сроки цветения ветреницы дубравной (табл. 3, рис. 1). Положительные линейные тренды статистически недостоверны. Для установления межвидовых группировок растений, характеризующихся синхронными фенологическими изменениями в Заповеднике, использовали кластерный анализ на основе метода ближайшего соседа и евклидовой меры расстояния. При этом были выбраны виды, данные по феноявлениям которых представлены на протяжении 30 лет (рис. 1).

В соответствии с дендрограммой одиннадцать рассмотренных видов сосудистых растений формируют 4 кластера:

1 — ольха серая, ветреница дубравная, лещина обыкновенная, мать-и-мачеха. Для данной группы цветение или пыление начинается в апреле и линейный многолетний тренд изменчивости отрицательный (для ветреницы дубравной достоверный, рис. 2);

Таблица 3. Характеристика фенологических явлений исследованных видов сосудистых растений Центрально-Лесного заповедника за период 1984–2017 гг.

Abbr ¹	Название вида		Феноявление	N ² лет	Средняя дата	r ³
	Латинское	Русское				
Ain	<i>Alnus incana</i> (L.) Moench	Ольха серая	Начало пыления	32	11.04±9 (7 апреля ± 9 дней)	-0.18
An	<i>Anemonoides nemorosa</i> (L.) Holub	Ветреница дубравная	Начало цветения	30	22.04±8	-0.59 (p=0.001)
Ср	<i>Caltha palustris</i> L.	Калужница болотная		19	3.05±5	0.19
Can	<i>Chamaenerion angustifolium</i> (L.) Scop.	Иван-чай узколистный		30	27.06±8	0.07
Cav	<i>Corylus avellana</i> L.	Лещина обыкновенная	Начало пыления	30	12.04±10	-0.19
Ful	<i>Filipendula ulmaria</i> (L.) Maxim.	Лабазник вязолистный	Начало цветения	30	27.06±9	-0.04
Fv	<i>Fragaria vesca</i> L.	Земляника лесная		22	19.05±6	0.15
Hn	<i>Hepatica nobilis</i> Mill.	Печеночница благородная		20	11.04±9	-0.33
Нум	<i>Hypericum maculatum</i> Crantz	Зверобой пятнистый		28	28.06±9	0.03
Lv	<i>Leucanthemum vulgare</i> Lam.	Нивяник обыкновенный		16	14.06±11	0.49
Md	<i>Malus domestica</i> Borkh.	Яблоня домашняя		30	18.05±6	-0.24
Oac	<i>Oxalis acetosella</i> L.	Кислица обыкновенная		21	14.05±5	-0.34
Охр	<i>Oxycoccus palustris</i> Pers.	Клюква болотная		22	3.06±7	0.22
Pp	<i>Prunus padus</i> L.	Черёмуха обыкновенная		30	11.05±7	-0.12
Rn	<i>Ribes nigrum</i> L.	Чёрная смородина		29	12.05±5	0.19
Rch	<i>Rubus chamaemorus</i> L.	Морошка	19	23.05±9	0.16	
Rid	<i>Rubus idaeus</i> L.	Малина лесная	24	14.06±8	-0.13	
Sa	<i>Sorbus aucuparia</i> L.	Рябина обыкновенная	32	26.05±8	-0.02	
Tof	<i>Taraxacum officinale</i> F.H.Wigg.	Одуванчик лекарственный	Начало цветения	30	10.05±6	-0.15
Tic	<i>Tilia cordata</i> Mill.	Липа сердцелистная		29	6.07±8	-0.20
Tre	<i>Trollius europaeus</i> L.	Купальница европейская		30	15.05±4	-0.20
Tf	<i>Tussilago farfara</i> L.	Мать-и-мачеха		32	11.04±8	-0.18
Vm	<i>Vaccinium myrtillus</i> L.	Черника		25	13.05±5	0.17
Vv	<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.	Брусника		27	28.05±8	0.27
Vop	<i>Viburnum opulus</i> L.	Калина обыкновенная		24	5.06±8	-0.12

Примечания: Abbr¹ – сокращения; N² лет – количество лет, по которым имеются исходные данные; r³ – коэффициент корреляции Спирмена (полуэллиптическое начертание при p<0.05)

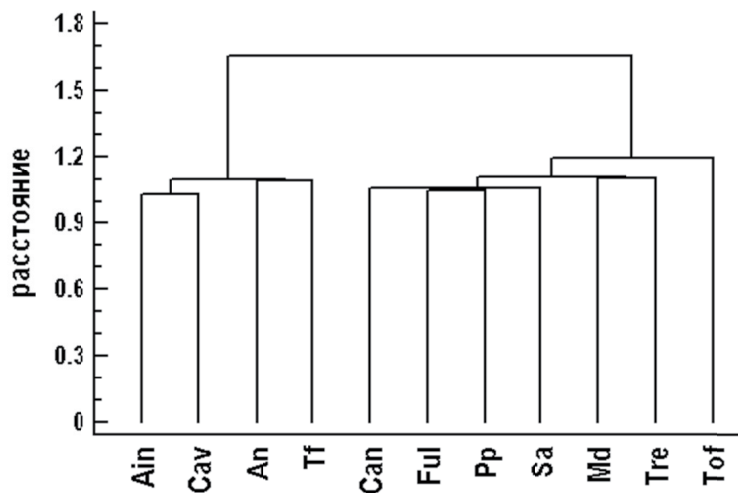


Рисунок 1. Дендрограмма сходства растений по динамике фенодат за период 1984–2017 гг. в Заповеднике (сокращения видов по оси ОХ расшифрованы в табл. 3).

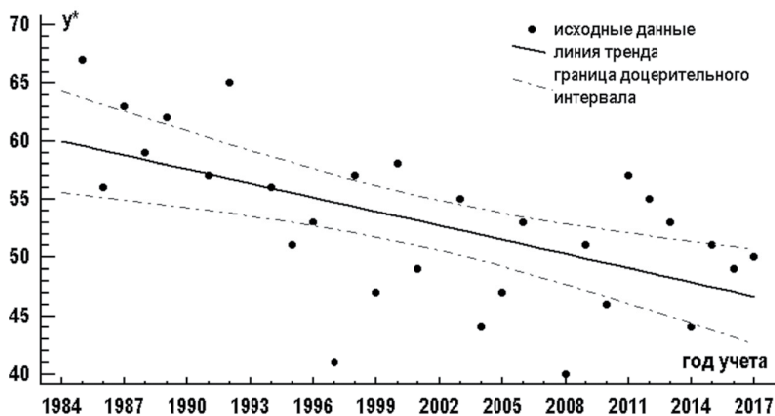


Рисунок 2. Линейный тренд изменчивости фенодат ветреницы дубравной за период 1984–2017 гг. в Заповеднике (y^* – календарные даты переведены в непрерывный ряд).

2 — иван-чай узколистный, лабазник вязолистный, черёмуха обыкновенная, рябина обыкновенная, для которых наступление фенодат приходится на середину–конец мая или июнь, линейный многолетний тренд изменчивости колеблется около нуля;

3 — яблоня домашняя, купальница европейская: даты наступления фенодат приходятся на середину мая, линейный многолетний тренд изменчивости отрицательный;

4 — одуванчик лекарственный. Данный вид занимает промежуточное положение между 2 и 3 группами: даты наступления фенодат — первая половина мая, линейный многолетний тренд изменчивости отрицательный, но величина коэффициента корреляции незначительная.

Изменчивость в наступлении феноявлений зависит, как минимум, от двух компонент или совокупностей факторов: межгодовые метеорологические флуктуации (фактор В) и многолетние тренды изменчивости, обусловленные глобальными климатическими преобразованиями (фактор А). Оценку компонентам изменчивости в наступлении феноявлений проведем с использованием двухфакторного дисперсионного анализа. Схема организации факторов в градации включает деление 30-летней последовательности фенодат для определенного вида на 6 градаций фактора А, в каждой из которых по 5 градаций фактора В (табл. 4). Другими словами, межгодовые флуктуации дат начала феноявления в зависимости от погодных условий конкретного года исследования характеризуются по степени их изменчивости в течение пяти последовательных лет наблюдений. Вторую компоненту изменчивости, обусловленную глобальными климатическими тенденциями, оценивают по интенсивности смещения фенодат при смене одного пятилетнего периода другим в течение 30-летнего мониторинга (табл. 4).

Таблица 4. Двухфакторный дисперсионный комплекс для шести градаций фактора А и пяти градаций фактора В без повторений для фенодат ветреницы дубравной.

Фактор В ¹	Фактор А ¹ (года)					
	1986–1989, 1991	1992–1996	1997–2001	2003–2007	2008–2012	2013–2017
1	56 ²	65	41	55	40	53
2	63	60	57	44	51	44
3	59	56	47	47	46	51
4	62	51	58	53	57	49
5	57	53	49	47	55	50

Примечание: 1 — описание факторов в тексте;

2 — календарные даты переведены в непрерывный ряд

Результаты дисперсионного анализа подтвердили достоверное влияние фактора А (многолетние климатические изменения) на смещение фенодат ветреницы дубравной ($p = 0.028$), при этом на данную компоненту изменчивости приходится 68% от общей дисперсии признака (начало цветения *Anemone nemorosa*), тогда как доля межгодовых флуктуаций составляет 11% (табл. 5). Еще одна учтенная компонента изменчивости — погрешность в 21%, представляет собой эффект сочетанного действия факторов и случайного варьирования в пределах нормы реакции вида. Оценки компонентов изменчивости наступления феноявлений на примере одиннадцати видов сосудистых растений Заповедника за 30-летний период представлены в таблице 5.

Таблица 5. Оценки компонентов изменчивости наступления феноявлений на примере 11 видов сосудистых растений Заповедника за 30-летний период.

Abbr ¹	Кластер ²	Компоненты изменчивости (% от общей дисперсии признака)			Кластер ⁴
		Фактор А ³	Фактор В ³	Погрешность ³	
Ain	1	43	13	44	1
An	1	68	11	21	1
Cav	1	29	16	55	2
Tf	1	27	34	39	3
Can	2	39	22	39	1
Ful	2	20	16	64	2
Pp	2	34	13	54	2
Sa	2	56	10	34	1
Md	3	34	5	61	2
Tre	3	40	23	37	1
Tof	4	42	10	48	1

Примечание: ¹ сокращения в табл. 3; ² классификация в тексте по рис. 1; ³ описание факторов в тексте; ⁴ классификация в тексте.

Соотношение компонентов изменчивости наступления феноявлений сосудистых растений сильно варьирует по видам: на долю первой компоненты, обусловленной глобальными климатическими преобразованиями (фактор А), приходится от 20 до 68% от общей дисперсии признака (наступления феноявления); межгодовые метеорологические флуктуации (фактор В) объясняют 5–34% изменчивости; высока доля погрешности 21–64%. Классификация рассмотренных видов в зависимости от компонентов изменчивости наступления феноявлений отличается от дендрограммы сходства растений по динамике фенодат (табл. 5; кластер4). В первый кластер объединились виды с высокой долей первой компонентой изменчивости (фактор А) и погрешностью, не превышающую дисперсию по двум исследуемым факторам; для видов второй группы высока доля погрешности (более 50%); и только в одном случае (для мать-и-мачехи) оценки всех трех компонентов изменчивости сопоставимы.

Особое внимание привлекает неопределенная компонента изменчивости — «погрешность». Она может включать в себя не только эффект совместного действия факторов А и В, но и видоспецифичность реакции на учтенные и неучтенные факторы среды в пределах нормы реакции вида. Сроки наступления феноявления не детерминированы четкими датами, и у каждого вида существует свой допустимый размах их изменчивости.

Для объяснения достоверного смещения сроков наступления начала цветения ветреницы дубравной с помощью регрессионного анализа оценили влияние метеорологических показателей с достоверными линейными трендами изменчивости за период 1984–2017 гг. Установлена отрицательная зависимость между сентябрьскими, декабрьскими температурами, количеством осадком в ноябре, положительная зависимость между количеством осадком в сентябре предшествующего года и сроками наступления феноявления следующего вегетационного периода. Другими словами, чем длиннее осень и мягче начало зимы, тем раньше наступают сроки цветения ветреницы дубравной. Подобная закономерность для других видов растений уже была отмечена раньше (Минин, Козин, Собакинских, 1993).

Заключение и выводы

В данной работе представлен анализ многолетних метеорологических и фенологических данных южнотаежного Центрально-Лесного государственного заповедника за период 1984–2017 гг.

Среднегодовая температура воздуха составляет $4.63 \pm 0.41^\circ\text{C}$; минимальная среднегодовая температура поверхности почвы — -0.51 ± 0.48 , максимальная — $+11.53 \pm 1.21$; среднегодовой показатель осадков — 2.14 ± 0.12 мм/день. В Заповеднике за период 1984–2017 гг. выявлено достоверное увеличение температуры воздуха для июля, августа, сентября, декабря; температуры почвы для сентября, ноября, декабря; повышение количества осадков в ноябре и декабре; понижение осадков в сентябре. С помощью метода главных компонент дана характеристика причин изменчивости метеорологических показателей, среди которых выделены «смещение сроков наступления зимы», «сглаживание теплового баланса» и «перераспределение осадков при удлинении осени».

Проведен анализ фенологических событий (начало пыления или цветения) в жизни двадцати пяти видов сосудистых растений. Статистическую значимость смещения фенодат удалось доказать только для одного вида: чем длиннее осень и мягче начало зимы, тем раньше наступают сроки цветения ветреницы дубравной.

Рассмотрены две классификации видов сосудистых растений при выявлении межвидовых группировок с учетом динамики фенодат в Заповеднике за исследованный период. При этом использовались виды, данные по феноявлениям которых представлены на протяжении 30 лет. Первая классификация учитывает сроки наступления фенодат, направление многолетнего тренда изменчивости и величину коэффициента корреляции;

вторая — группирует виды в зависимости от соотношения компонентов изменчивости наступления феноявлений.

Выделены три компоненты изменчивости наступления феноявлений сосудистых растений: на долю первой, обусловленной глобальными климатическими преобразованиями, приходится от 20 до 68% от общей дисперсии признака (наступления феноявления); межгодовые метеорологические флуктуации объясняют 5–34% изменчивости; высока доля погрешности 21–64%, включающая эффект взаимодействия факторов и варьирование признака в пределах нормы реакции вида.

В заключение хочется подчеркнуть значимость экологического мониторинга на локальном уровне в рамках работы заповедников и национальных парков, где большинство экосистем находится в естественном состоянии при минимальном антропогенном влиянии, а также соблюдается преемственность исследований и наблюдений.

Благодарности

Работа выполнена при поддержке зам. директора по научной работе заповедника к.б.н. А.С. Желтухина. Авторы выражают благодарности Т.П. Голубцовой, Е.Д. Коробову за консультации по анализу метеорологических данных, сотрудникам метеорологического поста «Лесной заповедник», а также всем, кто принимал участие в сборе полевого материала для составления «Календаря природы» Заповедника.

Литература

Васина А.Л., Таланова Г.И. Анализ многолетних климатических и фенологических данных заповедника «Малая Сосьва» (северное Зауралье) // Современное состояние фенологии и перспективы ее развития: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 115-летию со дня рождения выдающегося советского фенолога В.А. Батманова. — Екатеринбург: ФГБОУ ВПО Урал. гос. пед. ун-т, 2015. — С. 21–31.

Вопросы составления календарей природы. // Тр. гос. заповедника «Столбы». Выпуск XII. — Красноярск: Изд-во Красноярского университета, 1986. — 168 с.

Второй оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. — М.: Росгидромет, 2014. — 1008 с.

Гашев С.Н., Васин А.М., Беспалова Т.Л., Есенгельденова А.Ю. Динамика фенологических явлений в жизни млекопитающих средней тайги // Вестник Тюменского государственного университета. Экология и природопользование. Т. 3. № 1, 2017. — С. 47–60.

Гордиенко Н.С., Соколов Л.В. Анализ долговременных изменений сроков сезонных явлений у растений и насекомых Ильменского заповедника в связи с климатическими факторами // Экология. № 2, 2009. — С. 96–102.

Гребенюк Г.Н., Кузнецова В.П. Анализ сезонной динамики северных территорий методом фенологического мониторинга // Вестник Нижневарттовского государственного университета. № 2, 2011. — С. 11–16.

Ивантер Э.В., Коросов А.В. Введение в количественную биологию. Учебное пособие для студентов биол. специальности. — Петрозаводск: ПетрГУ, 2003. — 302 с.

Кузнецова В.В., Минин А.А., Голубева Е.И. Фенологические явления в системе биоиндикации климатических трендов // Проблемы региональной экологии. № 5, 2014. – С. 66–71.

Летопись природы Центрально-Лесного государственного природного биосферного заповедника. Книги 24–57 (1984–2017) // Архив заповедника (Рукописи). – Пос. Заповедный, 1984–2017.

Методы фенологических наблюдений при ботанических исследованиях. – М., – Л.: Наука ЛО, 1966. – 103 с.

Минин А.А., Гутников В.А. Феноиндикация современных вариаций климата в европейской части России на примере некоторых лесообразователей и птиц // Лесоведение. № 2, 2000. – С. 68–74.

Минин А.А., Козин В.Н., Собакинских В.Д. Влияние климата на продукцию степных сообществ // Известия РАН. Сер. географическая. № 1, 1993. – С. 96–100.

Минин А.А., Ранькова Э.Я., Рыбина Е.Г., Буйволово Ю.А., Сапельникова И.И., Филатова Т.Д. Феноиндикация изменений климата за период 1976 – 2015 гг. в центральной части европейской территории России: береза бородавчатая (повислая) (*Betula verrucosa* Ehrh. (*B. pendula* Roth.)), черемуха обыкновенная (*Rubus avium* Mill.), рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia* L.), липа мелколистная (*Tilia cordata* Mill.) // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. Т. XXVIII. № 3, 2017. – С. 5–22.

Наставления гидрометеорологическим станциям и постам. // Гидрометеорологические наблюдения на болотах. Вып. 8. – Л.: Гидрометеиздат, 1990. – 257 с.

Преображенский С.М., Галахов Н.Н. Фенологические наблюдения. Руководство. – М.: Фабрика детской книги Детгиза, 1948. – 160 с.

Проскурина Н.Н. Влияние метеоусловий на фенологию и численность иксодовых клещей в биотопах липецкой области // Проблемы региональной экологии. № 3, 2011. – С. 130–133.

Пузаченко Ю.Г. Вековые изменения климата в районе заповедника // Труды Центрально-Лесного государственного природного биосферного заповедника. – Великие Луки: ООО «Великолукская городская типография», Вып. 6, 2012. – С. 6–32.

Сандлерский Р.Б. Динамика термодинамических характеристик ландшафта Центрально-Лесного заповедника в зависимости от погодных условий // Труды Центрально-Лесного государственного природного биосферного заповедника. – Великие Луки: ООО «Великолукская городская типография», Вып. 6, 2012. – С. 40–55.

Скорородова С.Б., Щербаков А.Н. Тренды наступления фенологических событий в заповеднике «Кивач» за 1966–2005 годы // Тр. гос. природного заповедника «Кивач». – Петрозаводск. Вып. 5, 2011. – С. 207–221.

Соловьев А.Н. От сезонной летописи природы к феномониторингу // Современное состояние фенологии и перспективы ее развития: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 115-летию со дня рождения выдающегося советского фенолога В.А. Батманова. – Екатеринбург: ФГБОУ ВПО Урал. гос. пед. ун-т, 2015. – С. 75–88.

Филонов К.П., Нухимовская Ю.Д. Летопись природы в заповедниках СССР. Методическое пособие. – М, 1985. – 143 с.

Шуйская Е.А., Зорина А.А., Куракина И.В., Огурцов С.С., Степанов С.Н. Динамика метеорологических данных и фенологических характеристик растений Центрально-Лесного заповедника // Вклад заповедной системы в сохранение биоразнообразия и устойчивое развитие: материалы всероссийской науч. конфер. – Тверь, 2017. – С. 612–623.

Шульц Г.Э. *Общая фенология*. – Л.: Наука, 1981. – 188 с.

Ault T., Macalady A., Schwartz M., Betancourt J., Pederson G. *Climatic drivers and constraints of phenological change* // *Conference Future Climate and the Living Earth*. Mode of access: <https://www4.uwm.edu/lets/sci/conferences/phenology2012/presentations/ault.pdf>, 2012.

Davies J. *Some reasons not to ignore phylogeny in phenological research* // *Conference Future Climate and the Living Earth*. Mode of access: <https://www4.uwm.edu/lets/sci/conferences/phenology2012/presentations/davies.pdf>, 2012.

European phenological data platform for climatological applications. European Environment Agency. Mode of access: <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/external/european-phenological-data-platform-for>, 2017.

Plant ecology and diversity. // *International Conference on Phenology: 7th-9th April 2010* Scottish Agricultural College, Edinburgh. Mode of access: http://www.geos.ed.ac.uk/homes/harvieb/2010_conference_Abstracts_for_webpage.pdf, 2010.

Ovaskainen O., Skorokhodova S., Yakovleva M., Sukhov A., Kutenkov A., Kutenkova N., Shcherbakov A., Meyke E., and Delgado Maria Del Mar. *Community-level phenological response to climate change* // *PNAS*. Vol. 110. №33, 2013. – P. 13434–13439.

COMPONENTS OF VARIABILITY OF CHANGES IN THE PHENOMENICS IN THE CENTRAL-FOREST RESERVE

Zorina A.A.¹, Shuyskaya E.A.², Kurakina I.V.², Ogurtsov S.S.², Stepanov S.N.²

¹ Petrozavodsk State University, Petrozavodsk

² Central Forest State Nature Biosphere Reserve, Zapovedniy, Tver region

Meteorological and phenological characteristics of the Central Forest Reserve for 1984–2017 period were analyzed. The main meteorological data and phenological events (dusting or flowering beginning) in the life of 25 species of vascular plants are evaluated. The long-term variability of most indicators is random, but for the ten recorded climatic parameters from 1984 to 2017 years significant shifts are observed. Identified three reasons for directed multi-year fluctuations: «the shift in the timing of the onset of winter», «smoothing thermal balance» and «redistribution of rainfall during autumn lengthening». The statistical significance of phenodate displacement was proved for one species-indicator of an anemone oak (*Anemone nemorosa*). Two classifications of vascular plant species in the identification of the species groups taking into account phenological date dynamics were considered. Highlights the three components of phenological phenomenon onset variability of vascular plants: long-term trends in timing of the onset phenodates, interannual meteorological fluctuations, uncertainty.

Key words: climate, phenology, classification, components of variability, vascular plants, reserve.

ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЯЮЩИХСЯ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ НА СЕЗОННОЕ РАЗВИТИЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ В УСЛОВИЯХ НИЗКОГОРИЙ СРЕДНЕГО УРАЛА

Иванова Ю.Р., Скок Н.В.

Уральский государственный педагогический университет, Екатеринбург, miss.nocentra@mail.ru, skok-nv-gbf@mail.ru

В данной статье рассмотрено влияние изменяющихся погодных условий на вегетативное и генеративное развитие растительности в северной части горной полосы Среднего Урала. Установлены общие тенденции наступления фенологических фаз вегетативного и генеративного развития растительности горной полосы Среднего Урала весной и осенью в связи с изменением метеорологических показателей.

Ключевые слова: Средний Урал, фенология, методы фенологических исследований, низкогорья, горная полоса, климат, погодные условия.

В последние годы резко увеличилось количество исследований, посвященных изменению климата. В фенологической литературе большое внимание уделяется влиянию климатических показателей на фенологические фазы развития растений. Однако эти работы либо касаются изменения климатических условий в целом, либо наблюдения проводятся стационарно в особо охраняемых природных территориях (ООПТ). Известно сравнительно мало исследований, проводящихся экспедиционными методами и посвященных влиянию аномальных погодных условий на фитофенологические показатели ландшафтов. На Среднем Урале исследования влияния погодных аномалий на фенологию растительности горной полосы не проводились.

Цель работы — определить влияние аномальных погодных условий на годовичную изменчивость и фитофенологические показатели ландшафтов северной части горной полосы Среднего Урала.

В 2011–2018 гг. были проведены экспедиционные исследования методом комплексных фенологических показателей (КФП) фенологического состояния растительности в ландшафтных районах северной части горной полосы Среднего Урала (Скок и др., 2014). Профиль исследования находится между Серовским трактом и р. Чусовой по Серебрянскому тракту, пересекающему горную полосу в широтном направлении. Климат исследуемой территории умеренный переходный, со среднегодовой температурой воздуха +1,8°C, годовым количеством осадков 593 мм и высотой снежного покрова 47 см. В среднем 186 дней в году выпадают осадки. Наибольшее количество их выпадает в июле, наименьшее в феврале. Средняя температура января -15,1°C, июля — +18,3°C, холодных месяцев (ноя-мар) -10,6°C, теплых (апр-окт) — +9,8°C (таблицы 1–4). Температура вегетационного пе-

риода (ТВП) +10,4°С, продолжительность вегетационного периода (ПВП) – 194 дня. Под «вегетационным» мы понимаем период со среднесуточной температурой, устойчиво превышающей +5°С.

Таблица 1. Температура воздуха в 2011–2016 гг., °С.

год месяц	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	среднее за 7 лет	норма
1	-15,4	-14,4	-16,3	-15,7	-13,6	-16,4	-16,3	-13,9	-15,4	-15,1
2	-17,9	-15,0	-9,4	-16,7	-7,0	-4,9	-12,3	-12,6	-11,9	-13,3
3	-6,5	-6,6	-10,3	-2,2	-3,1	-4,8	-2,3	-9,4	-5,1	-5,2
4	+3,9	+7,0	+3,5	+1,5	+3,3	+5,3	+3,5	+2,0	+4,0	+3,7
5	+10,3	+11,7	+9,2	+12,2	+11,8	+11,2	+7,4	+7,6	+10,5	+10,2
6	+15,2	+17,7	+16,4	+14,1	+17,3	+15,5	+13,7		+15,7	+15,8
7	+17,3	+18,8	+17,6	+12,9	+14,0	+18,8	+16,1		+16,5	+18,3
8	+13,1	+15,4	+15,4	+15,3	+11,6	+20,6	+15,4		+15,3	+15,3
9	+10,6	+9,5	+9,2	+7,6	+9,8	+9,6	+7,8		+9,2	+9,6
10	+4,2	+4,0	+0,8	-2,6	-1,1	+0,0	+1,1		+0,9	+1,4
11	-8,3	-4,5	+0,8	-6,8	-8,2	-13,0	-3,0		-6,1	-7,0
12	-8,3	-17,1	-10,0	-9,9	-8,6	-17,1	-8,0		-11,3	-12,1
год	+1,5	+2,2	+2,2	+0,8	+2,2	+2,1	+1,9		+1,8	+1,8

Исследования процессов зеленения и окрашивания листвы деревьев и кустарников на изучаемой территории ранее проводились Т.И. Кузнецовой и Н.В. Скок описательным интегральным методом, предложенным В.А. Батмановым (Кузнецова, 1974; Скок, 2010). Метод КФП был предложен также В.А. Батмановым. Апробация его проводилась Е.Ю. Терентьевой в окрестностях г. Екатеринбурга, а также О.В. Янцер и Н.В. Скок в среднегорьях Северного Урала (Гурьевских и др., 2016). Преимущество данного метода – возможность получения краткой количественной оценки фенологического состояния ландшафтных геокомплексов (ЛГК) в данный день на данной территории с учетом разных видов и жизненных форм растений. При проведении наблюдений с использованием КФП одновременно в нескольких геокомплексах для каждого из них составлялись суммированные фенологические характеристики (СФХ) растительности и высчитывались значения среднего фенологического коэффициента ($Kf(v)$) для вегетативного цикла, $Kf(g)$ – для генеративного), со средней квадратической ошибкой ($\pm m$). Следует отметить, что одинаковый Kf могут иметь фитоценозы как с похожими СФХ, так и с сильно отличающимися по соотношению фенофаз СФХ (Терентьева, 2000). Для характеристики сезонного развития растительности на территории профиля в целом использовались суммы СФХ

разных геокомплексов (СФХ_{ср}) и суммарный средний фенологический коэффициент (К_{фср}), дополненный значением суммарной средней ошибки ($\pm m_{ср}$). При ежегодном обследовании появляется возможность рассчитать погодичную разницу в сезонном развитии фитоценоза на этот день. Даже такое разовое посещение феноплощади ежегодно позволит вычислить погодичное феноотклонение сезонного развития сообщества, выраженное в баллах стандарта: $F = K_{f1} - K_{f2}$. При вычислении F возможно определить степень достоверности полученных различий (Янцер, Терентьева, 2012).

Таблица 2. Атмосферные осадки в 2011–2018 гг., мм.

год \ месяц	год									среднее за 7 лет	норма
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018			
1	11	62	25	16	39	67	42	12	37	32	
2	21	21	5	20	8	16	31	18	17	23	
3	15	20	37	18	21	69	8	40	27	23	
4	15	54	33	9	57	179	22	10	53	35	
5	65	28	43	47	35	22	38	43	40	48	
6	133	95	72	102	179	43	156		111	74	
7	100	34	80	82	71	57	93		74	90	
8	15	47	68	68	143	31	67		63	76	
9	48	36	52	30	27	88	95		54	64	
10	34	25	32	52	167	74	22		58	51	
11	21	32	15	5	52	114	12		36	42	
12	7	14	23	9	70	40	15		25	35	
год	485	430	485	458	869	800	601		590	593	
% от нормы	82%	73%	82%	77%	147%	135%	101%		99%		

Ежегодные наблюдения проводились весной и осенью в одни и те же даты, которые, согласно данным, полученным для окрестностей г. Екатеринбурга Е.Ю. Терентьевой, приходятся на последний четвертый фенологический подсезон весны (IV B) – «цветущая весна» (24.05 – 06.06) и первый фенологический подсезон осени. I подсезон – «ранняя осень» – приходится на вторую половину августа – начало сентября (17.08 – 09.09) (Терентьева, 2000). Исходными материалами для выполнения расчетов климатических показателей послужили данные метеостанции г. Нижнего Тагила (Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации – мировой центр данных (ВНИИГМИ-МЦД)). В таблице 1 и далее в качестве «нормы» указаны показатели базового периода, рассчитанные по данным Университета Восточной Англии (Climatic Research Unit).

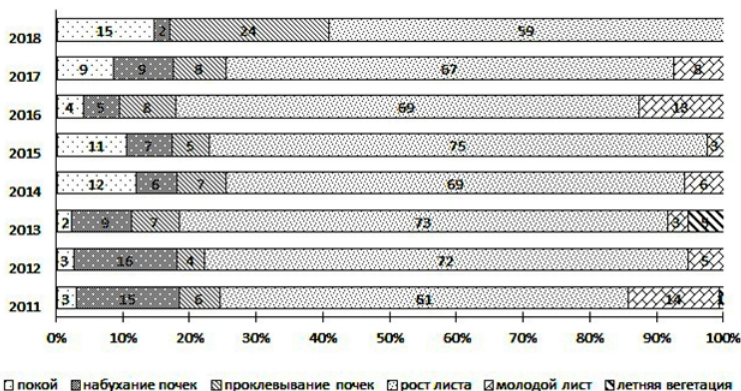


Рисунок 1. СФХ вегетативного цикла развития растительности весной по линии профиля.

За период проведения исследований наибольшие отклонения от среднегодовой температуры воздуха были $-1,0^{\circ}\text{C}$ в 2014 и $+0,4^{\circ}\text{C}$ в 2012, 2013 и 2015 годах (таблица 1). По количеству осадков мы классифицировали годы следующим образом: если $\Sigma\text{O} > 120\%$ от нормы – год считается избыточно влажным, если $\Sigma\text{O} < 80\%$ – сухим (Леонова, Богданова, 1975). Минимальное годовое количество осадков – 73% от нормы отмечено в 2012 году, максимальное в 2015 и 2016 годах (таблица 2). Обычно, 80% годового количества осадков выпадает в теплый сезон (с апреля по октябрь), а 20% в зимний (ноябрь-март). В теплый период 2016 года выпало минимальное количество атмосферных осадков за время наших исследований – 62%. Минимум осадков холодного периода отмечен в 2015 году.

Таблица 3. Погодные условия в 2011–2018 гг.

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Среднее за 8 (7) лет	норма
Дата перехода среднесут. Т ч/з 0°C	04.04	07.04	16.04	12.04	25.03	25.03	04.04	03.04	03.04	04.04
$T^{\circ}\text{C}$ (ноя-мар)	-12,3	-10,5	-11,5	-8,8	-8,1	-8,6	-12,2	-9,4	-10,2	-10,6
Высота снега	65	31	46	53	25	53	48	30	44	47
Дата разрушения снежного покрова	14.04	14.04	17.04	19.04	23.03	13.04	15.04	04.04	07.04	11.04
$T^{\circ}\text{C}$ (апр-окт)	+10,7	+12,0	+10,3	+8,7	+9,5	+11,6	+9,3		+10,3	+9,8
$\Sigma T > 0^{\circ}\text{C}$	2315	2571	2176	1992	2059	2533	2044		2241	2100
$\Sigma T^{\circ}\text{C} > +5^{\circ}\text{C}$	2228	2516	2106	1930	2005	2450	1938		2168	2019
$\Sigma T > +10^{\circ}\text{C}$	1836	2176	1873	1519	1649	2119	1602		1825	1672
$\Sigma T > +15^{\circ}\text{C}$	1108	1455	1122	833	813	1625	958		1131	1030
$\Sigma T > +20^{\circ}\text{C}$	331	599	320	150	305	692	82		354	310
ПВП	204	197	176	181	204	201	198		194	194
ТВП	+10,9	+12,8	+12,0	+10,7	+9,8	+12,2	+9,8		+11,2	+10,4

Для изучения влияния погодных условий на развитие растительности были отмечены даты перехода среднесуточной температуры приземного воздуха через 0°C и разрушения снежного покрова; вычислены суммы положительных и активных температур воздуха выше заданных порогов значений, средние температуры теплого и холодного сезонов, а также продолжительность вегетационного периода и его средняя температура воздуха (таблица 3).

Таблица 4. Количество дней с осадками в 2011–2018 гг.

год \ месяц	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	среднее за 7 лет	норма
1	9	12	25	22	22	20	20	12	19	18
2	15	8	10	19	16	14	18	14	14	13
3	12	24	18	17	10	18	8	17	15	12
4	19	17	15	15	17	17	8	13	15	13
5	11	18	13	11	10	9	15	14	12	13
6	20	17	12	17	22	11	25		18	15
7	17	17	16	21	22	11	16		17	16
8	17	12	16	16	23	10	13		15	16
9	21	0	16	12	9	17	16		13	17
10	26	21	24	26	25	19	16		22	18
11	27	27	19	21	14	18	8		19	18
12	15	18	23	20	24	19	14		19	17
год	209	191	207	217	214	183	177		200	186

Самая ранняя дата устойчивого перехода среднесуточной температуры приземного воздуха через 0°C – 25 марта 2015 года, самая поздняя 16 апреля 2013 г, средняя за 8 лет на 1 день раньше нормального значения. Высота снежного покрова меньше многолетней на 3 см, от минимальных 25 см в 2015 г до максимальных 65 см в 2011 г. Самая низкая температура зимнего сезона была в 2011 г, самая теплая зима была отмечена в 2015 году, средняя температура за 8 лет на 0,4°C выше нормы. Минимальная температура летнего сезона отмечалась в 2014 г. максимальная в 2016, средняя восьмилетняя температура воздуха выше нормы на 0,5°C. Наибольшее количество тепла было накоплено в 2012 г., а минимальное в 2014 г. Тем не менее, суммы активных температур >+15°C и >+20°C значительно больше в 2016 году. Средняя восьмилетняя ПВП по сравнению с нормой не изменилась, однако ТВП увеличилась на 0,8°C (таблица 3).

Также было рассчитано количество дней с осадками для каждого месяца и их годовое количество (таблица 4). В последние 7 лет осадки выпадают в среднем 200 дней в году, что на 14 дней больше, чем в среднем. В 2014 году количество таких дней было на 17 больше среднего семилетнего и на 31 день больше нормы.

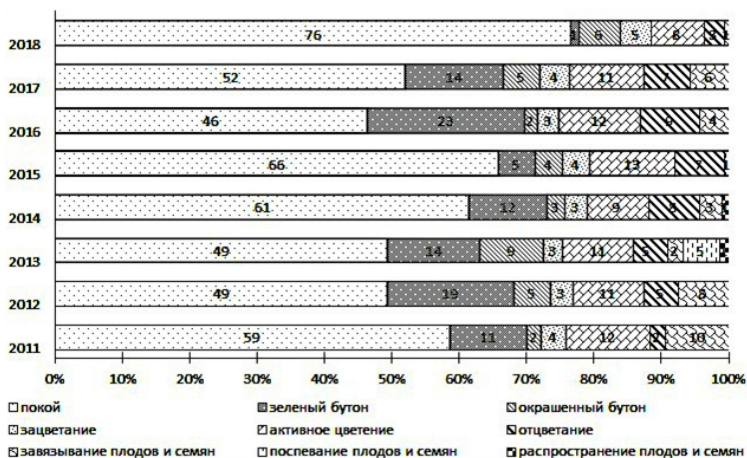


Рисунок 2. СФХ генеративного цикла развития растительности весной по линии профиля.

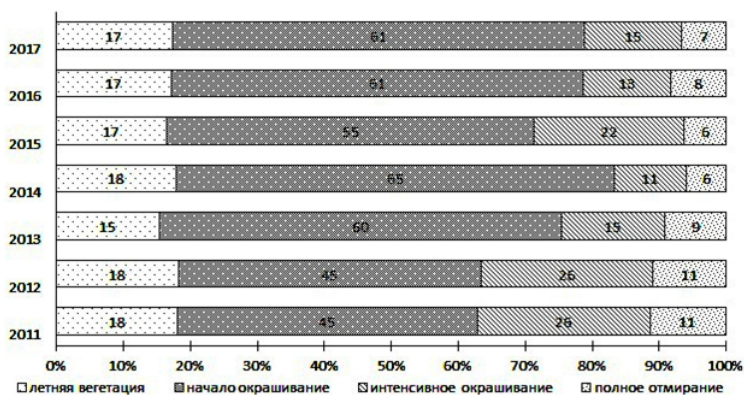


Рисунок 3. СФХ вегетативного цикла развития растительности осенью по линии профиля.

Kf и СФХ — два необходимых взаимодополняющих друг друга комплексных фенологических показателя фитоценоза: Kf обобщает СФХ, а СФХ «расшифровывает» Kf (Терентьева, 2000). Тем не менее, нами была предпринята попытка проанализировать Kf отдельно от СФХ. Весной средний восьмилетний $Kf(v) = 2,6$ балла и по годам изменяется в интервале 0,5 балла, от наименьшего 2,3 в 2018 г. до наибольшего 2,8 в 2013 и 2016 гг.; средний $Kf(r) = 1,4$, с интервалом в 0,9 балла — 0,8 в 2018 г. и 1,7 в 2013 г. Осенью $Kf(cp)$ имеют интервал на уровне 0,3–0,4 балла, $Kf(v) = 6,2$, $Kf(r) = 8,2$ балла (таблица 5). Погодичные феноаномалии (F) весной колебались в пределах от -0,3 до

+0,2 балла для вегетативного цикла, для генеративного — +0,6...-0,3 балла. Осенние F гораздо менее выражены: -0,2...+0,1 балла для Kf(v) и ±0,2 для Kf(r). Таким образом, на основании полученных Kf с учетом их интервалов, лежащих вне значений средней ошибки, можно сделать вывод, что в начале процесса как вегетативного, так и генеративного развития растительности Kf можно использовать как самостоятельную характеристику развития геоконспекса.

Таблица 5. Средние фенологические коэффициенты по линии профиля в 2011–2018 гг.

	Весна		Осень	
	Kf _(в) ±m	Kf _(r) ±m	Kf _(в) ±m	Kf _(r) ±m
2011	2,7±0,1	1,4±0,1	6,3±0,1	8,2±0,1
2012	2,6±0,1	1,5±0,1	6,3±0,1	8,4±0,1
2013	2,8±0,1	1,7±0,1	6,2±0,1	8,3±0,1
2014	2,5±0,1	1,3±0,1	6,0±0,1	8,0±0,1
2015	2,5±0,1	1,2±0,1	6,2±0,1	8,2±0,1
2016	2,8±0,1	1,6±0,1	6,1±0,1	8,2±0,2
2017	2,5±0,1	1,5±0,1	6,1±0,1	8,3±0,1
2018	2,3±0,2	0,8±0,1	-	-
Kf _(ср) ±m	2,6±0,1	1,4±0,1	6,2±0,1	8,2±0,1

Соотношение фенофаз СФХ для разных лет при равных Kf оказалось различным (рисунок 1–4). Так, например, в 2013 и 2016 гг. Kf(v) = 2,8 балла, в первых трех фенофазах («покой», «набухание почек» и «проклевывание почек») находятся 18% видов, но при 82% видов в фенофазах 3 «рост листа» и более, фаза «летняя вегетация» отмечена только в 2013 г (рисунок 1). В среднем для линии профиля характерно соотношение 25% видов в фенофазах 0-2 и 75% в фазах 3 и более, при этом на фазу «летней вегетации» приходится 1% видов. Для генеративного цикла типично нахождение 60% видов в состоянии покоя. Наиболее близки к этому значению показатели 2011 и 2014 гг, имеющие близкие Kf(r) (рисунок 2). В 2014 г. развитие генеративных органов продвинулось дальше (1% видов в фазе «распространения семян»), однако, в фазах плодоношения большее количество видов находилось в 2011 г — 10%, при среднем показателе в 5%.

Осенние Kf(v) в 2013 и 2015 гг имеют значения, равные средним, и также различное соотношение фенофаз СФХ: в фазах окрашивания листьев находится 76 и 77% видов, но в 2015 г.в начале процесса на 5% видов меньше. В целом, осенние СФХ отличаются большим постоянством значений (рисунок 3). Осенние Kf(r) в 2011, 2015 и 2016 гг = 8,2, что соответствует среднему показателю. Соотношение СФХ в эти годы различается незначительно (рисунок 4).

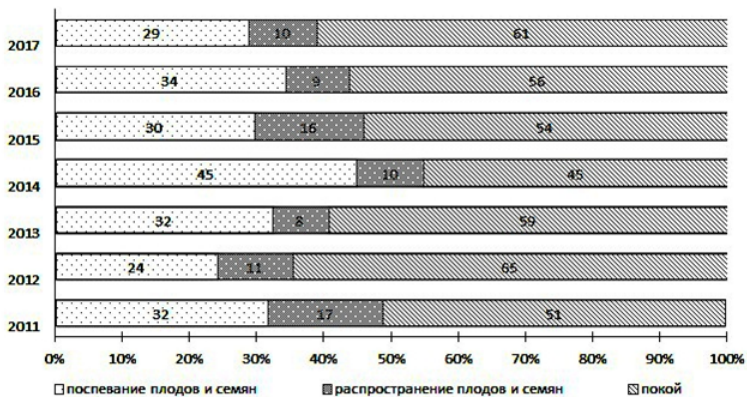


Рисунок 4. СФХ генеративного цикла развития растительности осенью по линии профиля.

Таким образом, наиболее показательным является соотношение фенофаз СФХ вегетативного развития растительности весной. Весенние показатели генеративного развития также возможно сравнивать по годам, однако различия в них менее значительны. Вероятно, это связано с видовым составом растительных сообществ на изучаемой территории – 25% видов являются раннецветущими. В свою очередь, осенью наиболее информативно сравнение фенофаз СФХ генеративного цикла развития растительности.

Интересным для изучения представляется вопрос влияния метеорологических показателей предшествующего периода на начало вегетации растительности. Увеличение $K_f(v)$, как и $K_f(r)$ относительно средних замечено в те годы, когда среднемесячная температура последних весенних месяцев значительно превышала норму, а сумма осадков за этот период была минимальна. В 2018 году, имеющем наименьший $K_f(v)=2,3$ и $K_f(r)=0,8$ балла, средние температуры апреля и мая были значительно ниже нормы.

Осенью минимальные K_f как вегетативного, так и генеративного развития были зафиксированы в 2014 г, максимальные в 2012. Из анализа погодных условий ВП видно, что в 2012 г. среднегодовая температура воздуха была на $0,4^{\circ}\text{C}$ выше, а в 2014 г. на 1°C ниже нормы. Годовое количество осадков в оба года находилось на уровне $\approx 75\%$ от нормы, однако их распределение по сезонам различно – в летние месяцы 2012 г. осадков выпало на 76 мм меньше, чем за аналогичный период 2014 г., а количество дней с осадками в летние месяцы составило 46 и 54 соответственно. Средняя температура теплого сезона в 2012 г., по сравнению с 2014, была на $3,3^{\circ}\text{C}$ выше, а ТВП выше на $2,1^{\circ}\text{C}$. ПВП в 2012 г. оказалась длиннее на 16 дней.

Холодный сезон 2011 года характеризуется более низкими температурами, максимальной за 8 лет высотой снежного покрова и разрушением его на 3 дня позднее нормы и на 7 дней позднее среднего восьмилетнего значения. Однако с апреля среднемесячные температуры начали превышать нор-

му, и температура теплого сезона оказалась на $0,9^{\circ}\text{C}$ выше. Запаздывание сроков снеготаяния не оказало заметного влияния на весеннее развитие растительности и K_f имели значения, близкие к средним. ПВП в 2011 году составила рекордные 204 дня, суммы активных температур также превышали нормальные значения. Вместе с тем, в мае-июле выпадало значительное количество осадков, а уже в августе их выпало не более 20% от нормы. Засушливые август и сентябрь стали причиной более раннего окрашивания и завершения вегетации, слабо сказавшись на генеративном развитии растительности.

В 2012 году весенние коэффициенты были на уровне средних, в то время как осенние значительно опережали средние — $K_f(v)=6,3$; $K_f(r)=8,4$, только 18% видов находились в фазе летней вегетации; 65% видов завершили цикл генеративного развития. На раннее завершение вегетации, по нашему мнению, оказало влияние жаркое и засушливое лето и начало осени. 36% видов, находящихся в фазах созревания и распространения плодов и семян, представлены исключительно поздноцветущими, которых 38% от общего количества.

2013 год характеризуется самой поздней датой перехода среднесуточных температур воздуха выше нулевой отметки, и, как следствие, одной из самых поздних дат полного разрушения снежного покрова, несмотря на его среднюю мощность. Температуры холодного периода были почти на 1°C ниже нормы. Вторая половины весны также была прохладнее, осадки соответствовали норме. $K_f(v)=2,8$ балла, в первых трех фенофазах («покой», «набухание почек» и «прорывание почек») находятся 18% видов, 5% находятся в фазе «летней вегетации». $K_f(r)=1,7$ балла, что является наибольшим значением за время наблюдения, 25% видов, представленных в основном первоцветами, продвинулись в генеративном развитии до фазы «активное цветение» и далее. Осенью коэффициенты соответствовали средним, как и суммы накопленного тепла и количество осадков.

В 2014 году, самом позднем по дате разрушения снежного покрова и самым холодном по суммам накопленного тепла, весенние K_f находились на уровне средних, а осенние оказались минимальными за 7 лет наблюдений. Несмотря на небольшую ПВП, ТВП была на $0,3^{\circ}\text{C}$ выше среднего значения. Сумма накопленного тепла составила 1992°C , средняя температура теплых месяцев была на $0,8^{\circ}\text{C}$ ниже климатической нормы. Вместе с тем, осадков выпало немногим больше летней нормы — 252 мм. Сумма перечисленных факторов привела к запаздыванию генеративного развития, 45% видов находились в фазе созревания плодов и семян.

КФП вегетативного цикла, как весной, так и осенью 2015 года оказались близки к средним: $K_f(v)=6,2$ балла, большинство видов переходит в фазу интенсивного окрашивания. Феноаномалия генеративного развития составила $+0,2$ балла: только 21% видов находился в фазе созревания плодов и семян и 14% в фазе их распространения. Вегетационный период в 2015 г. был одним из самых продолжительных, но температура его была ниже сред-

него значения. В связи с этим, а также с рекордным количеством выпавших в летние месяцы осадков, в 2015 г. большой процент видов находился в фазе интенсивного окрашивания и завершил процесс генеративного развития.

Противоположным по количеству накопленного тепла стал 2016 год. Весной $Kf(v)=2,8$, несмотря на большую высоту снежного покрова и его позднее разрушение. Среднемесячные температуры воздуха превышали норму с февраля, а уже в марте дневные температуры воздуха нередко были положительными. Эти же факторы способствовали раннему началу генеративного развития: $Kf(r)$ на 0,2 выше среднего, в состоянии покоя 46% видов – восьмилетний минимум. Осенью $Kf(v)=6,1$ и $Kf(r)=8,2$ соответственно, большинство видов находилось в фазе «начало окрашивания». В то же время КФП генеративного цикла оказались различны. Лето 2016 года было наиболее теплым, температура теплых месяцев была на $1,4^{\circ}\text{C}$ выше климатической нормы, и сухим – выпало минимальное за 5 лет количество осадков. Июль и август оказались одними из самых теплых за последние 15 лет., большое количество видов (58%) перешло в постгенеративную фазу. Тем не менее, $Kf(r)=8,2\pm 0,1$, что соответствует среднему за 5 лет.

Погодные условия 2017 года значительно отличались от нормальных значений. Температура холодного сезона была ниже более чем на $1,5^{\circ}\text{C}$, а снежный покров разрушился на 4 дня позднее. Среднемесячная температура мая оказалась почти на 3°C ниже нормы. В связи с этим, значения весенних Kf были невысоки, большинство видов находилось в фенофазе «рост листа», 8% в фазе «молодой лист», состояния летней вегетации виды не достигли. Kf как вегетативного, так и генеративного развития сообщества осенью соответствовали средним семилетним значениям, т.к., несмотря на малое количество накопленного тепла, ПВП соответствовала норме, как и количество осадков, выпавших во вторую половину лета.

Самым запаздывающим по развитию растительности за все время наблюдений стал 2018 г, имеющий наименьший $Kf(v) = 2,3$ балла – 59% видов находятся в фазе «рост листа», а более поздних отмечено не было; $Kf(r)=0,8$ балла, более 75% видов в состоянии покоя, а оставшиеся представлены первоцветами. Несмотря на температуру предшествующего холодного сезона, превышающую норму, малое количество снега и его раннее разрушение, пробуждение растительности началось гораздо позже обычного. Вероятно, это связано с серьезными температурными аномалиями в апреле и мае – на $1,7$ и $2,6^{\circ}\text{C}$ холоднее нормы соответственно.

Анализируя данные, полученные за последние 8 лет, можно прийти к выводу, что развитие растительности весной слабо зависит от температуры предшествующего холодного сезона, а также мощности снежного покрова. Наибольшее влияние оказывает приход теплой погоды и ее устойчивость в конце апреля – начале мая. Осенью увеличение количества осадков независимо от суммы накопленных температур приводит к более раннему завершению вегетации растений. В то же время уменьшение суммы накопленных температур без изменения количества осадков также способ-

ствуется более раннему завершению вегетации. Увеличение количества накопленного тепла при резком уменьшении количества осадков замедляет наступление осенних фенологических явлений. Раннее завершение генеративного развития растительности, хотя и связано с совокупностью факторов, в большей степени зависит от количества осадков. Для подтверждения этих тенденций необходимо дальнейшее проведение фенологических исследований.

Литература

- Гурьевских О.Ю. и др. Физико-географическое районирование и ландшафты Свердловской области / под ред. О.Ю. Гурьевских. – Екатеринбург: ФГБОУ ВО Урал. гос. пед. ун-т, 2016. – 280 с.
- Кузнецова Т. Различия ландшафтных округов Среднего Урала по времени зеления березы в 1971 году // Ландшафтные исследования в Свердловской области. – Свердловск: СГПИ, 1974. – С. 71–80.
- Леонова Г.В., Богданова Т.А. Леонова Г.В., Богданова Т.А. Труды ГМЦ СССР. Вып. 166, 1975. – С. 17–20.
- Скок Н.В. Изучение весеннего развития растительности горной полосы Среднего Урала при помощи фенологических методов // Современное состояние фенологии и перспективы ее развития. – Екатеринбург: Урал.гос. пед.ун-т, – С. 111–121.
- Скок Н.В., Янцер О.В., Иванова Ю.Р. Использование количественных фенологических методов для характеристики горной полосы Среднего Урала // Вестник ТГУ. Т.19. № вып.5, 2014. – С. 1569–1572.
- Терентьева Е.Ю. Комплексные фенологические показатели фитоценозов и их использование при организации феномониторинга. – Екатеринбург, 2000. – 177 с.
- Янцер О.В., Терентьева Е.Ю. Общая фенология и методы фенологических исследований. – Екатеринбург: УрГПУ, 2012. – 203 с.
- Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации – мировой центр данных (ВНИИГМИ-МЦД) <http://meteo.ru/it/178-aisori/>
Climatic Research Unit <http://www.cru.uea.ac.uk/data>

INFLUENCE OF CHANGING WEATHER PARAMETRES FOR SEASONAL DEVELOPMENT OF PLANT COMMUNITIES IN THE CONDITIONS OF LOW-MOUNTAIN TERRIAN OF THE MIDDLE URALS

Ivanova U.R., Skok N.V.

Ural State Pedagogical University, Ekaterinburg, miss.nocentra@list.ru, skok-nv-gbf@mail.ru

The article considers the influence of changing weather parametres on the vegetative and generative development of plant communities in the northern part of the Middle Urals mountain belt is considered. General trends in the onset of phenological phases of the vegetative and generative vegetation development in the mountain belt of the Middle Urals in spring and autumn are established in connection with the change in meteorological indicators.

Keywords: The Middle Urals, phenology, methods of phenological researches, low mountains, climate, low-mountain terrain, weather conditions.

ФЕНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ СОРТОВ И ГИБРИДОВ ЧУБУШНИКОВ В ДЕНДРАРИИ БОТАНИЧЕСКОГО САДА МГУ

Казарова С.Ю.

МГУ им. М.В. Ломоносова, Ботанический сад, г. Москва, svetlana-kazarova@yandex.ru

В статье проанализированы фенологические фазы развития сортов чубушников в БС МГУ. Группы рано начинающих-рано заканчивающих и рано начинающих-поздно заканчивающих вегетацию объединяют наиболее зимостойкие сорта чубушников с показателем в I и I-II балла. Сезонный цикл развития чубушников полностью укладывается в вегетационный период места интродукции, о чем свидетельствует величина показателя фенологической атипичности от -1 до +1.

Ключевые слова: *Philadelphus*, фенология, фенологическая атипичность, зимостойкость, вегетационный период.

Чубушники являются ценными красивоцветущими растениями, которые заполняют паузу между цветением весенне- и летнецветущих кустарников. Цветы различаются по размеру соцветия, форме венчика, окраска которого может быть белоснежная, кремовая или у основания с бледно-розовым или пурпурным пятном. Цветы у сортов простые, махровые и полумахровые с ароматом жасмина, фруктов и даже земляники. Подбирая виды или сорта по различным срокам и продолжительности цветения можно создавать длительно (до двух месяцев) цветущие композиции из чубушников.

В дендрарии Ботанического сада МГУ в целях изучения адаптационных особенностей, зимостойкости, интенсивности и длительности цветения, наступления очерёдности определённых фенологических фаз была создана коллекция сортов и гибридов чубушников.

Фенологические наблюдения проводили в период с 2007 по 2017 год по методике, рекомендованной советом ботанических садов (Лапин, 1979). Были использованы данные наблюдений за 27 таксонами чубушников по фенологическим фазам: набухание почек (начало вегетации), начало, окончание, продолжительность цветения, полное разворачивание листьев, плодоношение, окончание листопада (конец вегетации). Интенсивность цветения определяли по пятибалльной шкале (Головач, 1980) (0 – растение не цветёт, 5 – полное обильное цветение).

Зимостойкость интродуцентов оценивалась по семибалльной шкале ГБС (Плотникова, Александрова, 2005 г.). Результаты наблюдений обработаны математическими методами (Зайцев, 1981). В статье использованы данные метеостанции МГУ (Летопись погоды, климата и экологии Москвы..., 2002).

В коллекцию первые образцы поступили: *Philadelphus x lemoinei* Lemoine в 1953 г. трёхлетними саженцами из Ботанического сада БИН; *Ph. x lemoinei* 'Glacier', *Ph. coronarius* 'Aurea' в 1958 году черенками из ЛОСС.

Таблица 1. Фенологические показатели сортов и гибридов чубушников

Сорт, гибрид	Группа ФА ^з	Начало вегетации	Конец вегетации	Начало цветения	Конец цветения	Плодоношение	Зимостойкость
Philadelphus coronarius f. aurea	РР -0,54/4	08.04±6	04.10±8	09.06±3	23.06±5	16.09±12	I
Ph. x lemoinei 'Glacier'	РР -0,69/4	22.04±5	01.10±4	16.06±6	04.07±8	15.09±10	I-II
Ph. x hybr. 'Galachat'	РР -0,54/4	06.04±10	02.10±6	21.06±5	06.07±4	18.09±4	I
Ph. x hybrida 'Minnesota Snowflake'	РР -0,42/4	05.04±7	03.10±8	21.06±3	10.07±2	18.09±9	I
Ph. x hybr. 'Казбек'	РР -0,94/4	12.04±7	03.10±8	01.07±3	01.07±3	16.09±15	I
Ph. x virginalis 'Schneesturm'	РР -0,64/4	14.04±8	06.10±8	14.06±6	29.06±2	12.09±12	I-II
Ph. x hybr. 'Зоя Космодемьянская'	РР -0,94/4	15.04±5	04.10±7	18.06±4	02.07±3	30.09±15	I
Ph. x hybr. 'Снежная Буря'	РР -0,11/4	12.04±7	01.10±8	06.07±5	06.07±5	19.09±12	I
Ph. x hybr. 'Комсомолец'	РР -0,48/4	08.04±9	01.10±6	15.06±3	02.07±2	14.09±6	I
Ph. x hybr. 'Балет мотыльков'	РР -0,08/4	14.04±8	03.10±5	20.06±8	02.07±4	22.09±2	I
Ph. x hybr. 'Воздушный десант'	РР -0,92/4	15.04±5	01.10±7	17.06±2	01.06±3	15.09±6	I
Ph. x hybr. 'Арктика'	РР -0,56/4	14.04±9	03.10±4	20.06±2	12.07±2	18.09±6	I
Ph. x hybr. 'Эльбрус'	РР -0,87/4	10.04±10	02.10±5	16.06±4	02.07±3	19.09±6	I
Ph. coronarius f. argentea-marginata	РП -0,82/4	13.04±8	09.10±4	11.06±3	21.06±5	27.09±15	I
Ph. x lemoinei Lemoine	РП -0,22/4	06.04±8	07.10±2	19.06±7	07.07±8	19.09±9	I
Ph. x lemoinei 'Mont Blanc'	РП +0,58/5	15.04±9	15.10±3	19.06±4	08.07±6	25.09±10	I-II
Ph. x hybr. 'Snowbelle'	РП -0,34/4	15.04±6	12.10±5	22.06±3	05.07±3	15.09±11	I
Ph. x hybr. 'Обелиск'	РП -0,31/4	05.04±5	21.10±6	03.07±2	03.07±2	22.09±5	I-II
Ph. x hybr. 'Памяти Вехова'	РП -0,34/4	07.04±6	11.10±8	08.07±5	08.07±5	23.09±5	I
Ph. x lemoinei 'Belle Etoile'	ПП +0,63/5	07.04±4	24.10±4	23.06±6	09.07±4	29.09±7	II-III

>>>

Таблица 1 (продолжение)

Сорт, гибрид	Группа ФА ^а	Начало вегетации	Конец вегетации	Начало цветения	Конец цветения	Плодо- ноше- ние	Зимос- стой- кость
Ph. x lemoinei 'Pyramidal'	ПП +0,75/5	13.04±8	09.10±7	24.06±6	12.07±7	30.09±10	I-II (III)
Ph. x lemoinei 'Avalanche'	ПП +0,19/5	22.04±6	12.10±4	17.06±6	01.07±5	29.09±8	I(III)
Ph. x lemoinei 'Boucet Blanc'	ПП +0,22/5	23.04±4	11.10±4	20.06±4	04.07±5	21.09±4	I(III)
Ph. x hybr. 'Innocence'	ПП +0,32/5	21.04±7	18.10±6	22.06±2	13.07±5	27.09±12	I-II
Ph. x hybr. 'Лунный Свет'	ПП +0,12/5	24.04±6	13.10±7	06.07±4	06.07±4	25.09±5	I(IV)
Ph. x hybr. 'Ромашка'	ПП -0,13/4	23.04±5	19.10±4	05.07±5	05.07±5	25.09±14	I-II
Ph. x hybr. 'Жемчуг'	ПП +0,45/5	21.04±6	19.10±5	23.07±3	09.07±4	25.09±14	I-II

Примечание: ФА-коэффициент фенологической атипичности.

В скобках указана зимостойкость в суровые зимы.

В 1967 г. коллекция пополнилась сортами 'Зоя Космодемьянская', 'Комсомолец', 'Эльбрус'. В 2005 году были высажены Ph. x lemoinei 'Avalanche', 'Mont Blanc', Ph. x hybrida 'Жемчуг', 'Балет мотыльков', 'Воздушный десант', 'Необычный', полученных 3 летними саженцами из питомника Чашниково; в 2011 г. — Ph. x lemoinei 'Pyramidal', Ph. hybrida 'Арктика' 4–7 летними саженцами своей репродукции. Остальные сорта были высажены в 2010–2012 г. из укоренённых черенков своей репродукции и из коллекции чубушников С.Н. Локтева.

Многие дендрологи, по предложению специалистов отдела дендрологии Главного Ботанического сада РАН (Лапин, Сиднева, 1974) практикуют подразделение древесных интродуцентов на фенологические группы по срокам начала и окончания вегетации. Такая классификация служит основанием для оценки связи фенологии растений с их зимостойкостью, а в целом — с уровнями адаптированности. Пробуждение древесных растений коррелирует с переходом среднесуточной температуры через 5°C (Бейдеман, 1974; Лучник, 1982).

Виды, у которых набухание почек происходило до 16. IV (дата перехода через 5°C), отнесены к рано распускающимся. Растения, заканчивающие вегетацию (полное опадание листьев) до 05.X (дата перехода через 5°C), отнесены к группе с ранним окончанием вегетации, позже — к поздним.

Группа рано начинающих и рано заканчивающих вегетацию (РР) (таблица 1) содержит 13 таксонов, из которых 90% имеют высокую зимостойкость с баллом I, у 10% зимостойкость — I–II балла. Группа рано начинающих и поздно (РП) заканчивающих вегетацию включает 6 таксонов. Зимостой-

кость у 4 таксонов оценивается в I балл (65% от количества таксонов в группе), 2 вида имеют зимостойкость I-II балла.

Группа поздно начинающих и поздно заканчивающих вегетацию (ПП) включает 8 таксонов, зимостойкость которых была оценена в I-II, I(III) и I(IV) балла. В отдельные годы у них подмерзала часть однолетних и многолетних побегов.

Таким образом, группы РР и РП объединяют наиболее зимостойкие сорта и гибриды с зимостойкостью I и I-II балла. Группа ПП объединяет гибриды и сорта с зимостойкостью которых была оценена в I-II, I(III) и I(IV) балла.

Начало вегетации у гибридных чубушников по средним многолетним данным фиксировалось в сроки с 05.04 по 24.04. Самое раннее начало вегетации отмечалось у Ph. x hybrida 'Minnesota Snowflake', самое позднее у — Ph. x hybrida 'Лунный Свет'.

В ранние сроки с 06.04–10.04 начинают вегетацию: Ph. coronarius f. argentea-marginata, Ph. x hybrida 'Комсомолец', 'Памяти Вехова', Ph. x lemoinei Lemoine. В более поздние сроки с 21.04–23.04 вегетируют Ph. x hybrida 'Помашка', 'Жемчуг', Ph. x lemoinei 'Avalanche', 'Innocence', Ph. x lemoinei 'Belle Etoile', 'Pyramidal', 'Boucet Blanc'.

Количество тепла, необходимое для наступления определённой фенологической фазы, определяется суммой эффективных температур, которая складывается из среднесуточных температур выше 5° С. ($\sum t^{\circ} > 5^{\circ} \text{C}$) (Лапин, 1967). Средняя сумма активных температур на начало сроков вегетации чубушников на 05.04 составляла 85° С, на 24.04 — 147° С.

Фаза полного разворачивания листьев фиксировалась с 11.05 (Ph. x lemoinei 'Glacier') по 20.05 (Ph. x lemoinei 'Belle Etoile').

Важной фенологической характеристикой чубушников с декоративной точки зрения является интенсивность, начало и окончание сроков цветения. Первыми по средним многолетним данным зацветают *Philadelphus coronarius f. aurea* (09.06) ($\sum t^{\circ} = 752^{\circ} \text{C}$) и Ph. coronarius f. argentea-marginata (11.06), последними — Ph. x lemoinei 'Pyramidal', Ph. x hybrida 'Innocence' (24.06) ($\sum t^{\circ} = 844^{\circ} \text{C}$). Разница в сроках начала цветения между самыми ранними и самым поздним сортом составляет 16–18 дней.

Рано зацветают (14.06–16.06) Ph. x virginalis 'Schneesturm', Ph. x hybrida 'Комсомолец', 'Эльбрус'. В более поздние сроки (20.06–23.06) — Ph. x hybrida 'Galahat', 'Snowbelle', 'Жемчуг'. Ph. x lemoinei 'Belle Etoile', 'Boucet Blanc'.

Отцвели сорта в сроки 21.06 (Ph. coronarius f. argentea-marginata) ($\sum t^{\circ} = 809^{\circ} \text{C}$) по 13.07 (Ph. x hybrida 'Innocence') ($\sum t^{\circ} = 1320^{\circ} \text{C}$).

В средние сроки (23.06–03.07) отцвели *Philadelphus coronarius f. aurea*, Ph. x virginalis 'Schneesturm', Ph. x lemoinei 'Avalanche', Ph. x hybrida 'Воздушный десант' ($\sum t^{\circ} = 832–1003^{\circ} \text{C}$). В более поздние сроки (08.07–12.07) отцвели Ph. x lemoinei 'Mont Blanc', 'Pyramidal', Ph. x hybrida 'Памяти Вехова', 'Minnesota Snowflake', 'Galahat', 'Арктика' ($\sum t^{\circ} = 1238–1300^{\circ} \text{C}$).

Продолжительность цветения у сортов варьировала от 10 до 19 дней. Сроки продолжительности цветения 10-12 дней отмечались у Ph. x hybrida

‘Обелиск’, Казбек’ ‘Snowbelle’, Ph. coronarius f. argentea-marginata. Более продолжительно (18–19 дня) цвели Ph. x hybrida ‘Балет мотыльков’, ‘Арктика’, Minnesota Snowflake’, Ph. x lemoinei ‘Mont Blanc’, ‘Glacier’, ‘Pyramidal’, Ph. x lemoinei Lemoine. Самое продолжительное цветение отмечалось у сорта ‘Innocence’ – 21 день.

Оценку цветения 5 баллов имеют почти все сорта, за исключением *Philadelphus coronaries f. aurea*, Ph. x hybrida ‘Казбек’, ‘Лунный Свет’, Ph. x lemoinei ‘Belle Etoile’, ‘Avalanche’ у которых балл цветения 4. Снижение интенсивности цветения определялось у сортов *Philadelphus coronarius f. aurea*, ‘Казбек’ и Ph. x lemoinei ‘Avalanche’ затенённым местоположением, а у сортов Ph. x lemoinei ‘Belle Etoile’ и Ph. x hybrida ‘Лунный Свет’ подмерзанием цветочных почек в отдельные годы.

Плодоношение отмечалось в период 12.09 (Ph. x virginalis ‘Schneesturm’) по 30.09 (Ph. x hybrida ‘Зоя Космодемьянская’) ($\Sigma t^{\circ}=2467-2659^{\circ}\text{C}$).

Окончание вегетации фиксировалось в сроки 01.10–24.10. Самые ранние сроки окончания вегетации у Ph. x hybrida ‘Комсомолец’ ($\Sigma t^{\circ}=2659^{\circ}\text{C}$), самые поздние – у Ph. x lemoinei ‘Belle Etoile’ ($\Sigma t^{\circ}=2772^{\circ}\text{C}$). У сорта ‘Minnesota Snowflake’ была выражена яркая осенняя окраска.

Для объективной комплексной оценки, которая принимает во внимание одновременно весь комплекс фенодат с учетом их отставания или опережения относительно общей для данного массива видов нормы Г.Н. Зайцевым (1981) была предложена методика вычисления показателя фенологической атипичности (ФА).

В таблице 1 приведена шкала ФА гибридов и сортов чубушников, а также балльная оценка показателей, в которой меньший балл означает большее соответствие фенологии вида условиям среды и наоборот. Диапазон от -1 до +1 считается нормой. Отклонения, находящиеся вне этого интервала, считаются тем более атипичными, чем более они отклоняются по модулю от числа 1. Знак показателя указывает, в какую сторону (запаздывания или более раннего наступления) отклоняются фенодаты данного вида.

Из полученных данных следует, что 70% всех исследуемых таксонов имеет отрицательный показатель фенологической атипичности. Все таксоны, входящие в группу РР, имеют отрицательные показатели ФА от -0,94 у Ph. x hybrida ‘Зоя Космодемьянская’ до -0,08 у Ph. x hybrida ‘Балет мотыльков’ (балл 4), т. е. они находятся в верхней половине области нормы (супер-норма) и их феноритмы полностью соответствуют условиям среды района интродукции.

Из шести таксонов, входящих в группу РП, пять (85%) имеют отрицательный показатель атипичности от -0,22 (Ph. x lemoinei Lemoine) до -0,82 (Ph. coronarius f. argentea-marginata). Ph. x lemoinei ‘Mont Blanc’ из этой группы имеет положительный ФА (+0,58).

Группу ПП составляют гибриды, имеющие в основном положительные показатели атипичности от +0,22 у Ph. x lemoinei ‘Boucet Blanc’ до +0,75 у Ph. x lemoinei ‘Pyramidal’ с баллом 5. Они укладываются в нижнюю часть

области нормы, но с несколькоим запаздыванием (субнорма). Данные виды также устойчивы к условиям района исследований.

Таким образом, потребности сезонного цикла и роста проанализированных сортов и гибридов чубушников оптимально соотносятся с возможностями вегетационного периода места интродукции, о чем свидетельствует величина показателя фенологической атипичности (ФА) от -1 до +1. Отрицательный показатель ФА (от -0,94 до -0,22) имеют 70% сортов чубушников. Все таксоны, входящие в группу рано начинающих и рано заканчивающих вегетацию (РР), имеют отрицательные показатели ФА.

Большинство сортов чубушников имеют высокую зимостойкость, регулярно цветут, плодоносят. Фенологические группы рано начинающих и рано заканчивающих (РР), рано начинающих и поздно заканчивающих вегетацию (РП) объединяют сорта с зимостойкостью I и I-II балла. Группа поздно начинающих и поздно заканчивающих вегетацию (ПП) включает сорта, зимостойкость которых была оценена в I-II, I(III) и I (IV) балла по шкале ГБС.

Литература

- Головач А.Г. *Деревья, кустарники и лианы Ботанического сада БИН АН СССР*. – Л., 1980. – 188 с.
- Бейдеман И.Н. *Методика изучения фенологии растений и растительных сообществ*. – Новосибирск: Наука, 1974. – 139 с.
- Зайцев Г.Н. *Фенология древесных растений*. – М.: Наука, 1981. – 120 с.
- Зайцев Г.Н. *Математическая статистика в экспериментальной ботанике*. – М.: Наука, 1984. – 120 с.
- Лапин, П.И. *Сезонный ритм развития древесных растений и его значение при интродукции*. // Бюл. ГБС АН СССР. Вып. 65, 1967. – С. 13–18.
- Лапин П.И., Сиднева С.В. *Определение перспективности растений для интродукции по данным фенологии* // Бюл. Глав. ботан. сада. Выпуск 69, 1968. – С. 14–21
- Лапин П.И. *Методика фенологических наблюдений в Ботанических садах СССР* // Бюл. Гл. ботан. сада. Выпуск 113, 1979. – С. 3–11.
- Летопись погоды, климата и экологии Москвы (по наблюдениям Метеорологической обсерватории МГУ). Географический факультет МГУ им. М. В. Ломоносова. Выпуск 1*. – Москва, 2002. – 112 С.
- Лучник З.И. *Фенологические фазы деревьев и кустарников в Алтайской лесостепи*. – Барнаул: Алт. Кн. изд-во, 1982. – 113 с.
- Плотникова Л.С., Александрова М.С., Беляева Ю.Е., Немова Е.М., Рябова Н.В., Якушина Э.И. *Древесные растения Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина Российской академии наук 60 лет интродукции*. – М.: Наука, 2005. – 586 с.

PHENOLOGY PECULIARITIES OF PHILADELPHUS VARIETIES AND HYBRIDS DEVELOPMENT IN THE MSU BOTANICAL GARDEN ARBORETUM

Kazarova S.Y.

Lomonosov Moscow State University, Botanical Garden, Moscow, svetlana-kazarova@yandex.ru

Phenology groups of early beginners-early terminating and early beginning-late terminating vegetation combine the most winter-hardy varieties of Philadelphus, with an index of I and I-II points. The seasonal cycle of development of the Philadelphus completely fits into the growing season of the place of introduction, as evidenced by the value of the phenology atypicality index from -1 to +1.

Key words: Philadelphus, phenology, phenology atypicality, winter hardiness, vegetative period.

ФЕНОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ РАСТЕНИЙ АБОРИГЕННОЙ ФЛОРЫ В ПИТОМНИКАХ ПОЛЯРНО-АЛЬПИЙСКОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА-ИНСТИТУТА ИМ. Н.А. АВРОРИНА

Кириллова Н.Р.

ФГБУН Полярно-альпийский ботанический сад-институт им. Н.А. Аврорина КНЦ РАН,
г. Апатиты, Россия, knr81@mail.ru

В работе представлены сведения о питомниках аборигенной флоры Мурманской области Полярно-альпийского ботанического сада-института им. Н.А. Аврорина, их микроклиматических и фенологических особенностях. Обсуждена возможность использования фенологических данных питомников, собранных за длительный период наблюдений для ведения Летописи природы.

Ключевые слова: фенология, Мурманская область, наблюдения, флора, биология развития.

В состав Полярно-альпийского ботанического сада-института им. Н.А. Аврорина (ПАБСИ) входит значительная заповедная территория, расположенная на склонах Хибинского горного массива — гор Вудъяврчорр и Тахтарвумчорр. Сезонную жизнь природы Кольского Севера на примере выбранных для наблюдения широко распространённых в Мурманской области видов сосудистых растений сотрудники ПАБСИ изучали совместно с представителями других ООПТ Мурманской области в 1994–2001 гг. (Сезонная..., 1994; Макарова и др., 2001), тогда наблюдения проводили на территории Сада по профилю г. Вудъяврчорр. Однако в последние годы такие наблюдения в ПАБСИ не проводили, в связи с чем предлагается альтернатива — фенологические наблюдения за растениями аборигенной флоры на питомниках Сада. Существенных отличий в сроках прохождения отдельных фаз сезонного развития между растениями в культуре и в естественных условиях не выявлено (Андреева и др., 1984; 1990; Бубенец и др., 1992; и т.д.). Небольшие расхождения в фенологии конкретного вида связаны со скоростью схода снега и условиями участка.

Наблюдения за сезонным развитием растений являются частью программы интродукции. Полярно-альпийский ботанический сад-институт им. Н.А. Аврорина был основан в 1931 г. в окрестностях г. Кировск Мурманской области на северо-восточном склоне г. Вудъяврчорр. Помимо интродукции представителей инорайонных флор одной из задач Сада было также испытание в культуре местных растений. В 1938 г. для этих целей был создан питомник аборигенной флоры «Живой гербарий», который существует по настоящее время. В питомниках аборигенной флоры Мурманской области выращиваются представители 59 семейств, 178 родов, 360 видов сосудистых растений, что составляет около 25 % флоры Мурманской области.

В настоящее время коллекция растений флоры Мурманской области представлена на четырёх питомниках: «Живой гербарий», Экологический

питомник, питомник аборигенной флоры на экспериментальном участке Сада и питомник редких и полезных растений Мурманской области. Все эти питомники располагаются в Апатитско-Кировском районе, однако, имеют некоторые микроклиматические особенности, определяющие приоритетное направление интродукционных исследований и особенности сезонного развития на каждом из них.

В 1938–39 г. был заложен питомник сосудистых растений аборигенной флоры, получивший название «Живой гербарий». Питомник расположен на высоте 345 м н.у.м. в лесном поясе, на месте расчищенной поляны среди смешанного березово-елового кустарничково-разнотравного редкостойного леса с супесчаной слабоподзолистой гумусово-иллювиальной почвой. Питомник «Живой гербарий» создавался, в первую очередь, как коллекционный, чтобы показать многообразие растений Кольского региона, а также для изучения возможностей введения их в культуру. До сих пор на питомнике находятся растения, которые были высажены в первые годы — это в основном деревья и кустарники: *Betula callosa* Lindv., *Cotoneaster cinnabarinus* Juz., *Sorbus gorodkovii* Pojark., из травянистых растений — *Carex cespitosa* L. От прочих питомников Сада «Живой гербарий» отличается наиболее поздним сходом снега: в среднем в конце мая — середине июня (в 2017 году снег сошёл полностью только 12 июля). Участок — каменистый, поэтому все деланки имеют насыпную почву. Летом растения здесь сильнее, чем на других участках, страдают от засухи, и их приходится регулярно поливать. В современном виде питомник существует с 1964 года. Растения сюда были привезены дернинами, уже во взрослом состоянии, из различных уголков Мурманской области: с берегов реки Поной (*Petasites radiatus* (J.F. Gmel.) Toman.), с Хибинских (*Hieracium laticeps* (Norrl.) Norrl.) и Ловозерских гор (*Festuca pratensis* L.), с Терского побережья (*Helianthemum arcticum* (Grosser) Janch.), с островов и полуостровов Кандалакшского залива (*Senecio nemorensis* L.) и Баренцева моря (*Alchemilla alpina* L.). По ряду причин (условия питомника не вполне соответствуют экологическим требованиям одних видов, специфике биологии развития других) некоторые растения приходится подсаживать почти ежегодно. Примером могут служить представители семейств *Pyrolaceae* Dumort. (грушанковые), *Lentibulariaceae* Rich. (пузырчатковые), все малолетники, пополнение которых происходит как живыми растениями из природы, так и рассадой, выращиваемой в теплице из семян. В настоящее время на питомнике «Живой гербарий» насчитывается 1322 образца 372 видов сосудистых растений.

Как видно, условия питомника «Живой гербарий» суровые и подходят не для всех видов даже аборигенной флоры. Для изучения биологии развития «от семени до семени» с 1967 по 1970 год был создан второй питомник флоры Мурманской области у подножия г. Вудъяврчорр, на высоте 316 м н.у.м., имеющий рабочее значение, и получил название «Экологический». Основной целью его создания было изучение биологии развития растений. На нем высевали семена в разные сроки непосредственно в грунт (весной, летом, осенью), высаживали растения рассадой, выращенной из семян в те-

плеще, иногда высаживали взрослые растения. Главное внимание при этом уделялось таким показателям, как всхожесть и разнокачественность семян, скорость прохождения отдельных сезонных фаз развития и этапов онтогенеза, продолжительность большого жизненного цикла. Отличие питомника «Экологический» от «Живого гербария» в меньшем наборе видов, но каждый из них представлен большим количеством образцов. На этом питомнике прошли последовательно изучение представители аборигенной флоры около 300 видов, часть из них выпали по возрасту или были исключены из опытов, в настоящее время на питомнике выращиваются 172 вида. Поскольку каждый вид был представлен неодинаковым количеством образцов разных лет и способов посева и посадки, то общее число образцов, прошедших многолетнее изучение на этом питомнике — более 1600, из них сейчас на питомнике представлено 433. В настоящее время при высадке растений на Экологический питомник преимущество отдается влаголюбивым видам, для которых микроклиматические условия питомника оптимальны.

В 1967–1970 годы также создается питомник аборигенной флоры на экспериментальном участке Сада, расположенном в 3 км к северу от ст. Апатиты (в 27 км к западу от основной территории Сада) на предгорной, слегка всхолмленной равнине, расположенной между юго-западными отрогами Хибинских гор и оз. Имандра, на высоте 130 м н.у.м. Равнинный интродукционный пункт по сравнению с расположенным в Хибинских горах отличается более длительным (в среднем на 23 (11–40) дня) и теплым вегетационным периодом, что создает благоприятные условия для вызревания семян видов, отличающихся поздним цветением и длительным плодоношением. Здесь представлено 173 образца 68 видов. Семена, собранные на экспериментальном участке, служат основой поддержания и возобновления коллекции. Однако питомник находится в худших условиях по влагообеспеченности почвы — осадков выпадает почти вдвое меньше, чем в Саду, участок часто пересыхает и требует полива.

Интродукция редких и исчезающих видов — один из основных методов изучения их биологии, экологии, полезных свойств, позволяющий проводить исследования, не нарушая и не нанося особого вреда естественным популяциям. В связи с этим в 1995–1996 гг. был заложен питомник редких и полезных растений Мурманской области в парковой части Сада (высота 311–316 м н.у.м.). В настоящее время на питомнике выращиваются 65 видов (107 образцов), подлежащих разной степени охраны и имеющие практическое значение. Так, например, лекарственное и редкое (категория 3 Красной Книги Мурманской области) растение валериана бузинолистная *Valeriana sambucifolia* Mikan fl., привезенное с побережья Баренцева моря, даёт обильный самосев, отлично себя чувствует в культуре и может успешно выращиваться в Мурманской области; эндем Турьего мыса, находящийся под угрозой исчезновения (категория 1а Красной Книги Мурманской области, категория 1 Красной Книги РФ) солнцезвезд арктический *Helianthemum arcticum* цветет, плодоносит и даёт жизнеспособный самосев в условиях

культуры; декоративные *Steris alpina* (L.) Sourkova, *Campanula rotundifolia* L., *Dianthus superbus* L. и другие рекомендованы в озеленительный ассортимент для Заполярья.

На коллекционных питомниках аборигенной флоры в общей сложности произрастает 82 вида, подлежащих охране на территории Мурманской области и 6 — на территории России.

На питомниках можно познакомиться с сосудистыми растениями всех природных зон и горных поясов Мурманской области: тундры и горной тундры, березового криволесья и лесотундры, лесного пояса и северной тайги, а также с растениями болот, лугов, осыпей и каменистых россыпей, скал и морских побережий. Коллекция включает растения различных жизненных форм — травянистые растения, кустарнички и полукустарнички, кустарники, деревья; однолетние и многолетние растения.

Один из важных показателей фенологии — начало вегетации, которое происходит после схода снега, на питомниках местной флоры это происходит постепенно, в соответствии с микроклиматическими условиями. Первым от снега освобождается питомник, расположенный на экспериментальном участке в северо-западных окрестностях г. Апатиты, это происходит в среднем 16 мая (24 апреля–4 июня); вторым — питомник редких и полезных растений Мурманской области, находящийся на открытом участке в подножии восточного склона г. Вудъяврчорр, это происходит 4 июня (18 мая — 1 июля); почти одновременно, с небольшой задержкой, сходит снег на экологическом питомнике, расположенном поблизости, но укрытом в тени елово-березового леса: 9 июня (16 мая — 5 июля); сход снега на питомнике Живой гербарий происходит постепенно и к 12 июня (27 мая — 12 июля) завершается. Средняя дата схода снега для всех питомников 29 мая, для Кировских — 5 июня, для апатитского экспериментального участка — 13 мая. Разница в сходе снега между апатитской и Кировской площадками составляет в среднем 23 дня (11–40).

В течение вегетационного сезона на питомниках проводятся фенологические наблюдения за сезонным развитием растений, фиксируются даты прохождения основных фенологических фаз: сход снега, начало отрастания, образование листа, образование стебля, бутонизация (начало, массовая), цветение (начало, массовое, полное), плодоношение (начало, массовое, полное), созревание (начало, массовое, полное), изменение окраски листьев (начало, массовое, полное), отмирание надземной части (начало, массовое). В настоящее время фенологические наблюдения за растениями проводятся с частотой 2 раза в неделю. С момента создания первого питомника местной флоры наблюдения за сезонным развитием растений на них производились неравномерно: в военные годы (1941–1945) собранные материалы были утрачены, возобновили работу на питомниках в 1948 г. (Сидорова, 1948), однако наблюдения носили эпизодичный характер; с 1963 г. начали планомерные исследования биологии местной флоры (Андреева и др., 1984; 1987; Бубенец и др., 1982; Филиппова, 1981, 1990 и др.)

и фенологические наблюдения за растениями на питомниках приобрели регулярный характер. Сотрудники вели дневники и журналы наблюдений за сезонным развитием растений, кроме того данные вносили в картотеки по каждому из питомников — все эти материалы сохранились по настоящее время.

Обработка фенологических данных современными средствами анализа требует в первую очередь перевода исходных рукописных записей в электронный вид. Нами была разработана таблица на основе Microsoft Excel, в которую сводятся конечные фазы развития всех образцов, испытанных и выращиваемых на питомниках аборигенной флоры с 1938 по 2017 гг. Кроме того, для каждого вида заведен отдельный файл в электронной картотеке. Каждый такой файл содержит сведения обо всех образцах данного вида, их фенологическом развитии на протяжении существования на питомнике и прочие сведения. Такие первичные таблицы с помощью простейших функций фильтрации, сортировки и подсчета помогают составлять отчеты и анализировать фенологические и интродукционные данные. Использование сведений, полученных при наблюдении фенологического развития растений аборигенной флоры на питомниках ПАБСИ, позволит заполнить существующий пробел в наблюдениях при ведении Летописи природы для района Кольского Севера.

Литература

- Андреева В.Н., Похилько А.А., Филиппова Л.Н., Царева В.Т. Биологическая флора Мурманской области. — Апатиты, 1984. — 119 с.
- Андреева В.Н., Похилько А.А., Царева В.Т. Биологическая флора Мурманской области. — Апатиты, 1987. — 119 с.
- Бубенец В.Н., Похилько А.А., Царева В.Т. Биологическая флора Мурманской области. Т.3. — Апатиты, 1992. — 133 с.
- Красная книга Мурманской области. Изд. 2-е. — Кемерово: Изд. «Азия-принт», 2014. — 584 с.
- Красная книга Российской Федерации (Растения и грибы). / Министерство природных ресурсов и экологии РФ; Федеральная служба по надзору в сфере природопользования; РАН; Российской ботаническое общество; МГУ им. М.В. Ломоносова; Гл. редкол.: Ю.П. Трутнев и др.; Сост. Р.В. Камелин и др. — М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. — 855 с.
- Макарова О.А., Похилько А.А., Кушель Ю.А. Сезонная жизнь природы Кольского Севера (Растения). — Мурманск, 2001. — 68 с.
- Сезонная жизнь природы Кольского Севера. — Мурманск, 1996. — 41 с.
- Сидорова Л.П. «Живой гербарий» // Научн. отчет, рукопись, Фонды ПАБС г. Кировск Мурман. обл., №272, 1948. — 2 с.
- Филиппова Л.Н. Биология северных растений при введении их в культуру. — Л.: Наука, 1981. — 118 с.
- Филиппова Л.Н. Введение в культуру и биология развития видов местной флоры. — Апатиты, 1990. — 130 с.

PHENOLOGICAL DEVELOPMENT OF PLANTS OF NATIVE FLORA IN NURSERIES OF POLAR-ALPINE BOTANICAL GARDEN

Kirillova N.R.

Polar-alpine botanical Garden KSC RAS, knr81@mail.ru

The article presents information about the nurseries of the indigenous flora of the Murmansk region, their microclimatic and phenological features. The possibility of using the phenological data nurseries collected over a long period of observations for the conduct of the nature chronicle was discussed.

Key words: nature reserve, indicator-species, influence of factors, climate, trends variability, interspecies groups, phenology, environmental monitoring.

ПРИМЕРЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ РАБОТ НА ТЕРРИТОРИИ ЗАПОВЕДНИКОВ ДЛЯ УТОЧНЕНИЯ РЕГИОНАЛЬНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ КЛИМАТА

Китаев Л.М.¹, Аблеева В.А.², Коробов Е.Д.³, Желтухин А.С.³

¹ Институт географии РАН, Москва, lkitaev@mail.ru

² Центральное УГМС, Москва, sfm0@yandex.u

³ Центрально-Лесной государственный заповедник, п. Заповедный, Тверская область, azheltukhin@mail.ru

В статье приведены результаты экспериментальных работ в пределах Приокско-Тerrasного (Московская область, Серпуховской район) и Центрально-Лесного заповедников (Тверская область, Нелидовский район), позволившие уточнить региональные особенности взаимодействия особенностей климата и подстилающей поверхности Восточно-Европейской равнины. Исследуется характер сопряженной изменчивости метеорологического режима, снегозапасов, температуры почвы последних десятилетий. Ключевые слова: снегозапасы, приземная температура воздуха, температура почвы, изменчивость, типизация.

Введение

К положительным аспектам проведения экспериментальных исследований изменчивости климата и связанных с ним процессов на территории заповедников следует отнести минимальную в заповедниках антропогенную нагрузку на природную среду и возможность проведения наблюдений на различных в пределах ограниченного пространства характерных участках — по типу растительности, почвам, рельефу и пр. Такое положение выгодно отличает качество полученных результатов от результатов работ метеорологических станций, многие из которых расположены в непосредственной близости или даже внутри крупных населенных пунктов при наблюдениях на одной метеорологической площадке. С другой стороны, неоспоримым достоинством результатов работы метеорологических станций является наличие для всей территории России длинных рядов данных, получаемых посредством режимных, выполняемых по одной методике, наблюдений. Таким образом, следует считать полезным проведение на территории заповедников экспериментальных исследований локальной изменчивости климатических характеристик и связанных с ними процессов на поверхности с последующим, с учетом данных метеорологических станций, уточнением региональных закономерностей взаимодействия атмосферы и подстилающей поверхности.

В данной статье, в качестве примера, приведены результаты экспериментальных работ в пределах Приокско-Тerrasного (Московская область, Сер-

пуховской район) и Центрально-Лесного заповедников (Тверская область, Нелидовский район), позволившие уточнить особенности регионального взаимодействия особенностей климата и подстилающей поверхности Восточно-Европейской равнины.

Исходные данные и методические подходы

Результаты получены в ходе комплексных исследований локальной изменчивости метеорологических характеристик в Приокско-Тerrasном и Центрально-Лесном заповедниках (в дальнейшем ПТЗ и ЦЛЗ), время проведения полевых экспериментов — зимы 2013/14, 2014/15 и 2015/16 гг. В информационную базу исследований входят данные наблюдений приземной температуры воздуха, осадков и высоты снежного покрова на закрепленных на местности снегомерных маршрутах — в соответствии с методиками Гидрометслужбы (Наставления ..., 1985). На каждом из снегомерных маршрутов существует закрепленная точка для замеров температуры почвы — на глубинах 10, 20 и 40 см, куда укладываются автоматические регистраторы температуры (логгеры) TRS, модификация DS1921G-F5# (производитель Maxim Integrated) с диапазоном измерений от -45 до +85 °С. Интервал замеров устанавливался повсеместно синхронным — через три часа начиная с 0.00 часов 1 октября до 21.00 31 мая. Исследования проводились в характерных ландшафтных комплексах, типичных для центра Восточно-Европейской равнины в целом:

- а) в лесных массивах с преобладанием лиственных пород — далее «лиственный лес»;
- б) в лесных массивах с преобладанием хвойных пород — далее «хвойный лес»;
- в) открытые пространства — далее «открытые участки».

Сезонная изменчивость характеристик

Исходя из особенностей 30-летних региональных рядов данных, условия зим 2013/14, 2014/15 и 2015/16 гг. в заповедниках близки к среднеснежным, с диапазоном максимальных толщин снежного покрова от 7 до 40 см. Средняя за октябрь — май приземная температура воздуха колеблется в промежутке 1.7–4.8 °С, минимальная температура — в диапазоне -20,1 — -23,4 °С, что также можно отнести к средним по температуре условиям. Повсеместно максимальные снегозапасы в лиственном лесу превышают снегозапасы открытых пространств и сосняков на 11–25%, что соответствует полученным ранее результатам о распределении снегозапасов в центре Восточно-Европейской равнины (Мишон, 1988; Китаев и др., 2015, Китаев и др., 2017). «Редкие», проницаемые для твердых осадков, кроны лиственных пород, ветровая защита и отсутствие прямых солнечных лучей способствуют формированию в лиственных лесных массивах максимальных снегозапасов. Метелевый перенос и испарение с поверхности снега на открытых участках и перехват твердых осадков кронами хвойных пород деревьев снижают здесь снегозапасы.

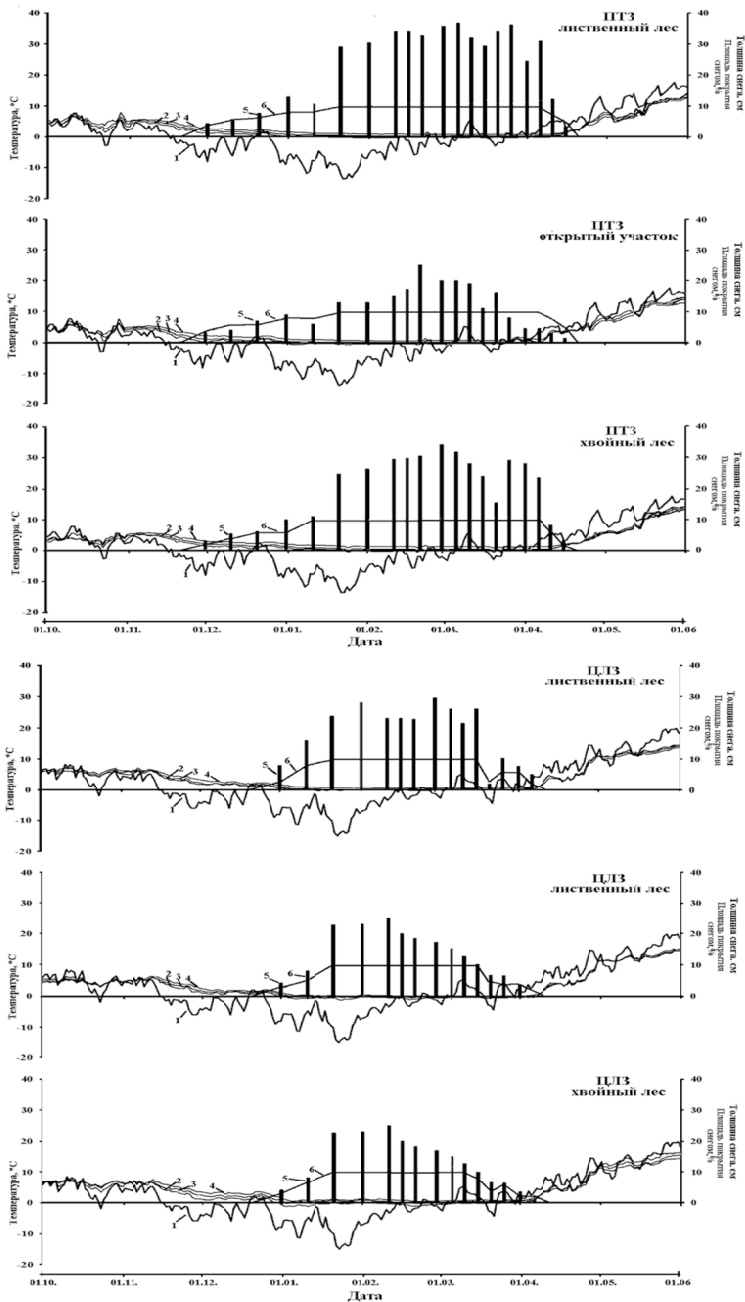


Рисунок 1. Сезонный ход метеорологических характеристик (суточные значения за октябрь-май, осредненные для 2013/14, 2014/15, 2015/16 гг.) на территории заповедников: приземная температура воздуха, °С (1); температура почвы на глубинах 10, 20 и 40 см, °С (2,3,4); толщина снега, см (3); площадь покрытия снегом, баллы (4).

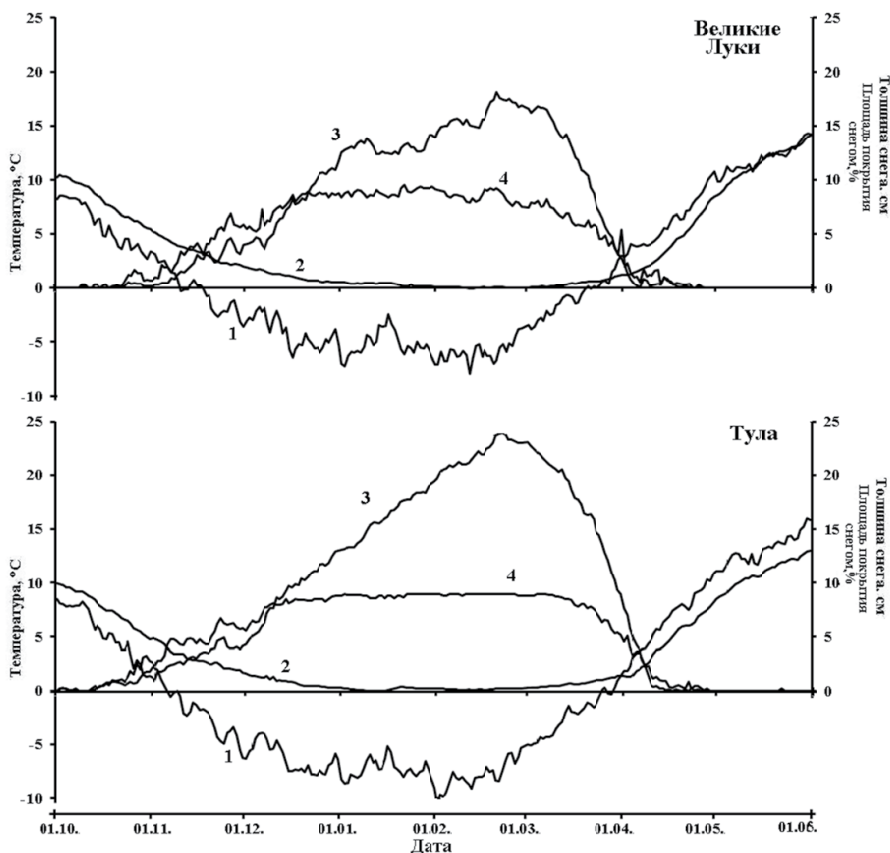


Рисунок 2. Сезонный ход метеорологических характеристик по данным метеорологических станций (суточные значения за октябрь-май, осредненные для 1983/84 – 2011/12 гг.); приземная температура воздуха, °С (1); температура почвы на глубине 20 см, °С (2); толщина снега, см (3); площадь покрытия снегом, баллы (4).

Ход температуры почвы по регистраторам заповедников (суточные данные за октябрь-май, осредненные для 2013/14, 2014/15 и 2015/16 гг.) соответствует ходу температуры метеорологических станций Тула и Великие Луки (суточные данные за октябрь-май, осредненные для 1983/14–2010/11 гг.) при их удаленности от заповедников к югу и северу соответственно в 600 и 150 км.

Для исследуемого осенне-зимне-весеннего периода выделены типичные фазы сопряженных по времени изменений температуры почвы, приземной температуры воздуха и толщиной снега:

- Осенний (бесснежный) период: понижение температуры почвы, соответственно ходу приземной температуры воздуха – но с меньшей амплитудой и вариабельностью значений; в диапазоне приземной температуры воздуха 5–0°С, за счет охлаждения поверхности почвенный горизонт на глубине 10 см становится наиболее холодным, горизонт на глубине

40 см — наиболее теплым.

- Зимний (снежный) период: стабилизация температуры почвы в диапазоне -1.0 – $+1.0^{\circ}\text{C}$ вне зависимости от колебаний толщины устойчивого снежного покрова и приземной температуры воздуха; продолжение стабильного хода температуры почвы во время разрушения устойчивого снежного покрова и его полного схода при уже положительных температурах воздуха — за счет инерционности термического режима почвы.
- Весенний (бесснежный) период: в диапазоне приземной температуры воздуха 0 — 5°C за счет прогревания поверхности почвенный горизонт на глубине 40 см становится наиболее холодным, горизонт на глубине 10 см — наиболее теплым; медленное повышение температуры почвы, соответствующее ходу приземной температуры воздуха — но с меньшей амплитудой и вариабельностью значений.

Обозначенные фазы выделяются на участках со всеми типами растительности при различающихся снегозапасах и приземной температуре воздуха — значения температуры почвы при этом меняется незначительно; отсутствуют также принципиальные различия хода температуры почвы Заповедника и метеостанций Великие Луки и Тула (рис. 1, 2).

Особо следует отметить постоянство температуры почвы на глубине до 40 см в период устойчивого снежного покрова и, следовательно, весьма малую ее зависимость как от сезонных (данные заповедников), так и от многолетних (данные метеорологических станций Великие Луки и Тула) изменений толщины снежного покрова и колебаний приземной температуры воздуха — в связи с теплоизолирующим свойствами снежной толщи и значительной после осенних дождей влажности почвы как факторов инерционности в сезонных колебаниях температуры почвы. Полученный результат соответствует выводу А.В. Павлова (2008) о том, что термические свойства сезонно-мерзлых почвогрунтов холодного периода формируются в начале зимы. Можно предположить также, что при малых колебаниях температуры почвы в период со снежным покровом, многолетнее повышение средних за октябрь–май температур почвы (метеостанции Тула и Великие Луки — $0.04^{\circ}\text{C}/\text{год}$) связаны с многолетними изменениями приземной температуры воздуха бесснежных октября–ноября и апреля–мая — что выводу Б.Г. Шерстюкова (2008) об отсутствии в центре Восточно-Европейской равнины значимой корреляции многолетних изменений толщины снега и температуры почвы. Исходя из характера используемых данных, полученный результат справедлив, прежде всего, для зим с близкими к средней снежности и приземной температурой воздуха в пределах рассматриваемого региона.

Выявленные локальные особенности взаимосвязи сезонного хода температуры почвы, толщины снега и приземной температуры воздуха позволило перейти к уже региональным оценкам с использованием данных наблюдений метеорологических станций Восточно-Европейской равнины (рис. 3). Здесь, в целом, проявляются закономерности локального уровня — типичные фазы хода характеристик, диапазоны температуры по-

чвы в течение холодного периода. Предварительный анализ результатов показывает наличие признаков зональности, поскольку «коридоры» хода температуры почвы изменяются с севера на юг в первые доли градуса, значимые многолетние тренды температуры холодного периода отсутствуют, появление устойчивого снежного покрова в десятки раз снижает вариативности температуры почвы.

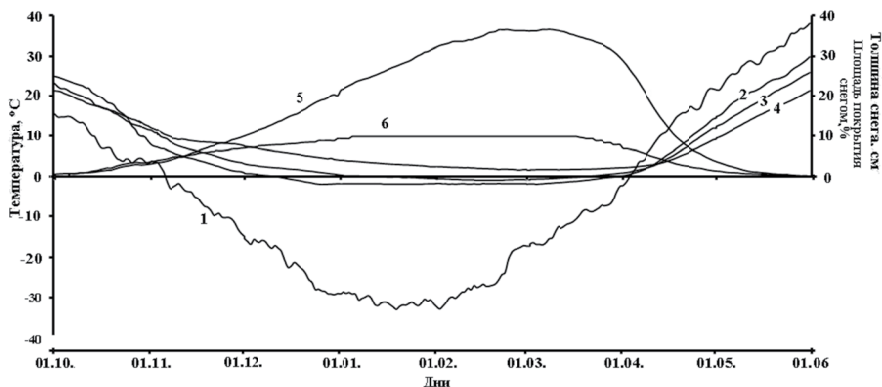


Рисунок 3. Сезонный ход осредненных для Восточно-Европейской равнины за 1989–2015 гг. приземной температуры воздуха, °C (1); температуры почвы на глубинах 20, 40 и 80 см, °C (2, 3, 4); высоты снега, см (5); степени покрытия территории снежным покровом, баллы (6).

Выводы

При переходе от результатов экспериментальных наблюдений локальной изменчивости температуры почвы, осадков и приземной температуры воздуха в Приокско-Террасном и Центрально-Лесном заповедниках к региональным обобщениям для Восточно-Европейской равнины получены следующие результаты:

- подтверждены локальная однородность полей приземной температуры воздуха и влияние древесной растительности на распределение снегозапасов;
- выделены типичные фазы в сопряженном ходе температуры почвы, приземной температуры воздуха и толщины снега;
- температура почвы на глубине 10–40 см в период с устойчивым снежным покровом повсеместно стабилизируется в диапазоне +1.0 — -1.0°C, что говорит о малой в этот период ее зависимости от, ландшафтных условий, изменений толщины снега и колебаний приземной температуры воздуха.

Благодарности

Работа выполнена при поддержке Программы ФНИ РАН № 0148-2014-0015 (проведение экспериментальных исследований) и Российского Фонда Фундаментальных Исследований, проекты № 16-05-00753 и № 18-05-00440 (обработка и анализ результатов экспериментальных работ).

Литература

Китаев Л.М., Аблеева В.А., Асаинова Ж.С. Влияние лесной растительности на тенденции локальной изменчивости снегозапасов // Труды Приокско-Тerrasного заповедника. – Тула: Из-во Аквариус. Вып. 6. 2015. – С. 66–78.

Китаев Л.М., Аблеева В.А., Асаинова Ж.А., Желтухин А.С., Коробов Е.Д. Сезонная динамика температуры воздуха, снегозапасов и промерзания почвы в центральной части Восточно-Европейской равнины // Лед и Снег. Т.57. №4, 2017. – С. 518–526.

Мишон В.М. Снежные ресурсы и местный сток: закономерности формирования и методы расчета. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 1988. – 190 с.

Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Выпуск 3, часть 1. – Л.: Гидрометеоиздат, 1985. – 299 с.

Павлов А.В. Мониторинг криолитозоны. – Новосибирск: Изд-во «Гео», 2008. – 230 с.

Шерстюков А.Б. Корреляция температуры почвогрунтов с температурой воздуха и высотой снежного покрова на территории России // Криосфера Земли. № 1, 2008. – С. 79–87.

EXAMPLES OF USING THE RESULTS OF EXPERIMENTAL WORKS IN THE TERRITORY OF RESERVES FOR REGIONAL CLIMATE FEATURES RECONCILIATION

Kitaev L.M.¹, Ableeva V.A.², Korobov E.D.³, Zheltukhin A.S.³

¹ Institute of geography RAS, Moscow, lkitaev@mail.ru

² Central Administration of Hydrometeorology and Environmental Monitoring, Moscow, sfm0@yandex.ru

³ Central-Forest State Reserve, Zapovedniy, Tver region, azheltukhin@mail.ru

The results of experimental works within the Prioksko-Terrasniy (Moscow Region, Serpukhov District) and Central-Forest reserves (Tver Oblast, Nelidovo District) are presented, which made it possible to clarify the regional features of the interaction of the climate features and the underlying surface of the East European Plain. The nature of the associated variability of the meteorological regime, snow reserves, soil temperature of recent decades is being studied.

Key words: snow reserves, air temperature, soil temperature, variability, typification.

КЛИМАТ КАК АБИОТИЧЕСКИЙ ФАКТОР: ПОНЯТИЯ И ТЕРМИНЫ, АГРОКЛИМАТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ, СОВРЕМЕННЫЕ КЛИМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ, ЭКОЛОГО-КЛИМАТИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ В ЦЕНТРАЛЬНО-ЛЕСНОМ ЗАПОВЕДНИКЕ

Курбатова Ю.А.

Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, г. Москва, kurbatova.j@gmail.com

Представлены общие понятия и термины, которые используются для оценки влияния климатических факторов на рост и развитие растений, кратко обсуждаются концепция лимитирующих факторов и основные агроклиматические показатели, приведена информация о современных климатических изменениях и о сети станций эколого-климатического мониторинга на территории Центрально-Лесного заповедника.

Ключевые слова: климат, микроклимат, лимитирующие факторы, агроклиматические показатели, современные климатические изменения, эколого-климатический мониторинг.

Климат, микроклимат, погода

В атмосфере происходят многообразные физические процессы, непрерывно меняющие ее состояние. Физическое состояние атмосферы у земной поверхности и в нижних 30-40 км в данный момент называется погодой. Погода характеризуется конкретными метеорологическими параметрами (температура, давление, влажность воздуха, ветер, облачность, атмосферные осадки и др.) и атмосферными явлениями (гроза, туман, пыльная буря, метель и др.). В любом месте Земли в разные годы погода меняется по-разному. Однако, несмотря на межгодовую изменчивость метеорологических величин, каждую местность можно охарактеризовать вполне определенным климатом. Глобальным климатом называется статистическая совокупность состояний, проходимых системой атмосфера — океан — суша — криосфера — биосфера за периоды времени в несколько десятилетий. Под локальным климатом принято понимать совокупность атмосферных условий за многолетний период, свойственных тому или иному месту в зависимости от его географической обстановки. В таком понимании климат является одной из физико-географических характеристик местности. Следует различать понятия «локального климата» и «микроклимата». Под микроклиматом подразумевают местные особенности в режимных метеорологических величинах, обусловленные неоднородностью строения подстилающей поверхности и существенно меняющиеся уже на небольших расстояниях, но наблюдающиеся в пределах одного типа климата. Микроклиматические различия зависят от мелкомасштабных различий в строении и свойствах

подстилающей поверхности (Хромов, Петросянц, 2001). Как правило, анализ изменчивости климата предполагает сравнение текущих данных с климатическими стандартными нормами, которые представляют средние значения метеорологических величин, которые рассчитывают за следующие последовательные тридцатилетние периоды: с 1 января 1981 г. по 31 декабря 2010 г., с 1 января 1991 г. по 31 декабря 2020 г. и т. д.

Растения и климатические факторы

Развитие представлений о влиянии климата на рост и развитие растений складывалось в ходе многолетних многочисленных исследований, выполненных физиологами, биологами, метеорологами и другими специалистами, в результате которых были получены знания об отношении растений к различным климатическим факторам. В экологических исследованиях многие закономерности принято базировать на законах: (1) равнозначности факторов жизни и неравноценности факторов среды; (2) минимума Либиха; (3) толерантности Шелфорда. К факторам жизни растений согласно исследованиям К.А. Тимирязева, Д.Н. Прянишникова, Н.И. Вавилова, И.В. Якушина и др. следует отнести тепло, свет, влагу, воздух и питательные вещества. Равнозначность факторов жизни означает, что ни один из них не может быть заменен другим. В то же время многочисленные факторы среды, характеризующие климат, оказывают на растения неравноценное воздействие. Так называемые второстепенные факторы среды не оказывают существенного влияния на жизнь растений. Они оказывают корректирующие влияние на основные факторы, ослабляя или усиливая их.

Существование и развитие организмов определяется наличием экологического максимума и минимума, диапазон между этими двумя величинами принято называть пределами толерантности. Объединение идеи минимума и пределов толерантности привело к формированию концепции лимитирующих факторов (Одум, 1975).

Согласно закону минимума Либиха, при стационарном состоянии лимитирующим будет то вещество (фактор), доступные количества которого наиболее близки к необходимому минимуму. Лимитирующим фактором может быть не только недостаток, но и избытком таких факторов, как свет, тепло и вода.

Агроклиматические показатели, их использование в анализе влияния климата на жизнедеятельность растений

Потребность растений в климатических условиях среды местообитания за период вегетации или за ограниченные отрезки времени принято выражать количественно через агроклиматические показатели. Под ними понимают количественные оценки связи роста, развития, состояния и продуктивности растений с факторами климата. В агрометеорологической научной литературе принято разделять показатели на агрометеорологические и агроклиматические. Для текущих оценок используются агрометеороло-

гические показатели, отражающие влияние погоды определенного промежутка времени. При изучении агроклиматических ресурсов применяют агроклиматические показатели, которые получают в результате осреднения многолетних данных.

Впервые термин «климатические показатели культур» был введен Г.Т. Селяниновым. Он же предложил ряд показателей, которые и сейчас широко используются. К ним относятся: (1) сумма активных температур. Этот показатель применяется для определения потребности в тепле большинства растений, а также для оценки термических ресурсов территории. Он определяется как сумма среднесуточных температур воздуха за период времени, в течение которого среднесуточная температура была выше 5, 10 или 15°C. (2) гидротермический коэффициент (ГТК), который основывается на отношении суммы атмосферных осадков за определенный период к сумме активных температур за тот же период. ГТК используется как показатель атмосферного увлажнения. (3) средний из абсолютных годовых минимумов температуры воздуха и почвы, использующийся как характеристика условий перезимовки растений. Также широко используются следующие показатели: (1) продолжительность вегетационного периода и его подпериодов; (2) суммы температур и средние температуры за вегетационный период и его отрезки; (3) критические (низкие и высокие) температуры, повреждающие растения; (4) оптимальные пределы температур, необходимые для нормального роста и развития растений; (5) показатели, учитывающие фотопериодизм растений; (6) суммы осадков, запасы продуктивной влаги и другие показатели увлажнения почвы; (7) показатели устойчивости растений к засухе; (8) показатели зимостойкости, холодостойкости и морозоустойчивости; (9) показатели интенсивности освещения в пологе растительности; (10) показатели, связывающие биологическую продукцию с климатическими факторами. Кроме этих данных необходимо учитывать жизненный ритм развития растений, характеризующийся такими показателями, как порядок чередования фенологических фаз, время наступления цветения и плодоношения, особенности зимнего покоя и др. (Синицына и др., 1973).

Современные климатические изменения

В последние годы вопросы влияния климата на биогеофизические и биогеохимические процессы в естественных экосистемах находятся в центре внимания научного экологического сообщества. В 1992 г. была выработана Рамочная конвенция ООН об изменении климата (РКИК ООН), закрепившая основные положения климатической политики: современное потепление негативно сказывается на существовании общества и природы; основной причиной потепления является рост концентрации парниковых газов атмосферы; этот рост определяется увеличением эмиссий антропогенного происхождения, в первую очередь от сжигания ископаемого топлива; задача сохранения глобального климата требует сокращения антропогенных

эмиссий парниковых газов (Рамочная..., 1992). Наиболее последовательно и всесторонне концепция антропогенного потепления рассматривается в оценочных и специальных докладах Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК).

В основе наблюдений за климатической системой лежат прямые измерения и дистанционное зондирование, осуществляемое со спутников и других платформ. Наблюдения за температурой и другими переменными в глобальном масштабе начались в середине XIX века с наступлением эры инструментальных методов, а с 1950 г. стали доступны более всеобъемлющие и разнообразные ряды наблюдений. Палеоклиматические реконструкции удлиняют некоторые ряды на периоды от сотен до миллионов лет назад. В своей совокупности они дают всестороннее представление об изменчивости и долгосрочных изменениях в атмосфере, океане, криосфере и на поверхности суши. Атмосферные концентрации таких парниковых газов, как двуокись углерода, метан, оксид азота увеличились с 1750 г. в результате деятельности человека. В 2011 г. концентрации этих парниковых газов составляли 391 ppm, 1803 ppb и 324 ppb и превышали доиндустриальные уровни приблизительно на 40, 150 и 20 % соответственно. Глобально усредненные совокупные данные о температуре поверхности суши и океана, рассчитанные на основе линейного тренда, свидетельствуют о потеплении на 0,85 [0,65–1,06]°C за период 1880–2012 гг., за который имеются многочисленные, независимо полученные массивы данных. Общее увеличение среднего показателя за период 2003–2012 гг. по сравнению с 1850–1900 гг. составляет 0,78 [0,72–0,85] °C, как следует из одного, самого длинного ряда данных (МГЭИК, 2013).

Следует отметить, что степень проявления климатических изменений носит региональный характер, и анализ, предполагающий получение репрезентативных оценок современных трендов и периодических изменений метеорологических параметров, базируется на данных локальных метеорологических станций.

Экологический мониторинг в экосистемах Центрально-Лесного заповедника

С 1998 г. на территории Центрально-Лесного государственного природного биосферного заповедника в южно-таежных экосистемах коллективом Лаборатории биогеоценологии им. В.Н.Сукачева (ИПЭЭ РАН) проводятся уникальные многолетние эколого-климатические исследования. Наблюдения были начаты в рамках международного проекта EURO-SIBERIAN CARBONFLUX и продолжаются в рамках НИР ИПЭЭ РАН, а также при поддержке российских научных фондов и программ Президиума РАН.

Результатом работы эколого-климатических станций является непрерывный мониторинг параметров окружающей среды, которые можно разделить на следующие основные группы:

1. Биосферно-атмосферный обмен потоками тепла, влаги и углекислого газа. Основными регистрируемыми и производными параметрами яв-

ляются: нетто-экосистемный обмен CO₂ (баланс CO₂) между пологом растительного покрова и атмосферой; суммарное испарение, затраты тепла на турбулентный теплообмен (потоки явного тепла), затраты тепла на испарение (потоки скрытого тепла).

- II. Метеорологические параметры и их основные производные: температура и влажность воздуха, дефицит упругости водяного пара, радиационный баланс, приходящая суммарная радиация, поток фотосинтетически активной радиации, потоки радиации в коротковолновой и длинноволновой областях спектра, скорость и направления ветра, атмосферное давление.
- III. Измерения в пологе древостоя, как правило, включают: вертикальный профиль температуры, влажности и концентрации CO₂. На их основе рассчитываются запасы тепла, влаги и CO₂ в пологе.
- IV. Почвенные исследования. Основные инструментальные наблюдения в почве включают измерения профилей температуры и влажности, а также прямые измерения потока тепла в почву.

В настоящее время комплексные круглогодичные исследования биогеохимических циклов и метеорологических величин проводятся в трех экосистемах Заповедника: на верховом болотном массиве и в ельниках сфагново-черничном и неморальном. Наблюдения за потоками CO₂ на экосистемном уровне осреднения в последние годы дополнены режимными периодическими наблюдениями за эмиссией и балансом CO₂ между поверхностью почвы (торфа) и атмосферой на основе метода статических камер. В 2016 г. были начаты исследования на сплошной вырубке. Таким образом, на территории Заповедника была сформирована локальная сеть эколого-климатических измерений, позволяющая в текущем режиме получать оценки параметров базовых биогеохимических функций в зависимости от метеорологических величин.

Многолетние экспериментальные наблюдения позволили получить кумулятивные оценки (для разных периодов — от 0.5 часа — до года) потоков CO₂ и воды, а также температурно-влажностных режимов почвы и атмосферы, потоков солнечной радиации, потоков длинноволновой радиации, атмосферного давления, направления и скорости ветра и др. метеорологических характеристик для типичных южно-таежных экосистем Европейской части РФ (Kurbatova et al., 2008, 2013 и др.).

Благодарности

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ и РГО в рамках научного проекта № 17-05-41127 РГО_а», программ Президиума РАН № 41 «Биоразнообразии природных систем и биологические ресурсы России» и №51 «Изменение климата: причины, риски, последствия, проблемы адаптации и регулирования».

Литература

Замолотчиков Д.Г., Кобяков К.Н., Кокорин А.О., Алейников А.А., Шматков Н.М. Лес и климат. – М.: Всемирный фонд дикой природы (WWF), 2015. – 40 с.

МГЭИК, 2013 г.: Резюме для политиков. Содержится в публикации Изменение климата, 2013 г.: Физическая научная основа. Вклад Рабочей группы I в Пятый доклад об оценке Межправительственной группы экспертов по изменению климата. [Стоккер, Т.Ф., Д. Цинь, Дж.-К. Платтнер, М. Тигнор, С. К. Аллен, Дж. Бошунг, А. Науэлс, Ю. Ся, В. Бекс и П. М. Мидглей (редакторы)]. Кембридж Университи Пресс, Кембридж, Соединенное Королевство, и Нью-Йорк, США.

Одум Ю. Основы экологии. – М.: Изд-во «Мир», 1975. – 741 с.

Рамочная Конвенция Организации Объединённых Наций об изменении климата. Официальный русский перевод. ООН, 1992.

Синицына Н.И., Гольцберг И.А., Струнников Э.А. Агроклиматология. – Л.: Гидрометеоиздат, 1975. – 344 с.

Хромов С.П., Петросяню М.А. Метеорология и климатология. Учебник.-5-е изд., перераб. и доп. М.: Изд-во МГУ, 2001. – 528 с.

Kurbatova J., Li C., Varlagin A., Xiao X., Vygodskaya N. Modeling carbon dynamics in two adjacent spruce forests with different soil conditions in Russia // Biogeosciences, №5, 2008. – P. 969–980.

Kurbatova J., Tatarinov, F., Molchanov A., Varlagin A., Avilov V., Kozlov D., Ivanov D., Valentini R. Partitioning of ecosystem respiration in a paludified shallow-peat spruce forest in the southern taiga of European Russia // Environ. Res. Lett. 8: 045028 (9pp), 2013.

CLIMATE AS AN ABIOTIC FACTOR: CONCEPTS AND TERMS, AGROCLIMATIC INDICATORS, MODERN CLIMATE CHANGES, ECOLOGICAL-CLIMATIC MONITORING IN THE CENTRAL FOREST RESERVE

Kurbatova Yu.A.

A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution RAS, kurbatova.j@gmail.com

The general concepts and terms that are used to assess the role of climatic factors in the growth and development of plants are briefly discussed. The concept of limiting factors and the main agroclimatic indicators are briefly discussed; information is provided on current climate changes and the network of stations for environmental and climate monitoring in the Central Forest Reserve.

Key words: climate, microclimate, limiting factors, agroclimatic indicators, modern climatic changes, ecological and climatic monitoring.

ФЕНОЛОГИЯ ТРАВЯНИСТЫХ И НЕКОТОРЫХ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ-ИНТРОДУЦЕНТОВ В БОТАНИЧЕСКОМ САДУ МГУ В 2017 Г.

Лаврова Т.В.

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва,
lavrovamgu@mail.ru

Приведены данные фенологических наблюдений за 42 видами растений из коллекций Ботанического сада МГУ за 2017 год. Отмечено 7 фенофаз для древесных и 8 фенофаз для травянистых растений. Анализ полученных данных показал значительное отставание в сроках цветения многих видов по сравнению со средними значениями, что явилось следствием недостатка тепла в мае–июле.

Ключевые слова: Ботанический сад МГУ, фенологические наблюдения, древесно-кустарниковые и травянистые растения-интродуценты, Метеорологическая обсерватория МГУ, отклонения в сроках наступления фенофаз.

Фенологические наблюдения в Ботаническом саду МГУ традиционно проводились сотрудниками дендрария за коллекциями отдела, начиная с 1960 г. (Захарова, 1960). Изучение сезонных ритмов развития растений других основных экспозиций Ботанического сада — альпинария, декоративного отдела, участков полезных растений и систематики растений, плодового сада — начало проводиться с 2009 и отмечалось с перерывами в 2012, 2014, 2015 и 2016 годах для подготовки книги «Времена года в Ботаническом саду МГУ» (Лаврова, 2016), создания календаря природы Ботанического сада, планирования экскурсионной деятельности. В непосредственной близости от Ботанического сада расположена Метеорологическая обсерватория Географического факультета МГУ, ее сотрудниками регулярно фиксируются многочисленные метеорологические параметры. Сопоставление метеорологических и фенологических показателей, полученных со смежных территорий, представляет большой интерес, как для ботаников, так и для метеорологов, поскольку позволяет определить зависимость развития растений от тех или иных климатических факторов и их значений, полученные многолетние данные дают дополнительный материал для заключений о состоянии и изменения климата (Лаврова, 2017).

Наблюдения проводились за травянистыми растениями-интродуцентами из разных регионов, высаженными в альпинарии и на других участках Сада. Это растения Крыма, Кавказа, Средней Азии, Сибири и Дальнего Востока, гор Европы, а также растения Северной Америки и Юго-Восточной Азии — двух новых участков альпинария, коллекции которых украшают виды магнолий, кольквиция прелестная, тюльпанное дерево и ликвидамбар смолоносный, растущие в природе в более мягком климате. Из древесных растений для наблюдений были выбраны (помимо перечисленных выше)

красиво цветущие деревья и кустарники, как флоры средней полосы России, так и других областей — миндаль низкий, вишни курильская и войлочная, раннецветущие волчегородник обыкновенный и кизил мужской, фотергилла горная и др. Крупные коллекции декоративных растений также были под наблюдением: коллекции сортов сирени обыкновенной и сирени Престон, травянистых и древовидных пионов, ирисов, роз, флоксов неизменно привлекают внимание посетителей, знание их сезонных циклов развития важно для составления графика экскурсий.

Таблица 1. Фенологические фазы древесных растений в Ботаническом саду МГУ в 2017 г.

№	Вид	Распускание почек	Распускание листьев из почек	Начало цветения	Пик цветения	Конец цветения	Зрелые плоды	Осеннее окрашивание листьев (или увядание)
1	<i>Amygdalus nana</i> L.	27.03	4.05	7.05	12.05	16.05	27.07	
2	<i>Cerasus kurilensis</i> (Miyabe ex Takeda) Masam. & S. Suzuki	5.04	4.05	4.05	8.05	12.05	нет	
3	<i>Cerasus tomentosa</i> (Thunb.) Masam. & S. Suzuki	5.04	2.05	4.05	12.05	16.05	27.07	13.09
4	<i>Cornus mas</i> L.	5.04	4.05	20.04	26.04	6.05	27.09–2.10	2.10
5	<i>Daphne mezereum</i> L.	27.03 цв. 5.04 л.	17.04	11.04	17.04	26.04	9.07	13.09
6	<i>Fothergilla monticola</i> Ashe	2.05	2.05	17.05	23.05	1.06	2.10	11.09
7	<i>Kolkwitzia amabilis</i> Gr.				4.07	14.07	11.09	2.10
8	<i>Ligustrina amurensis</i> Rupr.		2.05	28.06	2.07	8.07	2.10	25.09
9	<i>Ligustrum vulgare</i> L.	20.04	2.05	4.07	7.07	15.07	11.09	
10	<i>Liquidambar styraciflua</i> L.	19.05	23.05	не цвет				13.09
11	<i>Liriodendron tulipifera</i> L.	20.04	10.05	не цвет				2.10
12	<i>Louiseania triloba</i> 'Plena'	26.04	4.05	19.05	23.05	1.06	нет	
13	<i>Magnolia × loebneri</i> Kache	5.04	4.05–12.05	4.05	8.05	12.05	нет	
14	<i>Malus nedzwetzki</i>		12.05	12.05		1.06	24.08	13.09
15	<i>Rhododendron japonicum</i> (A. Gray) Suringar	5.04	12.05	23.05	6.06	15.06	25.09 пл. не раскр.	
16	<i>Rosa hort.</i>	28.04–2.05		1.07	18.07–19.08	19.08–29.08	нет	
17	<i>Sambucus racemosa</i> L.	27.03	30.03–5.04	19.05	25.05	1.06	27.07	11.09
18	<i>Syringa × prestoniae</i>		2.05	8.06	15.06–19.06	28.06	25.09	25.09
19	<i>Syringa vulgaris</i> L. hort.	30.03	17.04	26.05	30.05	8.06	25.09	
20	<i>Viburnum wrightii</i> Miq.	27.03–5.04	26.04	7.06	16.06	19.06	11.09	

Таблица 2. Фенологические фазы травянистых растений в Ботаническом саду МГУ в 2017 г.

№	Вид	Начало вегетации	Распускание листьев	Начало цветения	Пик цветения	Конец цветения	Незрелые плоды	Зрелые плоды	Увядание листьев
1	<i>Acanthus mollis</i> L.	2.05	30.05	31.07	6.08	19.08	29.08	11.09	
2	<i>Aconitum lasiostomum</i> Spreng.	2.05	4.05	4.07	14.07	20.07	31.07	19.08	11.09
3	<i>Arabis alpine</i> L.	розетки зимуют	27.03	2.05	19.05	30.05		27.07	нет
4	<i>Aruncus dioicus</i> (Walter) Fernald	26.04	12.05	22.06	28.06	4.07	27.07		13.09
5	<i>Calceola hastata</i> L.		2.05	6.07	14.07	18.07	27.07	19.08	11.09
6	<i>Digitalis grandiflora</i> Mill.	5.04	16.06	4.07	15.07	28.07	19.08	19.08	29.08
7	<i>Helleborus caucasicus</i> A. Br.	30.03	5.04	30.03	17.04	26.04	2.05 16.06	14.07	
8	<i>Iris hybrida hort.</i> TB	5.04	17.04	19.06	28.06	4.07	срезаны		25.09
9	<i>Leucojum vernum</i> L.			27.03	30.03 5.04	17.04	26.04	19.05	
10	<i>Lilium kesselringianum</i> Miscz.			15.06	17.06	28.06	27.07	нет	13.09
11	<i>Paeonia hybrida hort.</i>	30.03	2.05	9.06-ранние 15.06	28.06	4.07	18.07 27.07	срезаны	25.09
12	<i>Paeonia suffruticosa</i> Andrews	30.03	5.04 17.04	5.06	14.06	19.06	18.07 27.07	25.09	25.09
13	<i>Paeonia wittmanniana</i> Hartwiss. ex Lindl.	13.03	30.03 17.04	23.05	25- 26.05	30.05	7.06 18.07	29.08 пл. не раскр.	11.09 пл. раскр
14	<i>Papaver orientale</i> L.	30.03- 5.04	17.04	7.06	15.06	17.06	4.07		
15	<i>Petasites amplus</i> Kitam.	27.03	5.04 17.04	5.04	17.04	26.04	30.05	30.05 1.06	11.09
16	<i>Phlox paniculata hort.</i>	28.04	2.05	30.05	18.07- 19.08	29.08			25.09
17	<i>Phlox subulata</i> L.	зимует с листьями	2.05	19.05	5.06	16.06	14.07	27.07	2.10
18	<i>Polygonatum latifolium</i> Desf.	5.04	26.04	30.05	7.06	14.06	17.06 14.07	29.08	29.08 17.10
19	<i>Saxifraga caespitosa</i> Scop.	розетки зимуют	5.04	23.05	7.06	16.06		27.07	
20	<i>Scilla sibirica</i> Andrews	10.03	13.03	13.03	27.03- 5.04	17.04- 26.04	2.05 23.05	30.05	30.05
21	<i>Scopolia carnioica</i> Jacq.	5.04	17.04	26.04		19.05	16.06 28.06	27.07	27.07
22	<i>Valeriana tiliifolia</i> Troitsky		12.05	7.06	14.06 16.06	28.06	14.07 27.07	29.08	

Для фиксирования фенофаз использовалась методика, принятая для Ботанических садов СССР (1979), (Аксенова, 1979). Основное внимание уделялось фазам цветения растений — они наиболее важны для экспозиций Ботанического сада, поэтому, хотя отмечались все основные фенофазы растений, имеются некоторые пропуски. Пион древовидный рассматривается среди других видов рода в группе травянистых растений.

Листопад проходил со 2.10 до 24.10. У сирени, яблонь листья опадали после заморозков, неокрашенные.

Анализ сравнения сроков наступления фенофазы «пик цветения» со средними данными показывает, что раннецветущие виды сцилла сибирская, белоцветник весенний, магнолия Лебнера, скополия карниолийская, а также миндаль низкий цвели в обычные сроки (апрель-май). Практически не отличались по срокам цветения виды, которые цветут в июне (камнеломка скальная, мак восточный, лилия Кессельринга) и июле (аконит шерстистоустый, наперстянка крупноцветковая), хотя акант мягкий зацвел только в августе, с опозданием на 16 дней. Однако виды и сорта, цветущие, как правило, в конце мая — первой декаде июня зацвели значительно позднее обычного — рододендрон японский, сирень амурская, коллекции сортов сирени обыкновенной и сирени Престон, высоких бородатых ирисов, травянистых и древовидных пионов, пион Виттмана, валериана липолистная. На 11–15 дней позже обычных дат цвели флокс шиловидный, резуха альпийская, луизеяна трехлопастная. Семена у некоторых растений не вызрели, например, не было зрелых семян у лилии Кессельринга, магнолии Лебнера, очень долго (почти до конца сентября) не раскрывались многолистовки пионов, до поздней осени не раскрылись коробочки рододендронов. Значительное отставание многих видов по срокам цветения от средних значений вполне согласуется с недополучением растениями тепла за май, июнь и первую половину июля (по данным Метеорологической обсерватории МГУ).

Литература

Аксенова Н.А. Методические рекомендации для организации фенологической работы в школах. — М.: Московский филиал Географического общества СССР, 1979. — 52 с.

Захарова Н.А. Фенологический обзор за октябрь 1959 — апрель 1960 г. // Ежемесячный бюллетень Метеорологической обсерватории МГУ, апрель, 1960. — С.1,4.

Лаврова Т.В. Времена года в Ботаническом саду Московского университета. — М.: Изд-во «Перо», 2016. — 92 с.

Лаврова Т.В. Фенологические наблюдения в Ботаническом саду МГУ // Эколого-климатические характеристики атмосферы в 2016 г. по данным метеорологической обсерватории МГУ имени М.В. Ломоносова. — М.: Изд-во Макс Пресс, 2017. — С. 205–210.

Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР. // Бюлл. ГБС АН СССР. Выпуск 113, — С. 3–11.

Таблица 3. Сравнение сроков «пики» цветения 2017 г. со средними значениями (2009–2016 гг.) у видов-индикаторов.

Вид	Пик цветения 2017 г.	Средние значения (2009–2016 гг.)	Норма или отклонение
Древесные растения			
<i>Amygdalus nana</i>	12.05	8.05–12.05	Норма
<i>Fothergilla monticola</i>	23.05	10.05	Опоздание
<i>Ligustrina amurensis</i>	2.07	18.06	Опоздание
<i>Louiseania triloba</i> 'Plena'	23.05	12.05	Опоздание
<i>Magnolia</i> × <i>loebneri</i>	8.05	27.04–8.05	Норма
<i>Rhododendron japonicum</i>	6.06	25.05	Опоздание
<i>Syringa</i> × <i>prestoniae</i>	17.06	30.05–7.06	Опоздание
<i>Syringa vulgaris</i> hort.	30.05	17.05–28.05	Опоздание
Травянистые растения			
<i>Acanthus mollis</i>	6.08	21.07	Опоздание
<i>Aconitum lasiostomum</i>	14.07	14.07–17.07	Норма
<i>Arabis alpine</i>	19.05	6.05	Опоздание
<i>Digitalis grandiflora</i>	15.07	10.07–14.07	Норма
<i>Iris hybrida</i> hort. TB	28.06	3.06–15.06	Опоздание
<i>Leucojum vernum</i>	2.04	25.03–11.04	Норма
<i>Lilium kesselringianum</i>	17.06	11.06–15.06	Норма
<i>Paeonia hybrida</i> hort.	28.06	4.06–15.06	Опоздание
<i>Paeonia suffruticosa</i>	14.06	22.05–28.05	Опоздание
<i>Paeonia wittmanniana</i>	25.05–26.05	12.05–13.05	Опоздание
<i>Papaver orientale</i>	15.06	11.06–15.06	Норма
<i>Phlox subulata</i>	5.06	19.05	Опоздание
<i>Saxifraga caespitosa</i>	7.06	4.06–11.06	Норма
<i>Scilla sibirica</i>	27.03–5.04	24.03–11.04	Норма
<i>Scopolia carniolica</i>	13.05	26.04–12.05	Норма
<i>Valeriana tiliifolia</i>	14.06–16.06	27.05–11.06	Опоздание

THE PHENOLOGY OF HERBACEOUS AND SOME ARBORACEOUS PLANTS INTRODUCED IN THE BOTANICAL GARDEN OF M.V. LOMONOSOV MOSCOW STATE UNIVERSITY IN 2017

Lavrova T.V.

M.V. Lomonosov Moscow State University, Moscow, lavrovamgu@mail.ru

Data of phenological observation for 42 species from the collections of the botanical garden of MSU for 2017 are presented. 7 phenophases for arboraceous plants and 8 – for herbaceous ones were noted. Comparative analysis of obtained materials showed a significant lag in the flowering time of many species in 2017 that was the result of a lack of heat in May–July.

Key words: the botanical garden of M.V. Lomonosov Moscow State University, phenological observation, arboraceous and herbaceous introduced plants, meteorological observatory of MSU, deviations in the timing of phenophases.

СОТРУДНИЧЕСТВО ЗАПОВЕДНИКА «ПАСВИК» И ПОЛЯРНО-АЛЬПИЙСКОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА-ИНСТИТУТА

Макарова О.А.¹, Поликарпова Н.В.¹, Гонтарь О.Б.², Кротова О.В.¹

¹ Государственный заповедник «Пасвик», пос. Раякоски, Печенгского р-на, Мурманской области, ppasvik@rambler.ru, pasvik.zapovednik@yandex.ru

² Полярно-альпийский ботанический сад-институт им. Н.А. Аврорина Кольского научного центра Российской академии наук (ПАБСИ КНЦ РАН), г. Кировск, Мурманской области, gontar_ob@mail.ru

Рассматривается история взаимоотношений между заповедником «Пасвик» и Полярно-альпийским ботаническим садом-институтом КНЦ РАН с начала 1990-х гг. по настоящее время от изучения флоры сосудистых растений до создания питомника редких видов и ведения фенологических наблюдений.

Ключевые слова: заповедник «Пасвик», ботанический сад, фенология, питомник, редкие виды, лечебный сад, инвентаризация, флора.

Государственный заповедник «Пасвик», третий в Мурманской области, создан в 1992 г. на границе России с Норвегией на правом берегу реки Паз. Одноименный природный резерват на норвежской стороне образован в 1993 г. В основе идеи создания общего заповедника на пограничной реке Паз была охрана и изучение птиц. При проектировании резервата на первое место вышли и другие вопросы, в первую очередь сохранение и изучение сосновых лесов на северной границе тайги. Если о фауне заповедника было известно достаточно много благодаря норвежским исследователям, работавшим здесь в XX в., то информацией о флоре этой территории заповедник не располагал.

На рубеже XIX-XX вв. было проведено первое лесоустройство Пазрецкой лесной дачи и дана первая характеристика лесного покрова (Лугинин, 1900), позже изучением лесов занимался финский исследователь Kujala (1929). Флору сосудистых растений, мохообразных и лишайников со второй половины XIX в. и вплоть до Великой Отечественной войны здесь исследовали преимущественно финские ботаники (Vainio, 1921, 1922, 1927, 1934; Räsänen, 1943; Alm et al., 1997; Alava, 2004; Uotila, 2013), однако многие из этих материалов по долине Паз в то время, когда создавался заповедник, еще не были проанализированы российскими ботаниками.

Поэтому обследованию видового разнообразия объектов растительного мира заповедник уделил первоочередное внимание и немедленно обратился к руководству Полярно-альпийского ботанического сада-института им. Н.А. Аврорина КНЦ РАН (ПАБСИ) с просьбой направить специалиста, в первую очередь для изучения флоры сосудистых растений. На следующий год в июле 1993 г. в «Пасвик» в командировку приехала научный сотруд-

ник ПАБСИ В.А. Костина — специалист по местной флоре. Она совместно с ботаником заповедника М.С. Сметанниковой проводила инвентаризацию сосудистых растений заповедника «Пасвик» и прилегающей территории. Работы были продолжены в 1994–1995 гг., а к концу 1995 г. был уже опубликован первый список, который включал 286 аборигенных и адвентивных видов, зарегистрированных только в заповеднике, и 44 вида, отмеченных в ближайших окрестностях (Костина, 1995). В том числе были выявлены 22 редких вида, из них 4, подлежащих полной охране.

Несмотря на появление первого списка сосудистых растений, изучение флоры продолжалось, так же как и сбор гербария. Он собирался паритетно, т.е. одна часть поступала в гербарий заповедника, второй экземпляры в гербарий ПАБСИ, что оказалось важным и помогло отчасти сохранению первого гербария, так как при пожаре в пос. Янискоски в 2000 г. весь гербарий заповедника сгорел. Аннотированный список сосудистых растений «Пасвика» был опубликован в серии «Флора и фауна заповедников», включал 362 вида, зафиксированных только на территории заповедника, и 63 вида — на сопредельных территориях (Костина, 2003). После выхода в свет этой публикации можно было бы прекратить на время обследование флоры, если бы не утрата гербария. Именно с целью восстановления гербария сосудистых растений заповедник пригласил в 2003 г. молодого научного сотрудника ПАБСИ Н.Р. Кириллову (Каневу). За три года были собраны основные виды, смонтирован научный и учебный гербарий, создана база данных видов, выпущено несколько публикаций (Канева, 2004; Канева, Аспхольм, 2006). Позже изучение флоры сосудистых и пополнение гербария с 2007 г. уже продолжил ведущий научный сотрудник Института леса Карельского научного центра РАН А.В. Кравченко (Петрозаводск), который и занимается этим по настоящее время (Кравченко, 2009, 2011, 2017).

На фоне процесса изучения флоры сосудистых растений на территории заповедника в разное время работали сотрудники ПАБСИ И.В. Блинова, А.А. Похилько, Т.А. Дудорева, Т.В. Филимонова (Летописи природы..., 1992–2014), не только собирающие материал по планам научно-исследовательской работы ПАБСИ, но и принимавшие участие в закладке пробных площадей, определении видов грибов, сборе гербария сосудистых растений, мохообразных и лишайников для заповедника, образцы которых позже были определены научными сотрудниками ПАБСИ — А.В. Домбровской и Т.А. Дудоровой (Дудорева, 2003). Материалы по мохообразным, собранные другими исследователями непосредственно в «Пасвике», определили и опубликовали А.Ю. Лихачев и О.А. Белкина (2011), Е.А. Боровичев (Боровичев, 2013; Borovichev, 2016).

С 1994 г. сотрудничество «Пасвика» с ПАБСИ, так же как и с другими заповедниками Мурманской области и норвежским экологическим центром «Сванховд», продолжилось по проекту «Сезонная жизнь природы Кольского Севера». Разработаны фенологические анкеты, выбраны постоянные фенологические маршруты на территории организаций — участников проекта, на-

блюдения за период с 1994 по 2000 гг. собраны и опубликованы (Сезонная..., 1996; Макарова и др., 2001).

С середины 2000-х гг. по инициативе сотрудников «Пасвика» у административного здания заповедника в пос. Раякоски проводятся посадки интродуцированных растений, акклиматизированных к условиям Крайнего Севера, или местные виды, культивированные в питомниках ПАБСИ (примулы, бадан, пион Марьин корень и др.). В 2016 г. заповедник стал участником проекта ПАБСИ по сохранению редких видов растений в культуре — в экспозициях заповедника появились новые «обитатели» — несколько экземпляров редкого растения беквичии ледниковой, привезенных из ботанического сада. Примечательно, что все это происходит не на заповедной территории, а за ее пределами, в верхней части долины р. Паз.

В 2017 г. заповедник «Пасвик» реализовывал собственный проект под названием «Лучший пейзаж», который стал победителем в конкурсе социально-значимых проектов в рамках благотворительной программы «МИР НОВЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ» компании «Норникель». На приусадебном участке возле административного здания заповедника в пос. Раякоски за несколько лет до того своими силами был заложен небольшой сад, который нуждался в оформлении и наполнении новыми видами. Партнером и участником нового проекта стал ПАБСИ, который разработал план ландшафтного дизайна, оказал научно-методическую помощь при выборе растений, помог с их высадкой в открытый грунт, дал рекомендации по уходу, применению удобрений и др. В итоге проведенного дизайна появились небольшой сквер с местом отдыха, учебно-опытный участок для занятий со школьниками с теплицей. Несмотря на завершение проекта «Лучший пейзаж» в начале 2018 г., сам участок только приобретает новую жизнь и уже служит местом притяжения жителей и гостей поселка.

Отдельным блоком упомянутого проекта является создание питомника редких видов сосудистых растений в целях научно-исследовательской работы по интродукции растений, а также введению в культуру ряда видов аборигенной флоры на крайнем северо-западе Мурманской области, фенологического мониторинга и популяризации идеи охраны «краснокайных» видов растений среди населения. Питомник заповедника в пос. Раякоски находится в 150 км на север и в 250 км на северо-запад от ПАБСИ, в несколько иных, более теплых, по сравнению с Кировском, климатических условиях из-за близости к Баренцеву морю, а потому представляет несомненный научный интерес. Координаты питомника N 69.020367, E29.005864 (WGS84).

Из занесенных в Красную книгу Мурманской области (2014) в питомнике заповедника «Пасвик» с 2017 г. произрастают 13 видов со следующими категориями статуса:

1а — (CR — Critically Endangered) — находящиеся в критическом состоянии, под непосредственной угрозой исчезновения: солнцезвезд арктический *Helianthemum arcticum* (Grosser) Janch.

2 – (VU – Vulnerable) – уязвимые, в том числе сокращающиеся в численности: беквичия ледниковая *Beckwithia glacialis* (L.) Á. Löve & D. Löve, копеечник альпийский *Hedysarum alpinum* L., мак лапландский *Paraver lapponicum* (Tolm.) Nord., пион уклоняющийся (Марьин корень) *Raeonia anomala* L.

3 – (NT – Near Threatened) – редкие, находящиеся в состоянии, близком к угрожаемому: борец северный *Aconitum septentrionale* Koelle, валериана бузинолистная *Valeriana sambucifolia* Mikan fil., вероника кустящая *Veronica fruticans* Jacq., манжетка альпийская *Alchemilla alpina* L., родиола арктическая *Rhodiola arctica* Boriss., родиола розовая *Rhodiola rosea* L., смородина черная *Ribes nigrum* L., тимьян субарктический *Thymus subarcticus* Klok. et Shost.

Сейчас, когда все растения хорошо прижились, с нового вегетационного сезона 2018 г. заповедником «Пасвик» начаты наблюдения за их фенологическим развитием по методике, применяемой в российских ботанических садах (Александрова и др., 1975), и методике, применяемой в заповеднике «Пасвик» с последними поправками (Бейдеман, 1974; *Летопись природы...*, 1993; Макарова и др., 2001; Поликарпова, Макарова, 2016). Задачей ближайшего будущего становится гармонизация методов и выработка единого подхода с тем, чтобы можно было сравнить данные, собираемые на созданном питомнике, с данными ПАБСИ.

В заключение отметим большие перспективы сотрудничества между заповедником «Пасвик» и Полярно-альпийским ботаническим садом-институтом в развитии фенологических исследований, по поддержанию питомника редких видов и его наполнению новыми видами, мониторинге редких видов флоры и оценке их состояния (как в дикой природе, так и в культуре), сохранении научных коллекций и гербария, а также в научно-просветительских проектах.

Литература

Александрова М.С., Булыгин Н.Е., Ворошилов В.Н. и др. *Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР*, 1975. – М. 28 с.

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

Боровичев Е. А. *Новые находки печеночников в Мурманской области*. 4. // *Arctoa*. 22, 2013. – С. 239–240.

Дудорева Т.А. *Материалы к аннотированному списку макролишайников заповедника «Пасвик» // Летопись природы заповедника «Пасвик»: Книга 8 (2001)*. Сб. / Сост. О.А. Макарова. – Рязань, 2003. – С. 45–62.

Канева Н.Р. *О нахождении *Scirpus sylvaticus* L. в заповеднике «Пасвик» // Проблемы особо охраняемых природных территорий Европейского Севера (к 10-летию национального парка «Югыг-Ва»): Материалы научно-практической конференции (Сыктывкар, Республика Коми, Россия, 25–29 октября 2004 г.)*. – Сыктывкар, 2004. – С. 60–61.

- Канева Н.Р., Аспхольм П.Э. Исследование водной и прибрежноводной флоры и растительности заповедника «Пасвик» // *Научные исследования в заповедниках и национальных парках Российской Федерации за 1998–2005 годы*. Вып. 3. Ч. 1. Научные исследования в заповедниках. – М.: ВНИИприроды, 2006. – С. 294–295.
- Костина В.А. Флора заповедника «Пасвик». Сосудистые растения. – Апатиты: Кольский НЦ РАН, 1995. – 52 с.
- Костина В.А. Сосудистые растения заповедника «Пасвик» (Аннотированный список видов) // *Флора и фауна заповедников*. Вып.103 / Ред. Д.Д.Соколов. – М.: Изд. Комиссии РАН по сохранению биологического разнообразия, 2003. – 44 с.
- Кравченко А.В. Дополнения и уточнения к флоре сосудистых растений заповедника «Пасвик» (Мурманская область) // *Труды КарНЦ РАН*. № 2. Зеленый пояс Фенноскандии, 2009. – С. 79–83.
- Кравченко А.В. Новые данные о распространении сосудистых растений в заповеднике «Пасвик» и на смежных территориях Мурманской области // *Труды КарНЦ РАН*. № 2. Сер. Биогеография, 2011. – С. 23–28.
- Кравченко А. В., Боровичев Е. А., Химич Ю. Р., Кутенков С. А., Костина В. А., Фадеева М. А. Значимые находки растений, лишайников и грибов на территории Мурманской области // *Труды КарНЦ РАН*. № 7, 2017. – С. 34–50.
- Красная книга Мурманской области. – Кемерово: Изд-во Азия-принт, 2014. – 578 с.
- Летописи природы заповедника «Пасвик». Книга 1–20 (1992–2014). Архив заповедника «Пасвик».
- Лихачев А.Ю. Белкина О.А. Листостебельные мхи заповедника «Пасвик» // *Летопись природы*, 2006. Кн. 13. – Апатиты, 2011. – С. 56–63.
- Лугинин А. Изследование лесов на Кольском полуострове // *Лесной журнал*. Вып. III. – СПб.: Изд-во Лесного об-ва, 1900. – С. 366–382.
- Макарова О.А., Похилько А.А., Кушель Ю.А. Сезонная жизнь природы Кольского Севера. – Мурманск, 2001. – 68 с.
- Поликарпова Н.В., Макарова О.А. Флористические исследования на границе России, Норвегии и Финляндии в конце XX–начале XXI вв. // *Международное совещание «Проблемы изучения и сохранения растительного мира Восточной Фенноскандии», посвященное 100-летию со дня рождения М. Л. Раменской (Апатиты, 15–19.06.2015 г.)*. – Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2015. – С. 77–78.
- Поликарпова Н.В., Макарова О.А. Фенологический атлас растений / Ред. А.В. Кравченко. – Рязань: НП «Голос губернии», 2016. – 236 с.
- Сезонная жизнь природы Кольского Севера. – Мурманск, 1996. – 44 с.
- Alava R., Laine U., Huhtinen S. Edvard August Vainio's travels to Finnish and Russian Karelia and to Finnish Lapland // *Publ. Herbarium Univer.Turku*. V.9., 2004. – 62 p.
- Alm T., Alsos I. G., Kostina V. A., Often A., Piirainen M. Cultural landscapes of some former Finnish farm sites in the Paaz/Pasvik/Paatsjoki area of Pechenga, Russia // *Tromsø, Naturvitenskap*. 82, 1997. – P. 1–48.
- Borovichov E., Boychuk M. Checklist of liverworts of the Pasvik State Nature Reserve (Murmansk Region, Russia) // *Folia Cryptogamica Estonia*. Vol. 53, 2016. – P. 1–8.
- Kujala V. Untersuchungen über Waldtypen in Petsamo und in angrenzenden teilen von Inari Lappland // *Comm. Ins. Quaest. Forest. Finl.* T.13. N 9. S.1–l 25, 1929.
- Räsänen V. Petsamon jäkäläkasvisto // *Ann. Bot. Soc. Zool.-Bot. Fenn.* «Vanamo». T.18. N 1, 1943. – P. 1–110.

Vainio E. A. *Lichenographia Fennica. I–IV* // *Acta Soc. Fauna Flora Fenn.* 1921. T.49. N 2. P.1–247; 1922. T.53. N 1. P.1–340; 1927. T.57. N 1. P.1–138; 1934. T.57. N 2. P.1–531.

Uotila P. *Finnish botanists on the Kola Peninsula (Russia) up to 1918* // *Memoranda Soc. Fauna Flora Fennica.* Vol. 89, 2013. – P. 75–104.

Urbanavichus G. P. *Lichens and lichenicolous fungi new for Russia and Murmansk Province from Pasvik Reserve* // *Bulletin of Moscow Society of Naturalists. Biological series.* Vol. 120. № 3, 2015. – P. 74–75.

COOPERATION BETWEEN PASVIK NATURE RESERVE AND POLAR-ALPINE BOTANICAL GARDEN-INSTITUTE

Makarova O. A.¹, Polikarpova N.V.¹, Gontar O.B.², Krotova O.V.¹

¹ Pasvik State Nature Reserve, Rayakoski, Pechenga district, Murmansk region, ppasvik@rambler.ru, pasvik.zapovednik@yandex.ru

² Polar Alpine Botanical Garden and Institute (PABGI KSC RAS), Kirovsk, Murmansk region, gontar_ob@mail.ru

The history of the relationship between Pasvik Reserve and Polar-Alpine Botanical Garden-Institute of the Kola Science Center of the Russian Academy of Sciences has been considered since the early 1990s until the present time from studying the flora of vascular plants to creating a nursery of rare species and conducting the phenological observations.

Key words: Pasvik reserve, botanical garden, phenology, nursery, rare species, medicinal garden, inventory, flora.

ФЕНОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ЗАПОВЕДНИКЕ «ПАСВИК»

Макарова О.А., Поликарпова Н.В., Воробьева Н.Г.

Государственный заповедник «Пасвик», пос. Раякоски Печенгского р-на Мурманской области, ppassvik@rambler.ru, pasvik.zapovednik@yandex.ru

В статье приводится анализ работы в заповеднике «Пасвик» по организации фенологических наблюдений (1992–2018). Даются сведения о количестве фенологических маршрутов и показателей, методике сбора данных в течение года, обработке и хранении, а также предложения по рационализации работы и использованию материалов. Ключевые слова: заповедник «Пасвик», фенология, феномаршрут, календарь природы, фенонаблюдения, виды-индикаторы, Летопись природы.

Созданный в конце XX века заповедник «Пасвик» на границе с Норвегией и Финляндией стал третьим в Мурманской области после Кандалакшского и Лапландского. Совершенно естественно, что для организации работы по теме № 1 «Летопись природы» потребовалось проанализировать разные методики, в том числе основную для заповедников — «Летопись природы в заповедниках СССР» (Филонов, Нухимовская, 1985), и работу в первых двух заповедниках региона. Знакомство с этими материалами выявило, что заповедники, находясь в одном регионе, имеют довольно разный список показателей, что не позволяет провести полноценное сравнение. Это обстоятельство и предопределило начать унификацию перечней по некоторым направлениям (Макарова и др., 2001; Поликарпова и др., 2016).

В методическом пособии К.П. Филонова и Ю.Д. Нухимовской (1985) рекомендации по ведению фенологической работы даны в основном в главе 9 «Календарь природы». Здесь приведена таблица примерной фенологической периодизации года, основанная, главным образом, на работах сотрудников заповедника «Столбы» и рассчитанная для Средней Сибири. Для включения в Календарь рекомендованы основные виды-индикаторы, а также наиболее важные фенофазы, чаще всего это «цветение». По всем главам пособия рассеяны указания о фенологических явлениях, которые желательно собирать в течение года (смена рогов у оленей, появление молодых, линька у зайца и белки и т.д.). Нередко такие феноявления не попадают в Календарь, в лучшем случае отмечаются в специальной главе Летописи, например, в видовых очерках главы «Фауна и животный мир» — в подразделах «Грызуны», «Зайцеобразные», «Копытные». Иногда фенологические особенности года «ускользают» от внимания исследователей. Т.е. Календарь природы заповедников не является полноценным отражением всех собранных за год фенологических данных.

В первых Календарях природы заповедника «Пасвик» (1992–1993; 1993–1994) приведено 49 и 104 показателей соответственно (Летопись..., 1997).

Таблица 1. Средние многолетние даты наступления фенологических фаз растений на международном фенологическом маршруте в южной части заповедника «Пасвик», Хехоеньярви (1993–2015 гг.).

Вид	Номер фенофазы, балл					
	1	2	3	4	5	6
Сосняк бруснично-черничный зеленомошный						
<i>Pinus sylvestris</i> (Сосна обыкновенная)	04.6	23.6	20.7	11.6	24.6	28.6
<i>Betula pubescens</i> (Берёза пушистая)	24.5	30.5	13.6	03.6	09.6	12.6
<i>Vaccinium vitis-idaea</i> (Брусника)	30.5	19.6	25.6	11.6	24.6	02.7
<i>Vaccinium myrtillus</i> (Черника)	25.5	06.6	20.6	07.6	09.6	16.6
<i>Empetrum hermaphroditum</i> (Водяника обоеполая)	04.6	17.6	26.6	18.5	23.5	28.5
<i>Vaccinium uliginosum</i> (Голубика)	29.5	06.6	15.6	08.6	18.6	24.6
<i>Ledum palustre</i> (Багульник болотный)	05.5	16.5	01.7	09.6	19.6	24.6
Опушка леса						
<i>Salix caprea</i> (Ива козья)	25.5	05.6	05.6	14.5	22.5	02.6
<i>Sorbus gorodkovii</i> (Рябина Городкова)	28.5	01.6	14.6	18.6	27.6	02.7
<i>Chamaenerion angustifolium</i> (Иван-чай узколистный)	26.5	03.6	16.6	02.7	15.7	23.7
<i>Achillea millefolium</i> (Тысячелистник обыкновенный)	25.5	30.5	12.6	25.6	08.7	16.7
Верховое болото кустарничково-сфагновое						
<i>Betula nana</i> (Берёза карликовая)	26.5	2.6	15.6	07.6	14.6	17.6
<i>Andromeda polifolia</i> (Подбел многолистный)	29.5	16.6	24.6	04.6	11.6	20.6
<i>Calluna vulgaris</i> (Вереск обыкновенный)	10.6	15.6	01.7	15.7	30.7	03.8
<i>Rubus chamaemorus</i> (Морошка)	28.5	07.6	15.6	06.6	07.6	14.6
Осинник влажный						
<i>Chamaepericlymenum suecicum</i> (Дёрен шведский)	04.6	10.6	18.6	18.6	24.6	30.6
<i>Linnaea borealis</i> (Линнея северная)	29.5	09.6	18.6	29.6	09.7	12.7
<i>Trientalis europaеа</i> (Седмичник европейский)	26.5	07.6	10.6	12.6	17.6	22.6
Луг разнотравный						
<i>Geranium sylvaticum</i> (Герань лесная)	27.5	31.5	07.6	14.6	23.6	29.6
<i>Trollius europaеа</i> (Купальница европейская)	21.5	30.5	07.6	09.6	15.6	22.6

	7	8	9	10a	10b	11	12	13	14	15	16
	06.7	08.7	07.7	04.8	17.7	-	17.8	24.8	24.8	25.9	x
	19.6	23.6	24.6	02.7	22.7	11.8	10.8	31.8	23.8	14.9	30.9
	06.7	14.7	18.7	18.7	22.8	13.9	16.9	x	14.9	x	x
	21.6	25.6	01.7	04.7	25.7	08.8	14.8	03.9	06.9	20.9	x
	02.6	06.6	07.6	08.7	26.7	03.8	21.8	30.8	24.8	15.9	x
	27.6	04.7	06.7	13.7	31.7	08.8	14.8	31.8	10.9	25.9	x
	30.6	08.7	14.7	07.7	06.8	31.8	02.8	26.8	18.8	18.9	x
	08.6	14.6	17.6	15.6	07.7	12.7	15.8	29.8	02.9	22.9	x
	09.7	08.7	14.6	04.8	27.8	11.9	23.9	14.9	15.9	22.9	x
	28.7	06.8	21.8	07.8	20.8	28.8	15.8	30.8	29.8	07.9	23.9
	28.7	15.8	06.9	24.8	26.8	26.9	17.8	12.9	11.9	22.9	12.10
	24.6	27.6	11.7	27.6	25.7	29.7	12.8	24.8	30.8	14.9	x
	23.6	28.6	08.7	07.7	04.7	12.8	22.8	02.9	28.8	13.9	x
	11.8	18.8	01.9	24.8	11.9	07.9	24.8	02.9	x	x	x
	19.6	25.6	02.7	06.7	24.7	31.7	03.8	19.8	19.8	02.9	16.9
	07.7	14.7	23.7	17.7	07.8	27.8	18.8	31.8	05.9	10.9	29.9
	20.7	22.7	30.7	23.7	11.8	18.8	12.8	28.8	27.8	03.9	x
	30.6	08.7	18.7	11.7	06.8	07.8	06.8	17.8	06.8	18.8	09.9
	05.7	14.7	21.7	12.7	05.8	08.8	07.8	26.8	26.8	06.9	29.9
	30.6	07.7	14.7	11.7	03.8	03.8	07.8	26.8	29.8	04.9	16.9

В Летописи впервые приведена таблица по фенологии растительных сообществ для одного феномаршрута, которая разработана для общего проекта по унификации списка видов растений и наблюдаемых фенопоказателей под названием «Летопись природы Кольского Севера» или «Сезонная жизнь» (Сезонная..., 1996; Макарова и др., 2001). По этой схеме мы работаем до сих пор.

В дальнейшем происходило усложнение фенопериодизации года. Если в первой Летописи природы заповедника «Пасвик» было только 4 основных сезона (зима, весна, лето и осень), то позже периодизация достигала 10-12 субсезонов. Количество показателей соответственно увеличивалось и достигало в некоторые годы 150. В заповеднике «Пасвик» в среднем перечень показателей для Календаря состоит из 100-120 наименований, из которых чуть более 20% — чисто метеорологические. Часть из них можно получить только на метеостанции (среднесуточные температуры, первый заморозок), а некоторые регистрируются сотрудниками заповедника (появление проталин у стволов, полный сход снега в лесу и др.). Для ведения фенологической работы желательно иметь собственную метеостанцию, расположенную поблизости от феномаршрута. Удаленность метеостанций и вообще система получения данных не совсем удобна и затрудняет обработку материалов. Биологические наблюдения, отмечаемые в Календаре природы заповедника «Пасвик», разнообразны и характеризуют заметные сезонные изменения в природе. Это прилет птиц, линька у животных (заяц-беляк в зимнем меху, белая куропатка в летнем перье), зацветание и рассеивание семян у некоторых видов растений, появление «желтых флагов» у берез. Из перечня биологических явлений примерно по 50% приходится на группы растений и животных (Поликарпова, Макарова, 2010; Макарова, Поликарпова, 2012, 2015; Поликарпова и др., 2016).

Изучая календари, мы отмечаем, что чаще всего регистрируют явления в линейном порядке по времени, не обязательно прослеживая один и тот же вид от начала вегетации до его завершения, или появления какого-либо вида птиц и отлет этого же вида. По-видимому, нужно выбрать наиболее важные фенологические показатели и проследить весь вегетационный сезон, высчитать его длину, т.е. выявить размер активного периода. Также важно для растений составить феноспектры, которые покажут, какая фенофаза занимает значительный период, на какие конкретно даты приходится цветение и др. фазы. Это позволит выявить зависимость фенофаз от метеопараметров в условиях Кольского Заполярья и даст возможность выявить различия с таковыми в других регионах России.

В 1993–1994 гг. началась совместная работа по международному проекту «Летопись природы Кольского Севера», в котором участвовали три заповедника Мурманской области, Полярно-альпийский ботанический сад-институт КНЦ РАН (ПАБСИ) и Экологический центр «Сванховд» (Норвегия). Проект был поддержан Мурманским областным комитетом экологии и природных ресурсов (Сезонная..., 1996). Совместными усилиями разрабо-

тана единая схема сбора фенологических данных и выбраны общие виды растений. Наблюдения вели сотрудники перечисленных организаций в течение всего вегетационного сезона (с мая по октябрь) на определенном маршруте за 19 видами растений по 16 фенофазам. Подбирались широко распространенные в Мурманской области и соседней Норвегии виды, относящиеся к разным феноритмотипам и достаточно известные для населения. Вся работа проводилась под руководством сотрудников ПАБСИ. Этот опыт был признан успешным и продолжен до 2000 г. включительно. Результаты опубликованы по завершении проекта: приведены метеорологические и фенологические данные за все годы наблюдений, впервые показаны фенологические спектры для характеристики фенологического развития 13 видов в условиях Кольского Заполярья, дан анализ собранного материала и рекомендации для учителей (Макарова и др., 2001).

В заповеднике «Пасвик» и в других заповедниках региона по существу эта работа продолжилась. Для сбора полевого материала с 1993 г. используется международный фенологический маршрут в южной части заповедника, который проходит через следующие биотопы: сосняк бруснично-черничный зеленомошный, опушка леса, верховое кустарничково-сфагновое болото, осинник влажный, луг разнотравный. Список наблюдаемых видов и параметров, а также ежегодные результаты опубликованы (Летописи природы..., 1997–2008; Макарова, Поликарпова, 2005, 2008; Поликарпова, Макарова, 2016). Маршрут используется в нескольких проектах по слежению за фенологией растений, в т. ч. в международных, отсюда и его изначальное название (Shutova et al., 2004; Karlsen et al., 2008, 2012).

В 2005 г. был заложен дополнительный маршрут на севере заповедника, проходящий по верховому сфагновому болоту, березняку кустарничково-хвощовому, долине ручья с березово-ивовым лесом. С конца 1990-х по начало 2000-х гг. дополнительно к основному международному феномаршруту наблюдали фенологию растений южнее заповедной территории в районе пос. Янискоски и Раякоски, однако сейчас ввиду малого числа наблюдателей работа ведется только на территории заповедника.

Все материалы включаются в ежегодную Летопись природы «Пасвика» и служат основой для анализа состояния природы на севере таежной зоны. Рассчитаны средние многолетние даты по многим феноявлениям (таблица 1). Собираемые материалы являются источником для составления календаря природы и сравнения наших данных с таковыми других заповедников Мурманской области (Поликарпова, Макарова, 2010; Макарова, Поликарпова, 2015; Поликарпова и др., 2016).

Мониторинговая сеть заповедника «Пасвик» практически сложилась. К настоящему моменту непосредственно на территории заповедника для фитофенологического мониторинга имеются 2 площади по учету урожайности сосны, 4 по учету урожайности ягодников (2 по морошке и 2 по воронике, чернике, бруснике), 2 фенологических маршрута, 1 маршрут по учету урожайности грибов (Макарова, Поликарпова, 2008, 2010а, б). Некоторые

явления регистрируются не на постоянных маршрутах, а попутно в ходе работ, в частности, зацветание некоторых видов, а также зоофенологические явления (прилет и отлет видов, линька у зверей, появление видов насекомых и др.) С октября 2016 г. установлена и работает автоматическая метеостанция, ранее заповедник использовал данные метеостанций сети Росгидромета «Никель» и «Янискоски». Для хранения и обработки данных, собираемых на феномаршрутах, и календаря природы разработана и ежегодно пополняется электронная база данных, в которой календарные даты наступления явлений переведены в непрерывные ряды — по международной системе с 01 января (учитывая високосные годы) и по методике Г.Н. Зайцева (1990).

Известно, что в российских заповедниках сбор феноданных происходит в значительной степени стихийно: каждый заповедник имеет свои подходы и методы, список наблюдаемых видов и фенофаз. Общего списка видов для слежения, единого для всех ООПТ лесной зоны России, нет также, как и единого стандарта нумерации фенофаз, в отличие от европейского подхода (Meier et al., 2009; Поликарпова, Макарова, 2016). Одна и та же фаза может обозначаться по-разному, что создает известные трудности для идентификации и сопоставления данных между заповедниками, даже в одном регионе. Рисунков и фото фаз разных растений мало, только в последние годы появилась книга Н.В. Синельниковой и М.Н. Пахомова (2015) с большим количеством фото фенофаз. Но эти сведения касаются крайнего северо-востока страны и не все виды растений встречаются на Европейской территории России. Поэтому стоит актуальный вопрос о необходимости создать общими усилиями феноатласы с названиями фаз наиболее распространенных растений (Поликарпова, Макарова, 2016) и выработать единый подход — национальную российскую систему идентификации и нумерации фенофаз и общий список видов, наблюдаемых от начала вегетации до окончания сезона. К таким видам можно отнести сосну, ель, бруснику, чернику, багульник болотный, подбел многолистный, крапиву двудомную, герань лесную и др.

Создание третьего заповедника в Мурманской области подвигло сотрудников «Пасвика» для углубления в вопросы фенологии, сбора, обработки и использования фенологических показателей и заставило самих заниматься методическими вопросами. Мы пришли к выводам, что необходимо:

Составить единый список фенофаз, в том числе разделив их по количеству генеративных и вегетативных.

Составить примерный список показателей для календаря природы с общим блоком, с учетом возможностей каждой ООПТ, единым подходом к периодизации календаря (границами сезонов и подсезонов должны быть общие явления).

Провести инвентаризацию и паспортизацию фенологических маршрутов, с координатами и накопленными данными, за сохранность которых должен отвечать руководитель ООПТ. Издать методики ведения фенонаблюдений для сотрудников научного отдела и экологического просвещения.

Внедрять новые технологии при ведении фенонаблюдений: фотоловушки, видекамеры и т.д.

Регулярно проводить консультации и проверки состояния фенологической сети в ООПТ. Ввести сертификацию/верификацию фенологических маршрутов, данные с которых снимаются и используются для масштабных анализов, в т. ч. международных проектов, в целях повышения достоверности результатов.

Обозначить пути и способы передачи фенологической информации, которая должна быть защищена. Распространение фенологических показателей должно происходить быстро, практически в день съемки. Публиковать данные с маршрута на общем всероссийском сайте и в соцсетях, привлекая внимание к наблюдениям в природе, способствуя расширению добровольной фенологической сети в России. Показать практическую пользу фенологии для населения: наладить сотрудничество с телевидением, после «Погоды» должен идти блок «Фенологических известий».

Литература

Зайцев Г.Н. *Математика в экспериментальной ботанике*. – М.: Наука, 1990. – 296 с.

Летопись природы заповедника «Пасвик». Кн. 1 (1992–1993, 1993–1994). – Мурманск, 1997. – 108 с.

Летопись природы заповедника «Пасвик». Книга 1–22 (1992–2015). Архив заповедника «Пасвик».

Макарова О.А., Поликарпова Н.В. *Опыт анализа к разработке унифицированной схемы фенологических и метеоданных заповедника «Пасвик» (материалы Летописи природы) // Материалы юбилейной научной конф., посвящ. 60-летию Дарвинского гос. приир. биосф. заповедника «Многолетняя динамика популяций животных и растений на ООПТ и сопредельных территориях по материалам стационарных и тематических наблюдений» (Череповец, 16–19 августа 2005 г.)*. – Череповец: Изд-во «Порт-Апрель», 2005. – С. 62–65.

Макарова О.А., Поликарпова Н.В. *История создания стационаров заповедника «Пасвик» и их значение для мониторинга // Значение и перспективы стационарных исследований для сохранения биоразнообразия (Значения та перспективы стационарных досліджень для збереження біорізноманиття)*. Материалы междунаучной конференции, посвященной 90-летию работы высокогорного биологического стационара «Пожижевська», Львів, Украины. 23–27.09.2008. – Львов, 2008. – С. 267–268.

Макарова О.А., Поликарпова Н.В. *Календарь природы заповедника как основа для изучения изменений в природе // Экологические проблемы северных регионов и пути их решения*. Материалы IV Всеросс. науч. конф. с междунар. участием (2–5.10.2012, Апатиты). Ч. 2. – Апатиты: Изд-во Кольского научного центра РАН, 2012. – С. 130–135.

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.

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

Поликарпова Н.В., Макарова О.А. Календарь природы заповедника «Пасвик» и перспективы фенологических наблюдений в России // Современное состояние фенологии и перспективы ее развития: Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 110-летию со дня рождения выдающегося советского фенолога В. А. Батманова, 15–16 декабря 2010 г. / ГОУ ВПО Урал. гос. пед. ун-т. – Екатеринбург, 2010а. – С. 99–111.

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, 2010б. – 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: Материалы VI Всероссийской научной конференции с международным участием (посвященная 120-летию со дня рождения Г. М. Крепса и 110-летию со дня рождения. О. И. Семенов-Тянь-Шанского). – Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2016. – С. 137–142.

Поликарпова Н.В., Макарова О.А. Фенологический атлас растений / Ред. А.В. Кравченко. – Рязань: НП «Голос губернии», 2016. – 236 с.

Сезонная жизнь природы Кольского Севера. – Мурманск, 1996. – 44 с.

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

Филонов К.П., Нухимовская Ю.Д. Летопись природы в заповедниках СССР. Методическое пособие. – М., 1985. – 143 с.

Karlsen S.R., Tolvanen A., Kubin E., Poikolainen J., Högda K.A., Johansen B., Danks F.S., Aspholm P., Wielgolaski F.E., Makarova O. 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.

Karlsen, S.R., Tolvanen A., Högda K. A., Eklundh L., Polikarpova N., Makarova O., Hansen B. U. & Johansen B. 2012. 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.

Shutova E., Makarova O., Haraldsson E., Berlina N., Filimonova T., Aspholm P. E., Karlsen S. R., Hogda 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. Bjercknes centerary, Bergen, Norway, 1–3 September 2004. P. 166–167.

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

PHENOLOGICAL INVESTIGATIONS IN PASVIK NATURE RESERVE

Makarova O. A., Polikarpova N.V., Vorobyeva N.G.

Pasvik State Nature Reserve, Rayakoski, Pechenga district, Murmansk region, ppasvik@rambler.ru, pasvik.zapovednik@yandex.ru

The analysis of the work in the Pasvik Nature Reserve (1992–2018) on the organization of phenological observations is given. Information is provided on the number of phenological routes and indicators, the methodology for data collection during the year, processing and storage, as well as suggestions for rationalizing the work and using the materials.

Key words: Pasvik nature reserve, phenology, phenological route, meteorological information, Nature Calendar, indicator species, Chronicle of Nature.

СЕЗОННЫЙ ХОД ФОТОСИНТЕЗА ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ И ЭФЕМЕРОИДОВ

Молчанов А.Г.

Институт лесоведения РАН, Московская обл., a.georgievchl@gmail.com

Представлены данные о газообмене CO₂ древесных пород (сосны обыкновенной, лиственницы европейской, дуба черешчатого и березы повислой) в течение вегетационного периода с одновременным изменением размера листы и фенофаз развития дерева. Представлены данные фенофаз развития эфемероидов, произрастающих под пологом дубового древостоя и изменения газообмена эфемероидов. Ключевые слова: сезонный ход газообмена CO₂, сосна, лиственница, береза, дуб, эфемероиды дубового леса, фенофаза развития деревьев и эфемероидов.

Исследований по изучению газообмена листьев (хвои) в онтогенезе листа довольно много. Данные этих исследований показывают, что развитие ассимилирующих органов, как у травянистых, так и у древесных растений, происходит сходными этапами изменений газообмена (Мокроносов, 1981; Цельникер и др., 1993).

Изменение сезонной интенсивности фотосинтеза обусловлено в основном двумя причинами:

1. Сезонной динамикой условий среды, поступления солнечной радиации, длительности светового периода, температуры воздуха.
2. Изменением ассимиляционного аппарата в течение вегетационного периода под влиянием возраста и ритмов сезонного развития растения.

Изменение интенсивности фотосинтеза в связи с фенологическими фазами развития для большинства хвойных деревьев на примере сосны разделяется на фазы в зависимости от возраста хвои. У хвои 2-го и 3-го года в Ярославской обл. интенсивность фотосинтеза начинается, в зависимости от температуры, 10-20 апреля. Уже в середине апреля, когда на почве еще местами оставался снежный покров, интенсивность фотосинтеза была довольно высокая, примерно 50% от максимальной интенсивности в середине вегетационного периода (рис. 1А). Максимальная интенсивность фотосинтеза в малооблачный день для хвои 2 года жизни наблюдается в середине-конце июня. С середины июля до ноября интенсивность фотосинтеза начинает постепенно снижаться. Но даже в ноябре, когда выпадает снег, в отдельные малооблачные дни при температуре -5°С фотосинтез продолжается. Однако в это время его интенсивность в среднем составляет около 1-2 мг CO₂ свежей массы в день. Поэтому можно условно принять, что в ноябре фотосинтетическая деятельность хвои 2-го года фактически прекращается.

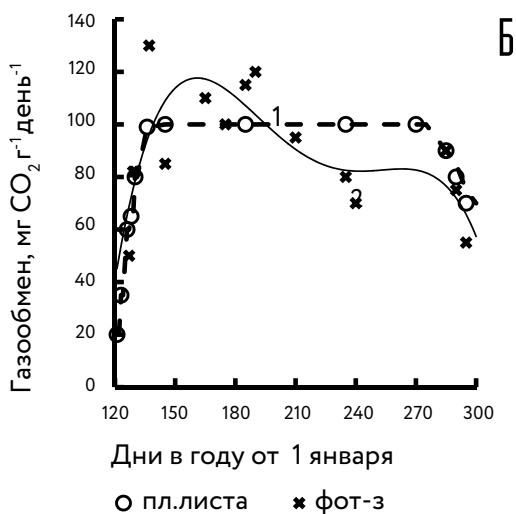
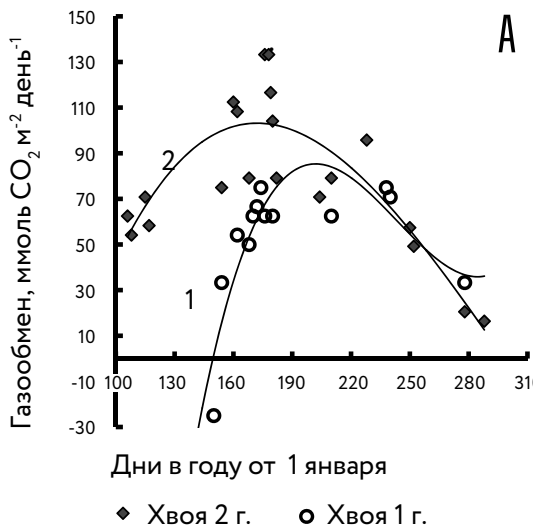


Рисунок 1. Сезонный ход фотосинтеза сосны хвои текущего (1) и хвои 2 года жизни (2) (А); и площади листьев (1) и фотосинтеза (2) березы (Б). (Молчанов, 1983).

Хвоя текущего года начинает фотосинтезировать в начале июня, когда длина ее становится больше покровной чешуи на 0.5–1.0 см. До этого, как только хвоя начала появляться, зеленый побег интенсивно дышал (3 мг $\text{CO}_2 \text{ г}^{-1} \text{ день}^{-1}$). В дальнейшем интенсивность фотосинтеза хвои текущего года сильно нарастает, и к концу месяца, когда длина хвои станет 1.5–2 см, интенсивность фотосинтеза достигнет 2/3 дневной интенсивности фотосинтеза хвои 2-го года. С середины августа интенсивность хвои текущего года и хвои 2 года сравнялись.

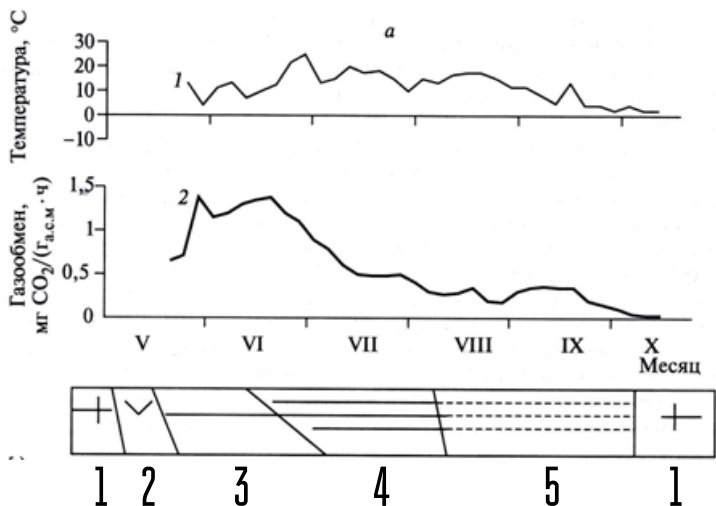


Рисунок 2. Сезонные изменения темного дыхания 2-летней хвой сосны обыкновенной за вегетацию 1977 г. в Предбайкалье. 1 – температура воздуха, 2 – среднесуточное дыхание. Фенофазы роста и развития сосны: 1 – зимний покой, 2 – набухание почек, 3 – рост побегов, 4 – рост хвой, 5 – летняя вегетация. (Забуга, Забуга, 2013).

Листва березы (рис. 1Б.) начинает фотосинтезировать с начала мая, когда листовая пластинка достигла в диаметре 1.5 см и далее продолжала увеличиваться параллельно нарастанию листовой пластинки. При достижении 80% площади интенсивность усиления фотосинтеза значительно ослабевает. С начала июля интенсивность фотосинтеза березы постепенно снижается вплоть до листопада. Фотосинтез наблюдается даже у наполовину пожелтевшей листы.

Хорошей характеристикой газообмена хвой является интенсивность темного дыхания хвой (рис. 2).

Дыхательная активность хвой сосны в Предбайкалье в сезонной динамике проявляется тогда, когда температура воздуха днем имела низкие положительные значения (Забуга, Забуга, 2013). В одни годы дыхание регистрировали в начале, в другие годы во второй половине апреля. Дыхательный газообмен CO_2 в темноте был наиболее значительным в фенофазу набухания почек. В период роста побегов скорость дыхания хвой обычно достигает максимальных значений за вегетацию. В период летней вегетации дыхание хвой снижается в 2 раза. CO_2 обмен хвой текущего года в первый период роста был отрицательным и составлял максимум 3–4 мг CO_2 г.с-1ч-1, который наблюдался спустя 2 недели от начала фенофазы роста хвой. Достигнув примерно 40% своей конечной длины, хвоя текущего года начинает работать с положительным балансом CO_2 в течение дня (Забуга, Забуга, 1991).

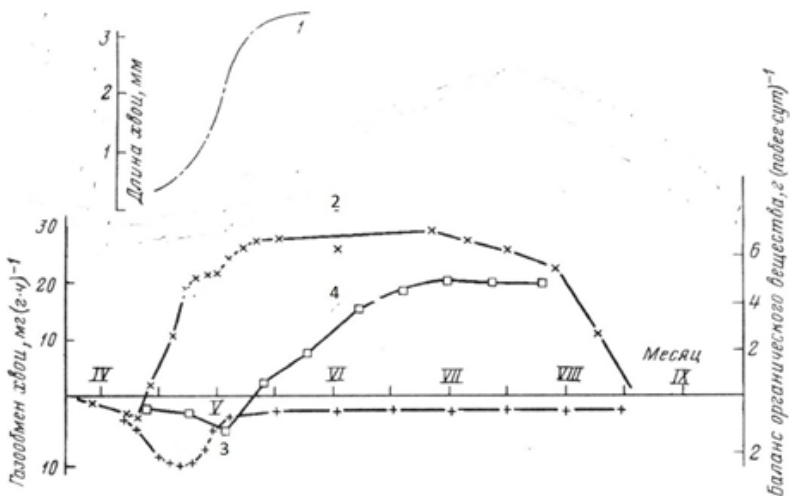


Рисунок 3. Динамика газообмена хвои лиственницы европейской и баланс органического брахибласта: 1 – сезонные изменения длины, мм; 2 – CO₂ – газообмен брахибласта на свету, мг (г ч)⁻¹; 3 – CO₂ газообмен хвои брахибласта в темноте, мг (г ч)⁻¹; 4 – баланс органического вещества, г (побег сут)⁻¹. (Малкина, 1995).

Рассмотрим динамику газообмена хвои лиственницы европейской (рис. 3). Почки брахибластов начинают набухать в первой декаде апреля. В это время интенсивность дыхания низкая и постепенно возрастает с увеличением размера почек.

Позеленение верхушки почки сопровождается усилением интенсивности дыхания, которое в темноте выше, чем на свету. В конце апреля днем газообмен становится равным нулю. Далее по мере роста хвои интенсивность фотосинтеза увеличивается и во второй половине мая, перед завершением роста хвои в длину, достигает максимальных значений. Темновое дыхание брахибластов с началом роста ауксибластов снижается и в конце мая стабилизировалось.

На основе полученных данных газообмена получен баланс органического вещества брахибласта. В конце апреля баланс CO₂ еще отрицателен, так как все ассимиляты, создаваемые хвоей, уходят на собственный прирост. Во второй декаде мая накопление брахибласта уходит на построение ауксибласта. Лишь во второй половине мая брахибласты начали создавать такое количество ассимилятов, которое им самим необходимо, а далее они переходят к экспорту ассимилятов в другие части дерева (Малкина, 1995).

Смена фаз в 1983 г. у дуба получены в Московской обл. (рис. 4) (Малкина и др., 1985). Распускание листьев наступило в середине мая, нарастание площади листьев весенней генерации закончилось к середине июня, но рост листьев в толщину продолжался и закончился к середине июля.

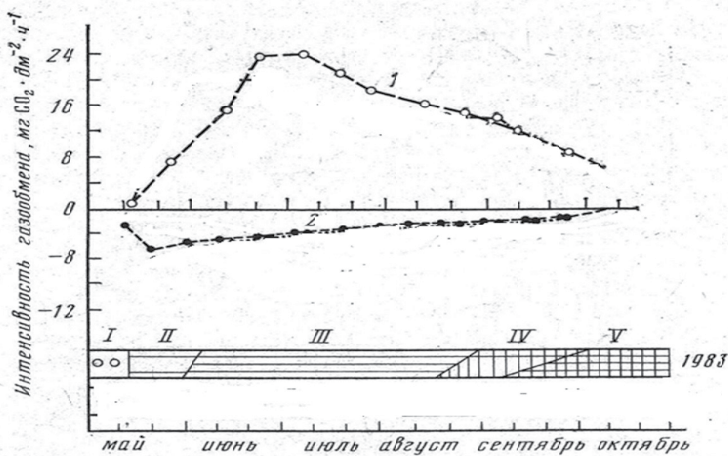


Рисунок 4. Фенология и сезонная динамика максимальной интенсивности нетто-фотосинтеза (1) и ночного дыхания листьев (2) дуба. Фазы развития дерева: I – набухание почек, II – появление бурых листочков и их рост, III – зрелые листья, IV – пожелтение, V – опадение листьев (Малкина и др., 1985).

К середине июля появились листья летней генерации, которые достигли конечных размеров к концу первой декады августа. Пожелтение листьев началось в начале сентября, а в первой декаде октября все листья опали.

В начале второй декады мая маленькие буроватые листочки только выделяли CO₂. Поглощение CO₂ впервые отмечено в середине мая. Максимальное поглощение CO₂ наблюдалось в конце мая, когда рост площади закончился. В сентябре, после появления желтых пятен на листьях, произошло дальнейшее его снижение (Малкина и др., 1985).

Если для древесных пород основным фактором является температура, то для растений, живущих под пологом древостоя, кроме температуры еще одним фактором является динамика освещенности под пологом леса — световая весенняя фаза.

Занимая в листопадных лесах особую сезонную экологическую нишу с весьма своеобразным комплексом условий (высокая интенсивность освещенности под пологом необлиственного леса, низкие весенние температуры почвы и воздуха, обилие почвенной влаги) ранневесенние эфемероиды представляют большой интерес для эколого-физиологического изучения (Горышина, Митина, 1967).

На рис. 5. представлен обобщенный ход развития дубравных эфемероидов в течение вегетационного периода. Начало надземной вегетации эфемероидов отмечается, как правило, еще до полного разрушения снежного покрова, в «Лесу на Ворскле» в Белгородской обл. обычно в конце марта — начале апреля. Первые ростки *Scilla sibirica* и *Gagea lutea* пробиваются сквозь тонкий снежный пласт. Температура почвы в это время близка к нулю. После снеготаяния развитие эфемероидов идет очень быстро.

Зацветание разных видов тесно связано со степенью прогревания почвы. Массовое цветение *Scilla sibirica* наблюдается при температуре почвы 1–2°C на глубине 10 см. Хохлатка зацветает при температуре почвы 3–4°C.

После схода снега интенсивность фотосинтеза эфемероидов круто идет вверх. Максимальные величины потенциального фотосинтеза отмечаются в период цветения.

В этот период, несмотря на низкие температуры воздуха, наблюдается очень высокая интенсивность фотосинтеза. В целом у дубравных эфемероидов в связи с быстрым прохождением отдельных фенофаз весь период надземной вегетации очень сильно сжат. В разные годы он длится от 4 до 8 недель, а период активной жизнедеятельности (от прорастания до полегания листьев и цветоносов) не более 3–4 недель.

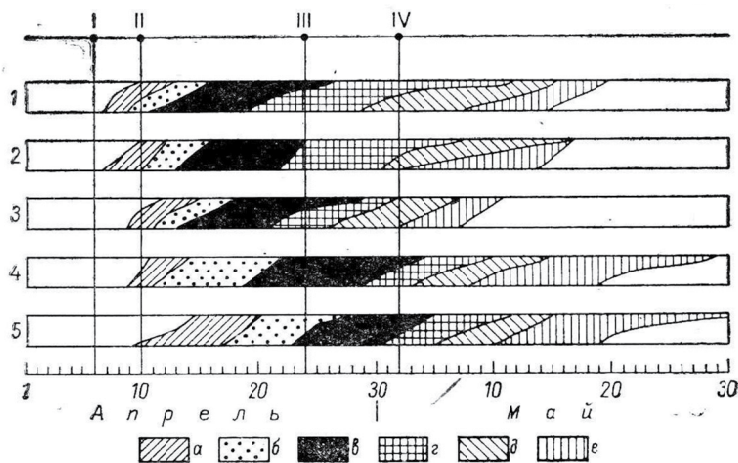


Рисунок 5. Феноспектры ранневесенних эфемероидов в «Лесу на Ворскле». I – начало разрушения снежного покрова; II – его конец; III – начало развития листьев у подраста и кустарников; IV – то же у древесного полога. Фенофазы: а – прорастание; б – бутонизация; в – цветение; г – плодоношение; д – диссеминация; е – отмирание: 1 – *Scilla sibirica*; 2 – *Gagea lutea*; 3 – *Corydalis halleri*; 4 – *Ficaria verna*; 5 – *Anemone ranunculoides* (Горышина, 1969).

Таким образом, фенология фотосинтеза древесных растений связана в основном с температурой воздуха и почвы, а солнечная радиация для древесных верхнего яруса является всегда оптимальной.

У весенних эфемероидов, растущих под пологом леса, кроме температуры еще основным фактором является солнечная радиация, которая является по времени ограниченной в связи с облиствением основного полога древесостоя. По этой причине срок вегетации эфемероидов крайне ограничен, всего около 4–6 недель. Тем не менее, эфемероиды играют довольно заметную роль в накопления биомассы травяного покрова (Горышина, Митина, 1967).

Литература

- Горышина Т.К., Митина М.Б. О некоторых особенностях фотосинтеза и дыхания ранних эфемероидов дубового леса // Световой режим, фотосинтез и продуктивность леса. – М., 1967. – С. 270–273.
- Горышина Т.К. Ранневесенние эфемероиды лесостепных дубрав – М.: Наука, 1969. – 160 с.
- Забуга В.Ф., Забуга Г.А. Фотосинтез хвои разного возраста сосны обыкновенной // Лесоведение. № 1, 1991. – С. 20-30.
- Забуга В.Ф., Забуга Г.А. Дыхание сосны обыкновенной. – Новосибирск: Наука, 2013. – 208 с.
- Малкина М.С. Обмен CO₂ молодых деревьев лиственницы // Лесоведение. № 5, 1995. – С. 59–66.
- Малкина И.С., Якишина А.М., Цельникер Ю.Л. Связь выделения CO₂ стволом с газообменом листьев дуба // Физиология растений. Т. 32. Вып.4, 1985. – С. 769–778.
- Мокроносов А.Т. Онтогенетический аспект фотосинтеза. – М.: Наука, 1981. – 196 с.
- Молчанов А.Г. Экофизиологическое изучение продуктивности древостоев. – М.: Наука, 1983. – 134 с.
- Цельникер Ю.Л., Малкина И.С., Ковалев А.Г., Чмора С.Н., Мамаев В.В., Молчанов А.Г. Рост и газообмен CO₂ у лесных деревьев. – М.: Наука, 1993. – 256 с.

SEASONAL PROGRESS OF PHOTOSYNTHESIS OF WOOD PLANTS AND EPHEMEROIDS

Molchanov A.G.

Institute of Forest Science, Russian Academy of Sciences, Moscow Region,
a.georgievchl@gmail.com

Data are presented on the gas exchange of carbon dioxide of wood species (Scotch pine, European larch, quercus oak and birch leaf) during the growing season, with a simultaneous change in the size of the foliage and the phenophase in the development of the tree. Data on the phenophase development of ephemerooids growing under the canopy of the oak stand and changing the gas exchange of ephemerooids are presented.

Key words: seasonal course of gas exchange of CO₂, pine, larch, birch, oak, ephemerooids of oak forest, the phenophase of development of trees and ephemerooids.

КАЛЕНДАРЬ ПРИРОДЫ ЗАПОВЕДНИКОВ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ

**Поликарпова Н.В.¹, Макарова О.А.¹, Берлина Н. Г.², Зануздаева Н.В.²,
Толмачева Е.Л.³, Шутова Е.В.³, Панева Т.Д.³**

¹ Государственный заповедник «Пасвик», пос. Раякоски Печенгского р-на Мурманской области, ppasvik@rambler.ru, pasvik.zapovednik@yandex.ru

² Лапландский государственный природный биосферный заповедник, г. Мончегорск, natazan@yandex.ru

³ Кандалакшский государственный заповедник, г. Кандалакша, kand_reserve@mail.ru

В статье обсуждаются подходы к составлению календарей природы на примере трех заповедников Мурманской области — Лапландского, Кандалакшского и Пасвика, приводится сводный календарь средних многолетних дат наступления общих сезонных явлений с момента создания заповедников по 2017 г.

Ключевые слова: заповедники, календарь природы, фенологический мониторинг, Мурманская область.

Известно, что понятие «Календарь природы» тесно связано с «Летописью природы» — ежегодным научным отчетом о состоянии природы заповедника. Исходя только из названия, становится очевидным, что в него входит перечень сезонных природных процессов и явлений, ежегодно наблюдаемых в границах особо охраняемых природных территорий или их окрестностях, записанных в хронологическом порядке (Поликарпова и др., 2016; Поликарпова, Макарова, 2016). Календарь обычно оформлен в виде отдельной главы «Летописи природы» и предваряет цикл глав о состоянии биотических параметров (Филонов, Нухимовская, 1985).

В Мурманской области находятся три государственных природных заповедника — Лапландский, Кандалакшский и Пасвик. Первые два — старейшие заповедники нашей страны, которые изначально в своей работе регистрировали сезонные явления и оформляли их в виде календаря природы (Филонов, Нухимовская, 1985). Все три заповедника расположены в единой растительно-географической зоне, имеют свою природную специфику и историю развития научных исследований и мониторинга. Так, Кандалакшский заповедник расположен на морских островах Белого и Баренцева морей, основное внимание в наблюдениях сфокусировано на островных экосистемах, преимущественно на птицах, в массе гнездящихся на островах (Татаринкова, Чемякин, 2004). Первый заповедник на Кольском п-ове — Лапландский — отмечает, в основном, явления, характерные для северной тайги (Берлина, Зануздаева, 2008, 2015). Заповедник «Пасвик», образованный более 25 лет назад и расположенный в зоне притундровых лесов, при планировании фенологического мониторинга основывался на календаре природы Лапландского заповедника, наиболее близкого к нему по физи-

ко-географическим условиям, однако добавил и некоторые другие явления (Поликарпова, Макарова, 2010, 2016).

Календарь природы Лапландского заповедника впервые опубликовал О.И. Семенов-Тянь-Шанский (1966). Позже Кандалакшский заповедник опубликовал первый многолетний календарь природы Айновых островов (Татаринкова, Чемякин, 2004). Ежегодный календарь природы заповедника «Пасвик» публиковался в рамках «Летописи природы» регулярно с 1997 г., а в виде отдельных статей со средними многолетними датами вышел в свет позже, поскольку необходимо было накопить ряды данных (Поликарпова, Макарова, 2010; Макарова, Поликарпова, 2012, 2015). Лапландский заповедник, спустя много лет, вернулся к идее регулярно публиковать список наблюдаемых явлений и дат их регистрации (Берлина, Зануздаева, 2008, 2015). В ближайших планах Кандалакшского заповедника стоит обработка многолетних данных календарей по архипелагам и их публикация.

Таблица 1. Средние многолетние даты наступлений сезонных природных явлений в заповедниках Мурманской области.

Феноявления	Лапландский (1930–2017)	Кандалакшский (1932–2016)			Пасвик (1993–2017)
		Канда-лакшский залив	Айновы острова ^а	Гавриловский архипелаг	
Проталины у стволов деревьев	18.04	06.04	–	–	29.03
Прилёт лебедя-кликуна	11.04	14.04	–	14.05	02.04
Прилёт пуночки	31.03	25.03	–	28.03	02.04
Переход максимальных температур выше 0°C	06.04	–	–	–	10.04
Первая встреча медведя (выход медведя из берлоги)	18.04	13.04	–	–	18.04
Появление на снегу веснянок	25.04	–	–	–	30.04
Прилёт чаек (сизой, серебристой, клуши):	05.05		19.04		23.04
- серебристая чайка	–	16.03	–	–	–
- сизая чайка	–	13.04	–	18.04	23.04
Переход среднесуточных температур выше 0°C	20.04	18.04	26.04	–	25.04
Появление воды поверх льда на озерах	28.04	–	–	–	25.04
Первая полынья на море (Кандалакшский залив Белого моря)	–	29.03	–	–	–
«Барашки» на иве козьей	26.04		–	–	30.04
Прилёт юрков	08.05	03.05	27.05	19.05	30.04
Снегом покрыто ½ поверхности земли	20.05	–	–	–	02.05
Прилёт гусей	29.04	27.04	–	29.04	01.05

>>>

Феноявления	Лапландский (1930–2017)	Кандалакшский (1932–2016)			Пасвик (1993– 2017)
		Канда- лакшский залив	Айновы острова ^о	Гаври- ловский архипелаг	
Первая встреча гоголя	30.04	28.04	09.06	30.05	03.05
Пробуждение муравейников	01.05	25.04	–	–	02.05
Появление комаров	19.05	17.05	15.06	–	06.05
Песня (прилёт) белобровка	07.05	28.04	12.05	18.05	10.05
Сокодвижение у березы пушистой	04.05	–	–	–	09.05
Первое появление бабочек (крапивницы, брюквенницы):	12.05		05.06		11.05
- бабочка-крапивница	–	22.04	–	01.06	–
- бабочка-брюквенница	–	31.05	–	09.07	–
Вскрытие больших озер (Каскамаярви, Чунозера)	31.05	-	–	–	12.05
Море очистилось ото льда (Кандалакшский залив Белого моря)	–	21.05	–	–	–
Последний снежный покров в лесу (исчезновение снежных пятен)	30.05	–	28.05	–	16.05
Прилёт белой трясогузки	03.05	28.04	07.05	08.05	15.05
Начало урчания травяной лягушки	24.05	–	–	–	26.05
Зацветание мать-и-мачехи	24.05	–	–	–	17.05
Начало цветения пушицы влагалищной	22.05	–	–	–	21.05
Начало цветения вороники	22.05	09.05	18.05	14.05	20.05
Переход минимальных температур выше 0°С	06.05	–	–	–	19.05
Появление (первая встреча) шмелей	21.05	15.05	29.05	–	18.05
Зацветание ольхи серой	13.05	–	–	–	24.05
Начало цветения ив (козьей, сизой)	24.05	–	28.05	20.05	21.05
Очищение озер ото льда (Каскамаярви, Чунозера и др.)	05.06	–	23.05	–	23.05
Прилёт ласточек (пролет деревенской ласточки)	–	24.05	25.05	01.06	24.05
Последнее выпадение снега	27.05	–	–	–	23.05
Зеленение (начало разворачивания листьев) у берез (пушистой, извилистой)	02.06	–	28.05	–	27.05
Прилёт варакушки	22.05	16.05	25.05	25.05	28.05
Первое кукование кукушки	26.05	23.05	-	07.06	30.05
Последний заморозок / иней на почве	08.06	–	04.05	–	30.05
Начало цветения берёзы пушистой	07.06	–	–	–	04.06
Начало цветения морошки	11.06	08.06	11.06	06.06	06.06
Появление мошки	15.06	15.06	–	–	08.06
Начало цветения подбела многолистного	17.06	13.06	–	15.06	10.06

таблица 1 (продолжение)

>>>

Феноявления	Лапландский (1930–2017)	Кандалакшский (1932–2016)			Пасвик (1993– 2017)
		Канда- лакшский залив	Айновы острова ²	Гаври- ловский архипелаг	
Начало цветения черники	11.06	06.06	–	19.06	10.06
Начало цветения одуванчика (лекарственного, лапландского)	–	15.06	22.06	14.06	09.06
Первая гроза	05.06	05.06	–	–	12.06
Первая встреча ящерицы живородящей	27.05	–	–	–	14.06
Начало цветения черёмухи птичьей	21.06	–	–	–	11.06
Переход среднесуточных температур выше 10°C	13.06	10.06	–	–	13.06
Массовый вылет комаров	19.06	–	30.06	–	15.06
Зацветание купальницы европейской	20.06	–	16.06	23.06	14.06
Первые сморчки	22.06	–	–	07.06	17.06
Начало цветения багульника болотного	21.06	16.06	–	–	17.06
Зацветание герани лесной	25.06	21.06	23.06	03.07	22.06
Зацветание дёрена шведского	25.06	15.06	–	22.06	22.06
Начало цветения брусники	27.06	14.06	18.06	24.06	24.06
Начало цветения («пыления») сосны обыкновенной	27.06	21.06	–	–	24.06
Первый выводок гоголя	24.06	–	–	–	23.06
Начало цветения вахты трёхлистной	25.06	17.06	29.06	10.07	23.06
Появление слепней	26.06	–	–	–	27.06
Начало цветения рябины (Городкова, обыкновенной)	30.06	–	21.07	18.07	27.06
Начало рассеивания семян ивы козьей	04.07	–	–	–	29.06
Первый берёзовик	08.07	03.07	–	13.07	02.07
Начало цветения линнеи северной	04.07	02.07	–	21.07	04.07
Начало цветения тысячелистника обыкновенного	08.07	02.07	–	–	05.07
Первый осиновик	11.07	09.07	–	18.07	06.07
Начало цветения иван-чая узколистного	14.07	12.07	31.08	24.07	10.07
Начало цветения золотарника лапландского	13.07	13.07	21.07	04.07	11.07
Начало поспевания ягод морошки	26.07	20.07	31.07	28.07	18.07
Появление первых сыроежек	25.07	–	–	23.07	19.07
Начало поспевания ягод вороники (водяники обыкновенной, черной)	25.07	17.07	26.07	28.07	22.07
Появление белых грибов	22.07	05.08	–	05.08	23.07
Начало поспевания семян берёзы пушистой	03.08	–	–	–	20.07
Начало поспевания ягод черники	30.07	25.07	–	02.08	26.07

таблица 1 (продолжение)

>>>

Феноявления	Лапландский (1930–2017)	Кандалакшский (1932–2016)			Пасвик (1993– 2017)
		Канда- лакшский залив	Айновы острова ^o	Гаври- ловский архипелаг	
Начало цветения вереска	30.07	26.07	–	–	28.07
Появление волнушек розовых	01.08	03.08	–	08.08	02.08
Появление моховиков жёлто- бурых	01.08	21.07	–	–	29.07
Первые «жёлтые флаги» на березах	09.08	–	–	–	05.08
Появление красных мухоморов	14.08	10.08	–	26.08	09.08
Появление груздей белых	16.08	08.08	–	–	08.08
Начало рассеивания семян иван-чая узколистного	20.08	–	–	–	17.08
Начало поспевания ягод брусники	28.08	18.08	31.08	06.09	22.08
Начало листопада у берёз	09.09	–	–	–	25.08
Начало созревания рябины (Городкова, обыкновенной)	05.09	–	–	–	27.08
Первый осенний заморозок (в воздухе)	02.09	07.09	–	–	30.08
Переход среднесуточных температур ниже 10°C	02.09	30.08	–	–	02.09
Массовое (полное) пожелтение берёз	15.09	–	–	–	30.08
Первый иней (заморозок) на почве	–	07.09	05.09	–	11.09
Переход среднесуточных температур ниже 0°C	26.10	25.10	–	–	18.10
Установление устойчивого снежного покрова	26.10	31.10	–	–	26.10
Первый ледостав на реках (Паз, Верхняя Чуна)	13.10	–	–	–	01.11
Последняя встреча лебедя	19.10	–	–	26.09	06.11
Переход максимальных температур ниже 0°C	26.10	–	–	–	02.11
Переход среднесуточных температур ниже -5°C	12.11	–	–	–	10.11
Замерзание озер (Каскамаярви, Чунозера)	08.11	–	–	–	17.11
Море покрылось льдом (Кандалакшский залив Белого моря)	–	10.12	–	–	–

таблица 1 (продолжение)

Примечание: – нет данных, либо не наблюдается явление;

^o – по: Татаринкова, Чемякин, 2004.

История сотрудничества трех заповедников Мурманской области по фенологии и, в частности, по составлению общего списка наблюдаемых параметров, отражена в ряде статей (Сезонная жизнь..., 1996; Макарова и др., 2001, 2010; Shutova et al., 2004; Поликарпова и др., 2016). Последний раз календарь природы заповедников Мурманской области публиковался два года назад и включал период с момента создания каждого заповедника по 2014 г. (Поликарпова и др., 2016).

В настоящей статье приводится обновленный перечень сезонных природных явлений, общих для трех заповедников Кольского Заполярья. Материалы выбраны из многолетних календарей природы по состоянию на 2016–2017 гг. (таблица 1). Перечень рассматриваемых в данной работе явлений ограничен сотней наименований, из них 62 феноявления наблюдаются во всех трех заповедниках, не исключено, что это далеко не все. Данные Кандалакшского заповедника представлены по трем участкам, значительно удаленным друг от друга: Кандалакшскому заливу Белого моря (Лувенгский архипелаг, Олений архипелаг, Северный архипелаг) и двум Баренцевоморским участкам — Айновым островам и Гавриловскому архипелагу.

Настоящий обзор подготовлен с использованием уже опубликованных материалов (Татаринкова, Чемякин, 2004; Панева, 2006; Берлина, Зануздаева, 2008, 2015; Поликарпова и др., 2016) и дополнен архивными сведениями из «Летописей природы» заповедников.

Стоит отметить важность периодической публикации такого рода наблюдений, собираемых с конкретной территории, кроме того, эти сведения играют значительную эколого-просветительскую роль. Чтобы данные календарей природы заповедников любого региона России имели еще и научно-практическую задачу, насуточно необходимо их своевременное и регулярное обновление, включающее как данные текущего года, так и анализ многолетних показателей. Возможна публикация календарей природы ООПТ в ежегодных докладах субъектов РФ о состоянии и об охране окружающей среды. Это официальный документ, со свойственной ему структурой, однако при должном сотрудничестве с региональным министерством или комитетом природных ресурсов и экологии он может быть дополнен и расширен. Наш опыт в Мурманской области показывает готовность региональной исполнительной власти использовать материалы от федеральных ООПТ, каковыми служат заповедники, для информирования местного населения. Поэтому в планах заповедников Мурманской области публикация календаря природы на региональном уровне для широкой аудитории. Со временем, такая публикация вполне может стать традиционной и перерасти в региональный календарь природы, который будут дополнять своими сведениями подключившиеся к процессу фенологического мониторинга добровольные наблюдатели, а не только заповедники. Важно продумать процесс сбора данных и их обработки. Естественно, что мы еще в начале пути по анализу данных, но важен сам факт многолетнего сотрудничества и поиска точек соприкосновения.

Литература

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.

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.

Летопись природы заповедника «Пасвик» (1992–2017 гг.). Отчет. Архив заповедника «Пасвик».

Летопись природы Кандалакиского заповедника (1951–2016 гг.). Отчет. Архив Кандалакиского заповедника.

Летопись природы Лапландского заповедника (2000–2017 гг.). Отчет. Архив Лапландского заповедника.

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.

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.

Макарова О.А., Поликарпова Н.В., Кротова О.В. Международный школьный проект «Фенология Северного Калотта» // Современное состояние фенологии и перспективы ее развития. Материалы Всеросс. науч.-практ. конф., посвящ. 110-летию со дня рождения выдающегося советского фенолога В. А. Батманова (Екатеринбург, 15–16 декабря 2010 г.). – Екатеринбург, 2010. – С. 64–72.

Макарова О.А., Похилько А.А., Кушель Ю.А. Сезонная жизнь природы Кольского Севера. – Мурманск. – 68 с.

Панева Т.Д. Фенология и продуктивность грибов в приморской тундре Восточного Мурмана // VIII–IX Международные семинары «Рациональное использование прибрежной зоны северных морей». Социально-экологические и экономические исследования в прибрежной зоне северных морей. Роль заповедников в обеспечении устойчивого развития прибрежной зоны северных морей. Изучение биотопов прибрежных экосистем (Кандалакиа, 17 июля 2004 г.). – Кандалакиа, 2006. – С. 150–155.

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: материалы VI Всероссийской научной конференции с международным участием, посвященная 120-летию со дня рождения Г.М. Крпса и 110-летию со дня рождения О.И. Семенова-Тян-Шанского (10–14 октября 2016 г., г. Апатиты). – Апатиты: Изд-во Кольского научного центра РАН, 2016. – С. 137–142.

Поликарпова Н.В., Макарова О.А. Календарь природы заповедника «Пасвик» и перспективы фенологических наблюдений в России // Современное состояние фенологии и перспективы ее развития. Материалы Всеросс. науч.-практ. конф., посвящ. 110-летию со дня рождения выдающегося советского фенолога В. А. Батманова (Екатеринбург, 15–16 декабря 2010 г.). – Екатеринбург, 2010. – С. 99–111.

Поликарпова Н.В., Макарова О.А. Фенологический атлас растений / Ред. А.В. Кравченко. – Рязань: НП «Голос губернии», 2016. – 236 с.

Сезонная жизнь природы Кольского Севера. – Мурманск, 1996. – 44 с.

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

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., Кандалякша). Материалы докладов. – С.-Пб.: Изд. РГГМУ, 2004. – С. 112–129.

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

Shutova E., O. Makarova, E. Haraldsson, N. Berlina, T. Filimonova, P. E. Aspholm, S.-R. Karlsen, K. A. Hogda, F. E. Wielgolaski. 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. Proceeding of conference. Bjerknæs centerary. Bergen, Norway. P. 166–167.

CALENDAR OF NATURE OF MURMANSK REGION RESERVES

Polikarpova N.V.¹, Makarova O.A.¹, Berlina N.G.², Zanzudayeva N.V.², Tolmacheva E.L.³, Shutova E.V.³, Paneva T.D.³

¹ Pasvik State Nature Reserve, Rayakoski, Pechenga district, Murmansk region, ppasvik@rambler.ru, pasvik.zapovednik@yandex.ru

² Lapland State Nature Biosphere Reserve, Monchegorsk, natazan@yandex.ru

³ Kandalaksha State Nature Reserve, Kandalaksha, kand_reserve@mail.ru

The approaches to compiling calendars of nature by the example of three reserves in the Murmansk region – Lapland, Kandalaksha and Pasvik, are discussed in the article, and a summary calendar of average long-term dates of occurrence of general seasonal phenomena from the moment of creation of reserves to 2017 is given.

Key words: reserves, nature calendar, phenological monitoring, Murmansk region.

РИТМОЛОГИЧЕСКАЯ ПОЛИВАРИАНТНОСТЬ ЦВЕТЕНИЯ И ПЛОДОНОШЕНИЯ *VACCINIUM MYRTILLUS* L. В НАЦИОНАЛЬНОМ ПАРКЕ «МАРИЙ ЧОДРА»

Полянская Т.А.

Национальный парк «Марий Чодра», п. Красногорский, zamnayki@mail.ru

В работе проанализированы результаты фенологических наблюдений за цветением и плодоношением черники в трех фитоценозах национального парка «Марий Чодра»; выявлена значительная дифференциация фенофаз, зависящая как от эколого-фитоценологических условий, так и от онтогенетического состояния наблюдаемых растений.

Ключевые слова: *Vaccinium myrtillus* L., ритмологическая поливариантность, ритмы цветения и плодоношения, национальный парк «Марий Чодра».

В рамках эколого-демографического подхода сравнительно недавно сформировалась концепция поливариантности развития особей, объединяющая различные проявления дифференциации растений в популяциях. Одним из первых обратил внимание на это явление Д.А. Сабинин (1963). Позже в результате популяционных исследований были обнаружены различные модификации онтогенетических состояний у многолетних луговых растений и предложена классификация поливариантности (Жукова, 1995). В современной трактовке поливариантность онтогенеза можно представить 6 надтипами и 8 типами (Жукова, 2010). Ритмологическая поливариантность проявляется в сдвигах фенологических состояний у особей одной ценопопуляции (ЦП) или в разных локальных популяциях (Жукова, 1995; Полянская, 2014).

Vaccinium myrtillus L. (Черника) — листопадный, симподиально нарастающий, вегетативно-подвижный явнополицентрический кустарничек с хорошо развитыми длинными одревесневающими корневищами — ксилоризомами и с отходящими от них немного-численными корнями, хамефит семейства Ericaceae Juss.

При изучении ритмологической поливариантности онтогенеза мы использовали методы, разработанные И.Г. Серебряковым (1947, 1954, 1964); И.В. Борисовой (1972); Н.В. Бейдемман (1974), Т.И. Серебряковой (1976). В течение вегетационного периода регистрировали фенофазы развития вегетативных и генеративных органов. В весенний период наблюдения проводили через один-два дня, летом — с интервалом шесть-семь дней. Для более подробного анализа в каждом фитоценозе было отмечено по десять парциальных кустов черники каждого онтогенетического состояния и выделены следующие фенофазы: Б1 — начало бутонизации Б2 — завершение бутонизации; Ц1 — начало цветения; Ц2 — полное цветение; Ц3 — окончание цветения; П1 — образование плодов; П2 — окрашивание плодов; П3 — полное

созревание плодов; повр. – поврежденные плоды. Фенологические наблюдения за цветением и плодоношением средневозрастных генеративных особей черники были проведены в трех фитоценозах национального парка «Марий Чодра»: осиннике липово-снытевом, сосняке черничном и ельнике черничном в течение 1996–1998 г.г. и продолжены в 2007–2010 г.г. В работе принята периодизация онтогенеза, предложенная Т.А. Работновым (1950) и дополненная А.А. Урановым (1975).

Таблица 1. Феноспектры цветения и плодоношения *Vaccinium myrtillus* L. (θ %).

Фенофазы	22.05.96			22.05.97			22.05.98			22.05.07		
	О	С	Е	О	С	Е	О	С	Е	О	С	Е
Б ₁	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Б ₂	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ц ₁	-	-	-	-	4,0	0,7	-	9,5	1,1	-	-	1,5
Ц ₂	-	-	3,1	-	26,4	22,7	23,1	23,1	2,3	-	61,8	5,9
Ц ₃	90,9	44,1	3,1	-	16,2	10,0	61,5	28,9	89,8	7,8	38,2	91,2
П ₁	9,1	55,6	93,8	100,0	53,4	66,6	15,4	38,5	6,8	92,3	--	1,5
	5.06.96			5.06.97			5.06.98			5.06.07		
Б ₂	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-
Ц ₁	-	-	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-
Ц ₂	-	-	9,2	-	-	46,7	-	-	1,2	-	-	-
Ц ₃	27,3	-	33,3	-	14,2	-	-	7,6	12,4	-	-	-
П ₁	27,3	55,6	24,2	4,2	65,5	-	46,1	-	50,5	72,2	20,0	88,2
П ₂	9,1	33,3	33,3	-	-	-	-	-	-	27,8	80,0	21,8
П ₃	-	11,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Повр.	36,4		33,3	95,8	19,6	51,9	53,9	46,2	35,9	-	-	-
	6.07.96			6.07.97			6.07.98			6.07.07		
П ₁	9,1	-	-	-	41,2	18,0	7,7	3,8	46,1	-	-	-
П ₂	-	-	-	-	1,4	14,7	23,1	11,6	-	-	-	-
П ₃	-	38,9	12,1	-	2,7	-	7,7	-	-	80,0	98,2	95,5
Повр.	90,9	61,1	87,9	100,0	54,7	67,3	61,5	84,6	53,9	20,0	1,8	4,5

Проведенный мониторинг показал, что 22 мая особи черники одновременно могли находиться в шести фенофазах: от начала бутонизации (Б1) до начала созревания плодов (П1) (табл. 1). За все годы наблюдений более однородными были ЦП черники в осиннике липово-снытевом, разнородными (одновременное наличие генеративных побегов в четырех-пяти фенофазах) в сосняке черничном и ельнике черничном. Вероятно, это связано с более поздним стаиванием снега в этих фитоценозах. В следующий срок наблюдений (5 июня) нами выделены цветки черники, находящиеся в фенофазах от завершения бутонизации (Б2) до полного созревания плодов (П3). В 1996 году цветки черники во всех фитоценозах находились в трех или в четырех фенофазах. В осиннике липово-снытевом и ельнике черничном часть

цветков была повреждена заморозками. Более однородным было сочетание фенофаз в другие годы: в 2008, 2009 и в 2010 году все генеративные органы черники находились в фенофазе «начало созревания плодов» (П1). Больше всего ягод было повреждено весенними заморозками в 1997 году в осиннике липово-снытевом — 95,8 % (табл. 1). В более поздний срок наблюдения — 6 июля в данных фитоценозах мы наблюдали генеративные органы черники, находящиеся в трех фенофазах плодоношения. Наблюдения, проведенные

22.05.08			22.05.09			22.05.10		
О	С	Е	О	С	Е	О	С	Е
-	-	-	-	1,3	-	-	-	-
-	-	-	-	1,3	-	-	-	-
-	-	-	-	2,6	55,8	-	-	-
100,0	100,0	85,4	-	63,9	44,2	-	13,3	-
-	-	-	100,0	31,2	-	-	26,7	6,4
-	-	-	-	-	-	-	60,0	93,6
5.06.08			5.06.09			5.06.10		
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	-	100,0	100,0
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
6.07.08			6.07.09			6.07.10		
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	15,0	30,0	-	-	70,0	-	-	-
10,0	75,0	50,0	-	100,0	30,0	-	80,0	90,0
90,0	-	20,0	100,0	-	-	-	20,0	10,0

Примечание:

О – осинник липово-снытевый;
С – сосняк черничный;
Е – ельник черничный.

в течение семи лет 6 июля, показали, что в изученных фитоценозах такие неблагоприятные условия, как заморозки, недостаток осадков, вызывают значительный отпад цветков черники. Наиболее неблагоприятными были 1997 и 2008 годы, когда значительная часть цветков была повреждена заморозками и засохла. В этот срок наблюдений в 2007 году в сосняке черничном сохранилось больше всего ягод (100,0 %), что, возможно, связано с особыми экологическими условиями в этом фитоценозе (расположение черничника под пологом ели финской (*Picea x fennica* (Regel) Kom.)).

Также нами исследована ритмологическая поливариантность цветения и плодоношения особей черники в разных онтогенетических состояниях (молодом генеративном, средневозрастном генеративном и старом гене-

ративном состоянии) в трех лесных фитоценозах: березняке ландышевом, осиннике орляково-ландышевом и осиннике ландышево-черничном в течение трех лет (табл. 2).

Таблица 2. Феноспектры бутонизации, цветения и плодоношения разновозрастных генеративных особей *Vaccinium myrtillus* L. (%).

Фенофазы	22.05.96			22.05.97			22.05.98		
	g ₁			g ₂			g ₃		
	Бл	Оол	Олч	Бл	Оол	Олч	Бл	Оол	Олч
Б ₁	–	2,8	–	–	6,3	2,3	2,4	2,6	–
Б ₂	14,3	–	–	18,7	6,3	11,6	11,6	10,3	8,0
Ц ₁	6,1	2,8	21,4	4,9	81,3	20,9	20,9	–	10,5
Ц ₂	79,6	94,3	78,6	76,4	6,3	65,1	65,1	84,5	81,5
Ц ₃	–	–	–	–	–	–	–	2,6	–
	27.05.96			27.05.97			27.05.98		
Б ₂	–	–	–	2,4	–	–	2,3	5,2	7,9
Ц ₁	–	–	21,4	–	–	3,9	–	–	10,5
Ц ₂	59,2	85,7	78,6	56,1	71,8	96,2	74,4	76,9	81,6
Ц ₃	40,8	14,3	–	40,7	28,2	–	23,3	17,9	–
П ₁	–	–	–	0,8	–	–	–	–	–
	4.06.96			4.06.97			4.06.98		
Ц ₂	–	–	–	0,8	–	–	–	33,3	–
Ц ₃	6,1	11,4	14,3	12,2	25,0	23,1	14,0	12,8	5,3
П ₁	93,9	80,0	85,7	84,6	62,5	48,1	86,0	23,1	36,8
Повр.	–	8,6	–	2,4	12,5	28,8	–	30,8	28,9

Примечание: g₁ – молодые генеративные, g₂ – средневозрастные генеративные, g₃ – старые генеративные растения, Бл.-березняк ландышевый, Оол. – осинник орляково-ландышевый, Олч. – осинник ландышево-черничный.

Сравнение фенофаз развития особей черники по онтогенетическим группам в данных фитоценозах показало, что 22 мая у этих групп растений обнаружены цветки, находящиеся в пяти фенофазах: начало бутонизации, завершение бутонизации, начало цветения и полное цветение, окончание цветения (табл. 2). В этот срок наиболее разнородны по фенологическому состоянию цветки черники в группе средневозрастных генеративных растений в осиннике орляково-ландышевом и в осиннике ландышево-черничном, а также в старом генеративном состоянии в березняке ландышевом (по четыре фенофазы). Менее разнообразны фенофазы у группы молодых генеративных растений 27 мая, более однородна группа g₁ растений. В этой группе в разные годы отмечены только фазы начала цветения, полного цветения и завершения цветения.

У растений группы g₂ зарегистрировано пять фенофаз: завершение бутонизации, начало цветения, полное цветение, завершение цветения, а фаза образование плодов выявлена только в березняке ландышевом. У растений

g3 группы было по три фенофазы. 4 июня выделены растения в следующих фенофазах: полное цветение (только в березняке ландышевом у g2 растений и в осиннике орляково-ландышевом у g3 растений), окончание цветения, начало плодоношения (табл. 2). У всех растений черники в генеративном периоде развитие плодов растянуто. Более синхронно развиваются генеративные органы черники всех состояний в осиннике ландышево-черничном, где освещение более интенсивно.

Следовательно, наибольшим ритмологическим разнообразием отличаются средневозрастные генеративные растения в березняке ландышевом 27 мая и 4 июня. Развитие молодых и старых генеративных растений протекает более синхронно.

Таким образом, для черники в исследованных фитоценозах характерна большая гетерогенность цветения и плодоношения, что зависит как от эколого-фитоценологических условий, так и от онтогенетического состояния наблюдаемых растений. Для сравнения изменчивости спектров фенофаз черники в разных фитоценозах в разные годы наблюдений строились таблицы сопряженности, минимальное ожидаемое брали > 1 , вычисляли значение χ^2 (Закс, 1976). Чтобы значения χ^2 были сравнимы при разном числе степеней свободы, в качестве меры изменчивости использовали соотношение χ^2/v . Можно видеть, что различие между фенофазами в ЦП черники в разных фитоценозах велики во все годы 22 мая и 6 июля, меньше различий отмечено 3 июля. Различия между разными онтогенетическими группами в пределах фитоценозов в разные годы велики и в ельнике черничном и сосняке черничном, меньше — в осиннике липово-снытевом.

Литература

- Бейдеман И.Н. Методика изучения фенологии растений и растительных сообществ. — Новосибирск.: Наука, 1974. — 154 с.
- Борисова И.В. Сезонная динамика растительного сообщества. Полевая геоботаника. Т.4. — М.: Наука, 1972. — С. 5–94.
- Жукова Л.А. Популяционная жизнь луговых растений. — Йошкар-Ола: РИИК «Ланар», 1995. — 224 с.
- Жукова Л.А. Новый вариант классификации поливариантности развития организмов и популяций. Материалы Всероссийской конференции «Актуальные проблемы экологии, биологии и химии». — Йошкар-Ола: МарГУ, 2010. — С. 76–81.
- Закс Л. Статистическое оценивание. — М.: Статистика, 1976. — 598 с.
- Крылов Н.Н. Тайга с естественно-исторической точки зрения. — Томск, 1898. — 31 с.
- Полянская Т.А. Структура ценопопуляций растений бореальной эколого-ценотической группы лесной зоны Европейской России: Автореф. дисс. ... докт. биол. наук. — Казань, 2014. — 33 с.
- Работнов Т.А. Жизненный цикл многолетних травянистых растений в луговых ценозах // Труды БИН АН СССР. Сер.3. Вып.6. — М.: Л., 1950. — С. 77–204.
- Сабинин Д.А. Физиология развития растений. — М.: АН СССР, 1963. — 196 с.

Серебряков И.Г. О ритме сезонного развития растений подмосковных лесов // Вестник МГУ. №6, 1947. – С. 75–108.

Серебряков И.Г. О методах изучения ритмики сезонного развития растений в стационарных геоботанических исследованиях // Учен. зап. Моск. пед. ин-та им. Потемкина. Т.37, 1954. – С. 3–20.

Серебряков И.Г. Сравнительный анализ некоторых признаков ритма развития растений разных ботанико-географических зон СССР // Бюллетень МОИП. Отд. биологии. Т. LXIX. Вып.5, 1964. – С. 62–75.

Серебрякова Т.И. Некоторые итоги ритмологических исследований в разных ботанико-географических зонах СССР. Проблемы экологической морфологии растений. – М.: Наука, 1976. – С. 216–237.

Уранов А.А. Возрастной состав фитоценопопуляций как функции времени и энергетических волновых процессов // Биологические науки. № 2, 1975. – С. 17–29.

RHYTHMOLOGICAL POLYVIRENCY OF FLOWERING AND FRUISHING VACCINIUM MYRTILLUS L. IN THE NATIONAL PARK «MARIY CHODRA»

Polyanskaya T.A.

National Park «Mariy Chodra», Krasnogorskiy settlement, zamnayki@mail.ru

The paper analyzes the results of phenological observations of the flowering and fruiting of blueberries in three phytocenoses of the national park «Mariy Chodra»; a significant differentiation of phenophases was found, depending both on the ecological-phytocenotic conditions and on the ontogenetic state of the observed plants.

Key words: *Vaccinium myrtillus* L., rhythmic polyvariance, flowering and fruiting rhythms, national park «Mariy Chodra».

О СВЯЗИ ОСЕННИХ ФЕНОЛОГИЧЕСКИХ ФАЗ У БЕРЁЗЫ (*BETULA RUBESCENS*) С КЛИМАТИЧЕСКИМИ ПОКАЗАТЕЛЯМИ В ГОРНОТАЁЖНОМ ПОЯСЕ ВИШЕРСКОГО ЗАПОВЕДНИКА (СЕВЕРНЫЙ УРАЛ)

Прокошева И.В.

Государственный природный заповедник «Вишерский», г. Красновишерск, halsori@yandex.ru

Определены зависимости сроков наступления осенних фенофаз у берёзы от климатических факторов: режима увлажнения, суммы активных температур, гидротермического коэффициента, заморозков, а также их тенденции.

Ключевые слова: осеннее окрашивание листьев, феноклиматические показатели, активная температура, фенологические тенденции.

Одной из основных задач научных исследований заповедников является феноклиматический мониторинг, как составная часть изучения природных комплексов в динамике. Результаты наблюдений отражаются в ежегодном Календаре природы. Одним из наиболее сложных вопросов является соотношение термического и фенологического рубежей сезона осени и его этапов. Если весной термический фактор в значительной мере определяет ход сезонных процессов, то летом его роль снижается. Фотопериодизм, реакция живых организмов на длину светового дня, в сочетании с режимом увлажнения и накопления тепла становятся ведущими факторами в развитии биоты.

Исследования авторов (Соловьёв, 2005; Гордиенко, Минин, 2006; Минин, Воскова, 2014; Сапельникова, 2015; Васина, Таланова, 2015; Берлина, Зануздаева, 2016; Минин и др., 2016; Прокошева, 2017) показывают смещение на более поздние сроки метеорологических явлений, знаменующих начало осенних процессов, но по срокам фенологических явлений фиксируют разные тенденции. Фаза массового пожелтения листвы берёзы имеет достоверную направленность к более поздним срокам в Воронежском заповеднике (центральная часть ЕЧР) по сравнению с началом 40-х годов 20-го века (Сапельникова, 2015). Небольшой положительный тренд в наступлении этой фазы имеется в северном Зауралье, за такой же период времени, но с другим методическим подходом (Васина, Таланова, 2015). В Лапландском заповеднике (северная часть ЕЧР) с 1959 по 2015 гг. наблюдается нулевая тенденция в сроках массового пожелтения, но в последнее 20-летие — положительная направленность с малой статистической значимостью, а окончание листопада достоверно сместилось к более ранним срокам (Берлина, Зануздаева, 2016). В Ильменском заповеднике (Южный Урал) (Гордиенко, Минин, 2006) и в Кировской области (восточная часть ЕЧР) (Соловьёв, 2005) сроки начала осенней раскраски листьев, полного пожелтения листьев, конца листопада с берёз имеют отрицательный тренд. В работе по центральной части ЕЧР (Минин и др., 2016) сроки окончания листопада характеризуются положи-

тельным трендом. Исследования связи осенних фенофаз берёзы с климатическими показателями в восточных предгорьях Среднего Урала показали, что процесс окрашивания замедляется при дождливой и холодной погоде и, наоборот, ускоряется при дефиците влаги и избытке тепла (Скок, 2014).

Заповедник «Вишерский» представляет природные комплексы западного макросклона Северного Урала. Феноклиматические исследования проводились в горнотаёжном подпоясе темной хвойной тайги. База основных наблюдений расположена на высоте 460 м над ур.м. Исходными данными послужили материалы наблюдений, выполненных в рамках ведения Летописи природы заповедника, на базе собственного метеопоста с 1995 года. Наблюдения за природными явлениями стали регулярными со второй половины 1994 года, измерение осадков – с 1998 года.

Анализ динамики фенологических процессов под влиянием изменения климата на этой территории в период 1983–2016 гг. выполнен ранее (Прокошева, 2017). В развитие труда, в данной работе рассматриваются только осенние процессы у одного вида – берёза пушистая (*Betula pubescens*), входящей в виде значительной примеси в состав древостоя лесов горнотаёжного пояса, за период 1995–2017 гг.

Проанализированы следующие фенофазы: появление первых жёлтых листьев в кроне (до 5% пожелтения), первые «жёлтые флаги» (10-15% пожелтения), начало массового пожелтения (30% пожелтения), массовое пожелтение (более 75%) и массовое оголение кроны берёзы. Рассмотрен также интервал между началом зеленения и концом листопада у берёзы, принятый за период вегетации (Шульц, 1981; Минин и др., 2016).

Использованы такие феноклиматические показатели, как суммы температур, характеризующих теплообеспеченность, и гидротермический коэффициент увлажнения Селянинова (ГТК), показывающий уровень влагообеспеченности территории и учитывающий соотношение суммы осадков и суммы температур за определённый период (Шульц, 1981).

Для выявления сочетания факторов, влияющих на процесс осеннего окрашивания листвы берёзы, выполнены расчёты следующих показателей:

- даты устойчивых переходов средней суточной температуры воздуха через 5, 8, 10, 12 и 15°C;
- суммы активных и суммы всех суточных температур и гидротермические коэффициенты для периодов с температурой воздуха выше пороговых значений 5 и 10°C;
- ГТК для летнего фенологического сезона и его этапов, для начального этапа осени;
- число и глубина заморозков в летний сезон и на этапе начальной осени;
- суммы осадков и их интенсивности для месяцев июль, август и сентябрь подекадно.

Даты устойчивого перехода температуры воздуха через указанные рубежи определялись согласно Методическим указаниям... (РД, 2010). Средние

даты наступления осенних фаз у берёзы весьма близки к средним датам температурных переходов через 15°C (31.07), 12°C (14.08), 10°C (22.08), 8°C (04.09) и 5°C (23.09), но связи между ними очень слабые и обратные, корреляция r составляет: -0.10; -0.12; -0.22, 0.12 и -0.35 соответственно.

Для статистических расчётов применялись пакеты Statistica v.6.0. и Excel 2007. Коэффициент детерминации R^2 в нашем случае по смыслу показывает, какая часть варьирования изучаемого параметра зависит от фактора времени. Он не имеет положительного или отрицательного знака, поэтому используемые в таблице знаки «+» и «-» перед R^2 добавляют информацию о направленности тренда: возрастающий или убывающий.

Таблица 1. Статистическая характеристика и связи осенних фенофаз у берёзы.

Параметр	Процент пожелтения листвы				Оголение
	<5%	10-15%	30%	>75%	>75%
Число лет наблюдений	19	22	22	23	23
Средняя дата	26.07	11.08	19.08	02.09	24.09
Станд. отклон., дни	9.6	4.1	4.5	3.1	5.9
ГТК периода Т выше 10°C, г	-0.08	-0.006	-0.41	0.08	-0.16
ГТК сезона лета (Т выше 12°C), г	-0.16	-0.02	-0.40	0.003	-0.11
ГТК этапа полн.лета (Т выше 15°C),г	+0.18	+0.02	-0.19	+0.42	+0.16
ГТК этапа спада лета, г	-0.25	-0.02	-0.29	-0.48	-0.23
ГТК этапа первоосенья, г	ранее этапа	ранее этапа	+0.16	+0.12	-0.15
Сумма активной Т выше 10°C, г	-0.36	-0.36	-0.24	-0.36	-0.19
Сумма активной Т выше 5°C, г	-0.51	-0.54	-0.62	-0.62	-0.43
Сумма осадков периода Т выше 10°C,г	-0.27	-0.12	-0.38	-0.02	-0.19
Сумма осадков сезона лета, г	-0.31	-0.16	-0.48	-0.05	-0.12
Начало зеленения берёзы, г	0.42	0.37	0.37	0.58	0.65

В таблице 1 приведены корреляционные связи дат наступления фаз с некоторыми феноклиматическими параметрами.

Фаза появления первых желтых листьев имеет наибольший разброс в датах, зависит от температуры второй, в среднем самой жаркой и сухой, декады июля ($r = -0.51$). Часто после дождей эти листья опадают, и деревья вновь стоят полностью зелёные. Такой же силы ($r = -0.51$) отмечается связь с суммой активных температур при пороговом значении 5°C.

Наименьший разброс в датах имеет фаза массового окрашивания листвы. Эта межа в малой степени зависит от числа ($r = -0.33$) и в большей — от глубины заморозков в августе ($r = +0.5$). Чем больше число и сила заморозков, тем раньше наступает событие. Со средней температурой августа связь слабая и обратная ($r = -0.33$), с осадками месяца — очень слабая и прямая ($r = 0.13$). Связь средней силы отмечается между межой и ГТК этапов полного лета ($r = +0.42$) и спада лета ($r = -0.48$). Например, в 2004 году ГТК полного лета 0.15, спада лета 3.31, глубина заморозков в августе -15.2°C, дата нача-

ла золотой осени 28.08, на 5 дней раньше средней даты. В 2013 году ГТК полного лета 3.1, спада лета 0.85, глубина заморозков в августе -0.3°C , дата начала золотой осени 06.09, на 4 дня позднее среднего срока.

Не во все годы проявляются такие очевидные связи с гидротермическим коэффициентом. Выявилась зависимость средней силы сроков наступления осенних фаз от суммы активных температур при пороговом значении 5°C , особенно дат начала полного пожелтения и массового расцветивания листвы берёзы ($r = -0.62$). Чем больше этот показатель, тем раньше наступают все осенние явления. С суммой активных температур при пороговом значении 10°C связь слабее, но имеет такую же обратную направленность.

Начало массового пожелтения (30%) в определённой степени зависит от суммы осадков в сезон лета ($r = -0.48$). Экстремальное количество осадков может ускорить окрашивание. В 2012 году выпала наибольшая сумма осадков за лето (342 мм), и указанная фаза наступила на 8 дней раньше. С интенсивностью и суммой осадков по месяцам июль-сентябрь существенной связи процесса пожелтения не обнаружено (r от -0.16 до $+0.15$). От числа заморозков в летний сезон сроки изменения окраски листвы зависят очень слабо (r от 0.05 до 0.34).

Между датой начала разворачивания листьев у берёзы и сроками всех её осенних межей отмечается прямая зависимость, слабая для первых трёх фаз и усиливающаяся к фазам массовой окраски и оголения (таблица 1).

Таблица 2. Статистика дат некоторых сезонных явлений и дат в горнотайжном поясе Вишерского заповедника (1995–2017 гг.).

Параметр, явление	N	Среднее значение	Стандарт. отклонение	Тренд R^2	P
Т сут ниже 15°C	23	31.07	11.8	0.0000	0.9774
Т сут ниже 12°C	23	14.08	10.2	+0.1675	0.0525
Т сут ниже 10°C	23	22.08	11.2	+0.0287	0.4398
Т сут ниже 8°C	22	04.09	7.3	-0.0169	0.5639
Т сут ниже 5°C	23	23.09	11.1	-0.0011	0.8824
Тсут $>5^{\circ}\text{C}$, дни	23	128	16.5	+0.0079	0.6859
Тсут $>5^{\circ}\text{C}$, сумма	21	1433.5	179.8	0.0000	0.9893
Тсут $>10^{\circ}\text{C}$, дни	23	81	12.7	+0.0607	0.2572
Тсут $>10^{\circ}\text{C}$, сумма	22	1015	216.2	+0.0027	0.8180
Т мин $> 0^{\circ}\text{C}$, дни	23	133	14.0	+0.0016	0.8570
Длительность периода вегетации, дни	23	121	6.7	+0.0149	0.5693
Заморозки в августе, $^{\circ}\text{C}$	21	-7.2	4.8	-0.0399	0.1998
Заморозки летом, дни	23	3.6	2.1	+0.0008	0.9007
Берёза – начало разворачивания листа	23	26.05	8.6	-0.0122	0.6164
Берёза – первые желтые листья	19	26.07	9.6	-0.0048	0.7790
Берёза – первые желтые флаги	22	11.08	4.1	-0.0468	0.3464
Берёза – начало массового пожелтения	22	19.08	4.5	-0.0309	0.4339
Берёза – массовое пожелтение	23	02.09	3.1	-0.0623	0.2626
Берёза – массовое оголение	23	24.09	5.9	-0.0163	0.5618

В таблице 2 показаны тенденции температурных рубежей, заморозков и других сезонных процессов за последние 23 года.

Из всех указанных температурных рубежей только переход через 12°C в сторону понижения имеет достоверный тренд смещения на более поздние сроки. Этот рубеж принят нами за границу лета и осени (Прокошева, 2012). Продолжительность периодов действия активной температуры при пороговых значениях 5 и 10°C имеют тенденцию к увеличению. Но теплообеспеченность (сумма активных температур) стабильна. Тенденция к увеличению продолжительности периода действия активной температуры отмечается в работах (Соловьёв, 2005; Васина, Таланова, 2015; Сапельникова, Базильская, 2015).

Продолжительность жизни листьев от начала распускания до конца листопада имеет слабо возрастающий тренд. Длительность вегетации слабо зависит от суммы активных температур при пороговом значении 5°C ($r = 0.32$) и не связана с длительностью действия этого фактора ($r = 0.01$). С суммой активных температур с пороговым значением 10°C и длительностью их воздействия связь слабая ($r = 0.30$ и 0.32 соответственно). Достаточно стабильная продолжительность безморозного периода ($T_{\min} < 0^\circ\text{C}$) практически не влияет на продолжительность вегетации берёзы ($r = 0.22$).

Заморозки в августе имеют тенденцию к углублению. Число заморозков в фенологический летний сезон за 23 года практически без изменения.

Все осенние фазы развития, как и весенняя, имеют недостоверно направленные изменения в сторону более раннего наступления.

Если принять в качестве одной переменной сумму активных температур, а в качестве других даты наступления фаз пожелтения, то обнаруживается достоверная зависимость наступления массового окрашивания листвы ($R^2 = -0.3801$, $P = 0.0029$) и конца листопада ($R^2 = -0.1831$, $P = 0.0530$) от суммы с порогом 5°C. Чем больше сумма активных температур, тем раньше наступают события. В годы с наибольшим значением параметра (2003, 2005, 2012, 2016) золотая осень наступила на 2–5 дней раньше, оголение крон — на 6–9 дней раньше среднего срока. В годы с наименьшим активным теплом (1997, 1999, 2002, 2014, 2017) этапы наступили соответственно на 2–5 и 4–9 дней позднее.

Разница в величине тенденций одних и тех же параметров и явлений по сравнению с работой (Прокошева, 2017) объясняется исключением из анализа 80-х годов и включением данных 2017 года, отличившегося сильным запаздыванием периода вегетации, рекордной суммой осадков и малым количеством активного тепла.

Таким образом, осенний процесс пожелтения листвы зависит от сложного сочетания нескольких факторов в течение летнего и осеннего сезонов, а также от весенней фазы начала зеленения. Он определяется генетическими и климатическими факторами. Осенние процессы у берёзы в горнотаёжном поясе Вишерского заповедника протекают достаточно стабильно.

Литература

Берлина Н.Г., Зануздаева Н.В. Динамика фенологических и климатических параметров на примере *Betula czererapovii* Orlova в Лапландском заповеднике (Мурманская область) // Экологические проблемы северных регионов и пути их решения: Мат. VI Всерос. науч. конф. с междунар. уч. – Апатиты: ФГБУ Ин-т проблем пром. экологии Севера. Кольский науч. центр РАН, 2016. – С. 48–52.

Васина А.Л., Таланова Г.И. Анализ многолетних климатических и фенологических данных заповедника «Малая Сосва» (Северное Зауралье) // Современное состояние фенологии и перспективы её развития: Мат. междунар. научно-практ. конф. – Екатеринбург: ФГБОУ ВПО Урал. гос. пед. ун-т, 2015. – С. 100–111.

Гордиенко Н.С., Минин А.А. Фенологические тенденции последних десятилетий в природе Южного Урала // Известия РАН, серия Географическая, № 3, 2006. – С. 48–56.

Минин А.А., Воскова А.В. Гомеостатические реакции деревьев на современные изменения климата: пространственно-фенологические аспекты // Онтогенез, Т. 45, № 3, 2014. – С. 162–169.

Минин А.А., Ранькова Э.Я., Рыбина Е.Г., Буйволов Ю.А., Сапельникова И.И., Филатова Т.Д. Феноиндикация изменений климата за период 1976–2015 гг. в центральной части Европейской территории России: береза бородавчатая (повислая) (*Betula verrucosa* Ehrh. (В. pendula Roth.)) // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем, Т. XXVII, №2, 2016. – С. 17–28.

Прокошева И.В. Феноклиматическая характеристика горнотаёжного района заповедника «Вишерский» в первом десятилетии XXI века // Исследование природы лесных растительных сообществ на заповедных территориях Урала: Мат. межрегион. научно-практ. конф. – Екатеринбург: ФГБУ Бот. сад УрО РАН, 2012. – С. 90–98.

Прокошева И.В. Динамика фенологических процессов в горнотаёжном поясе Вишерского заповедника (Северный Урал) под влиянием климатических изменений // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем, Т. XXVIII, №2, 2017. – С. 40–55.

Руководящий документ РД 52.33.725–2010. Методические указания по составлению агрометеорологического ежегодника для земледельческой зоны Российской Федерации. – Обнинск: ВНИИГМИ-МЦД, 2010. – 142 с.

Сапельникова И.И. Фенология осенних процессов древесно-кустарниковых видов в Воронежском заповеднике // Современное состояние фенологии и перспективы её развития: Мат. междунар. научно-практ. конф. – Екатеринбург: ФГБОУ ВПО Урал. гос. пед. ун-т, 2015. – С. 268–275.

Сапельникова И.И., Базильская И.В. Долговременные изменения некоторых фенологических параметров календарного года в Воронежском биосферном заповеднике // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем, Т. XXVI, №1, 2015. – С. 49–67.

Скок Н.В. Связь осенних фенофаз березы с климатическими показателями среды // Современные исследования природных и социально-экономических систем. Инновационные процессы и проблемы развития естественнонаучного образования: Мат. междунар. научно-практ. конф. – Екатеринбург: ФГБОУ ВПО Урал. гос. пед. ун-т. Т. 1, 2014. – С. 171–180.

Соловьёв А.Н. Биота и климат в XX столетии. Региональная фенология. – М.: Пасьева, 2005. – 288 с.

Шульц Г.Э. Общая фенология. – Л.: Наука, 1981. – 188 с.

ON THE CORRELATION OF AUTUMN PHENOLOGICAL PHASES IN BIRCH
(*BETULA PUBESCENS*) WITH CLIMATIC INDICATORS IN MOUNTAIN
TAIGA ZONE OF VISHERA NATURE RESERVE (NORTHERN URALS)

Prokosheva I.V.

State Nature Reserve «Vishersky», Krasnovishersk, halsori@yandex.ru

The dependence of the timing of the onset of autumn phenological stages has birch trees from climatic factors: the moisture regime, the amounts of active temperatures, hydrothermal coefficient, frosts, and their trends are determined.

Keywords: autumn leaf colouring, phenoclimatic parameters, active temperature, phenological trends.

ФЕНОКЛИМАТИЧЕСКАЯ ДИНАМИКА АКТИВНОСТИ БИОТЫ НА ТЕРРИТОРИИ ОЛЕКМИНСКОГО ЗАПОВЕДНИКА, ЮГО-ЗАПАД ЯКУТИИ

Рожкова О.Ю.

Государственный природный заповедник «Олекминский», г. Олекминск,
orozkova470@gmail.com

В ходе обработки рядов климатических и фенологических данных были проанализированы следующие показатели: климатические характеристики теплого и холодного периодов, продолжительность фенологических сезонов и подсезонов, динамика сроков наступления сезонных явлений у растений и животных.

Проведенный анализ первичных материалов Летописи природы заповедника за 15 лет позволил выявить общие направления фенологических тенденций, связанных с изменением температуры: смещение к более ранним срокам наступления весенних явлений и к более поздним — осенних.

Ключевые слова: заповедник, виды-индикаторы, влияние факторов, климат, тренды изменчивости, фенология, экологический мониторинг.

Введение

В настоящее время все природные комплексы России подвергаются воздействию изменения климата. За последние 30 лет зимы потеплели к востоку от Урала в Западной Сибири и Якутии на 2–3°C. По прогнозам рост температуры на территории России продолжится и может превысить 1,5°C к 2030 по сравнению с 2000 годом.

Территория Якутии, как значительная часть планетарного Севера, играет важную роль в климатической системе Земли. В Якутии представлены все компоненты окружающей среды Севера, которые могут измениться с изменением климата: Северный Ледовитый океан, вечная мерзлота, северная граница лесов, северные виды растений и животных. Бореальные экосистемы юго-запада Якутии обеспечивают более 80% биоразнообразия флоры и фауны территории и также подвержены воздействию изменения климата.

Из-за изменения местных климатических условий многие виды животных и растений могут оказаться под угрозой. На сегодняшний день неизвестно, как реагируют типичные виды южно-якутской тайги на изменения климатических характеристик, происходят ли изменения в фенологии явлений живой и неживой природы. При этом особую значимость приобретает изучение фенологических процессов на территории заповедников, девственная природа которых может служить эталоном протекания природных процессов.

Объекты и методы фенологических исследований

Олекминский государственный заповедник расположен в Южной Якутии. Образован в 1984 году, это первый лесной заповедник в Якутии. Площадь составляет 851 тыс. кв. км. На территории расположено 5 основных кордонов: Бедердах, Тас-Хайко, Туолба, Хатын, Максимовское, метеостанция Джикимда. Климат заповедника резко-континентальный. Для территории характерен своеобразный температурный режим, режим увлажнения (за год выпадает до 400 мм осадков). Среднемесячная температура января $-33,9^{\circ}\text{C}$; среднемесячная температура июля $+17,4^{\circ}\text{C}$; количество дней с плюсовой температурой — 166; среднегодовая температура $-7,1$; глубина оттаивания многолетней мерзлоты — 1,5 м. По общему характеру растительного покрова территория Олекмо-Амгинского междуречья входит в провинцию светлохвойной таежной зоны, принадлежит к Верхне-Ленскому флористическому району. Преобладающая часть растений заповедника относится к бореальным видам. Флора высших растений Олекминского заповедника включает 660 видов.

Основой для работы послужил анализ первичных материалов: карточек феноанкет, накопленных в научном отделе заповедника за последние 15 лет, и первичных данных по климатической характеристике территории Олекминского заповедника.

Методика фенологических исследований основывается на соблюдении определенных правил, единых для всех объектов наблюдения. Это, прежде всего: точная привязка наблюдений к определенной местности; ежегодная повторяемость наблюдений в том же месте за одними теми же объектами; определенный порядок обработки данных.

Фенологические исследования проводятся по специально разработанным программам, в которые обычно включены наблюдения за фенологическими фазами у растений, гидрометеорологическими, зоофенологическими явлениями. В заповедниках наблюдения за сезонными изменениями природы проводятся по программе Летописи природы. Инспектора охраны природы, живущие на кордонах на территории заповедника, проводят постоянные наблюдения за природой и заполняют фенологические анкеты, в которые включены характерные фенологические явления. Для наблюдения выбираются участки, которые по рельефу, типам почв, микроклимату и растительности являются типичными для данной местности. В число наблюдаемых включают широко распространенные явления, которые легко определяются в природе. В качестве объектов наблюдения за сезонным развитием растений выбираются фоновые виды растений, широко распространенные в Якутии и Сибири.

Основные результаты и выводы

ИЗМЕНЕНИЕ ДАТ СЕЗОННЫХ ЯВЛЕНИЙ НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ПРИРОДЫ

Вся сезонная динамика комплекса природных явлений связана с ходом погоды, с местными климатическими условиями. Климатические факторы,

особенно термические, оказывают прямое влияние на состояние и функционирование компонентов наземных экосистем.

По многолетним данным среднегодовая температура воздуха для территории Олекминского заповедника составляет $-7,1^{\circ}\text{C}$. Проведенный анализ данных показывает, что с 2000 по 2014 годы наблюдается снижение среднегодовой температуры воздуха.

Даты переходов среднесуточных значений температуры воздуха через $0, 5, 8, 10^{\circ}\text{C}$ характеризуют температурные границы начала отдельных фенологических этапов (Вопросы составления..., 1986; Фенологические наблюдения..., 1982). Проведенный анализ данных показывает устойчивую тенденцию смещения дат переходов через термические показатели. Можно говорить о тренде в сторону более раннего наступления фенологических этапов и связанных с ними фенологических явлений весной. Фенологические границы в осенне-зимний период смещаются на более поздние сроки. Происходят изменения и в наступлении последних весенних заморозков на почве: тренд в сторону более ранних сроков по сравнению с 2000 годом.

Отмечены изменения в фенологии снежного покрова. В среднем на 10 дней раньше появляются первые проталины вокруг деревьев. На более ранние сроки перемещается окончание ледостава, дата схода снега в лесу весной и последний устойчивый заморозок на почве. А вот установление устойчивого снежного покрова наоборот смещается на более поздние сроки.

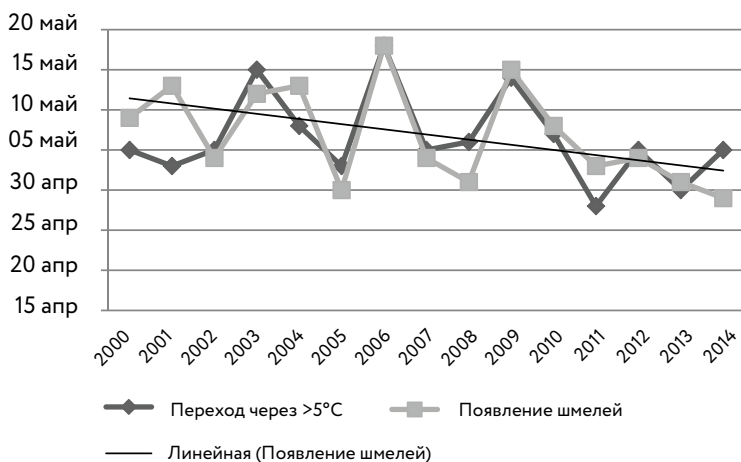


Рисунок 1. Динамика феноявления «Появление шмелей»

Сравнительный анализ дат наступления фенологических явлений в течение самого теплого (2011 г.) и самого холодного (2012 г.) годов позволил предварительно сформировать группы феноявлений, по-разному реагирующих на изменение температурных показателей. В 2011 году (среднегодовая тем-

пература воздуха $-4,5^{\circ}\text{C}$) фенологические явления предвесенья в среднем наступали на 13,5 дней, пестрой весны на 3,5 дня, начала вегетации на 5,6 дня раньше, чем в 2012 году (среднегодовая температура воздуха $-7,7^{\circ}\text{C}$).

В то же время даты наступления таких фенологических явлений, как прилет белой трясогузки, кулика перевозчика, чаек остались неизменными.

В целом, проведенный анализ трендов метеорологических показателей показывает наличие существенных изменений некоторых из них. Выявленные изменения свидетельствуют о проявлениях глобального потепления климата в пределах юго-запада Якутии и его влиянии на сезонные процессы в природе.

ДИНАМИКА ЗООФЕНОЛОГИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ

Изменение дат перехода температуры через фенологически значимые пороги не может не сказаться на сезонных циклах растений и животных. Отклик на это проявляется в смещении дат наступления фенологических явлений.

В животном мире также отмечается смещение дат наступления фенологических явлений. При этом можно заметить прямую зависимость наступления зоофеноявления от температурных показателей. На более ранние сроки смещаются даты первого кукования кукушки, «бляения» бекаса, появления первых крупных комаров. Особенно это показательно на примере прилета юрка, когда тренды прилета птицы и перехода среднесуточной температуры воздуха через 5°C практически совпадают и это позволяет определить данное феноявление в качестве индикатора соответствующего фенологического этапа. Тренд «появление шмелей» тоже смещен в сторону более ранних дат (рис. 1).

Интересные данные получены по феноявлениям, связанным с бурым медведем. Как правило отмечаются первые и последние встречи следов. Отсутствие следов (спячка) составляет от 174 (2011 г.) до 209 (2001 г.) дней, составляя в среднем 195 дней. При этом, вне зависимости от последней даты осенних встреч, весной это происходит не позже 28 апреля, исключение составляет 2006 год, когда первая весенняя встреча зафиксирована 1 мая. Самая поздняя осенняя встреча следов приходится на 5 ноября 2011 года (самые высокие значения среднегодовой температуры воздуха).

В целом следует отметить, что весенние фенологические явления в мире животных в большинстве случаев смещены в сторону более ранних дат. Для осенних феноявлений четкой закономерности не установлено.

ДИНАМИКА ФИТОФЕНОЛОГИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ

Даты наступления фенологических явлений отражают определенные фенологические фазы развития высших растений. Изменение этих дат является одним из откликов растений на изменение климатических характеристик, в первую очередь температурного режима в течение вегетационного периода. Начало наступления первых фенологических фаз у растений: набухания, распускания почек, распускание листьев зависят от температуры воздуха и сроков термических переходов весной.

Фенологические изменения в жизни растений связаны со смещением температурных показателей на более ранние сроки или, наоборот, на более поздние. Так, ива козья стала зацветать раньше, и переход температуры через 5°C весной тоже сместился в сторону более ранних дат, а тренд сроков окончания листопада у берез направлен в сторону более поздних дат, аналогично тренду перехода температуры через 5°C осенью. Есть и такие явления, которые тоже изменили направления своей фенологической тенденции, но несогласованно с температурным показателем. Так, тренды сокодвижения березы, зацветания прострела, появления первых сережек на березах, появления первых одуванчиков, зацветания шиповника, созревания ягод жимолости направлены в сторону более ранних дат независимо от соответствующих переходов температуры, тренды которых направлены в противоположную сторону. Можно предположить, что изменение дат наступления этих фенологических явлений связано не с температурными переходами, а с температурой воздуха данного месяца. Нельзя не упомянуть и о том, что есть фитоявления, которые прямо пропорционально зависят от температурного показателя, их тренды параллельны друг другу. К этим фенологическим явлениям относятся такие явления, как начало зеленения черемухи, начало зеленения лиственницы, полное пожелтение берез. Вычислив среднее количество дней между переходом температуры через значимую величину и наступлением феноявления, тренды которых параллельны, и зная дату перехода температуры нынешнего года, мы можем спрогнозировать примерную дату наступления данного феноявления на нынешний год. Например, среднее количество дней между датой перехода температуры через 5°C весной и датой начала зеленения черемухи составляет 6 дней, отсюда следует, что если переход температуры через 5°C весной наступит 4 мая, то черемуха начнет зеленеть примерно через 6 дней.

Изменение дат фитофеноявлений весной согласуется с датами перехода через 1 и 5°C . Отмечается более раннее начало сокодвижения у березы. При переходе через $10\text{--}15^{\circ}\text{C}$ зацветают многие кустарники и травы. Начинается цветение рябины, багульника, брусники. Полетел пух с ивы. Зацветает ирис щетинистый, иван-чай, малина, рябинник, лилия пенсильванская, василистник обыкновенный. На этот же период приходится цветение большинства луговых трав. В хвойных зеленомошных лесах зацветает Линнея северная.

По мнению ряда авторов (Синельникова, Пахомов, 2015), в развитии летних феноявлений у растений больше инертности, чем весной. Поэтому существенных сдвигов в сроках наступления фенодат установить не удалось. Сравнивая сроки наступления фенологических явлений, можно сказать о том, что почти половина дат летних фенологических явлений 2008–2014 гг. наступили позже периода с 2000 по 2007 года. Это такие явления как: появление первых красных грибов (маслят, моховиков), первые спелые ягоды голубики, созревание ягод красной смородины и появление первых грибов подберезовиков.

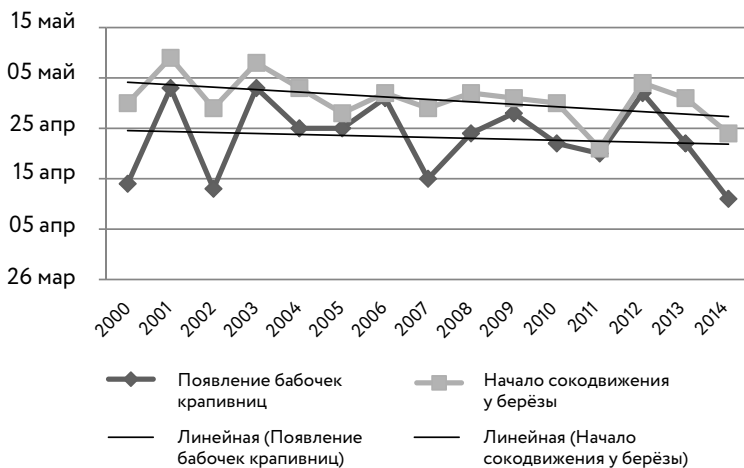


Рис. 2. Синхронность феноявлений.

Таким образом, смещение дат начала фитоявлений может рассказать нам об изменении температуры воздуха на данном участке исследования и, соответственно, об изменении температуры почвы. В мире растений отмечается смещение весенних явлений на более ранние сроки и на более поздние – осенних.

ВЗАИМОСВЯЗИ МЕЖДУ ФЕНОЛОГИЧЕСКИМИ ЯВЛЕНИЯМИ

Полученные нами направленности фенологических трендов по территории Олекминского заповедника согласуются с данными анализа фенологических рядов по другим заповедникам Восточной Сибири и Дальнего Востока (Влияние ..., 2006).

В процессе анализа информации были выявлены фенологические индикаторы – явления, наступающие одновременно с прохождением определенных климатических рубежей, по которым можно установить даты наступления определенного круга других сезонных явлений (Синельникова, Пахомов, 2015).

Ряд фенологических явлений связаны между собой через основной термический рубеж – переход температуры воздуха через 0°C: начинается активное снеготаяние, процесс сокодвижения у берез, вылетают бабочки крапивницы. С температурным рубежом перехода температуры воздуха через 5°C связана вторая большая группа фенологических явлений: распускание почек и пыление у ветроопыляемых видов деревьев и кустарников, полное облиствление большинства летнезеленых видов растений.

В среднем через 6 дней с момента перехода среднесуточной температуры воздуха через 5°C отмечается первый облет шмеля, через 11 – распускаются почки у лиственницы даурской. Можно отметить пары явлений, име-

ющих синхронные тренды. Например, с началом сокодвижения у березы появляются бабочки крапивницы (рис. 2). Синхронно происходит цветение жимолости и красной смородины. Первое кукование кукушки практически совпадает с облиствлением березы.

Литература

Влияние изменения климата на экосистемы бассейна реки Амур. – М.: WWF России, 2006. – 128с.

Вопросы составления календарей природы. // Тр. гос. заповедника «Столбы». Выпуск XII. – Красноярск: Изд-во Красноярского университета, 1986. – 168 с.

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

Фенологические наблюдения. Организация, наблюдения, обработка. – Л.: Наука, 1982.

PHENOKLIMATIC DYNAMICS OF BIOTIC ACTIVITY ON THE TERRITORY OF THE OLEKMINSKY RESERVE, SOUTH-WEST OF YAKUTIA

Rozhkova O.Yu.

State natural reserve «Olekminsky, Olekminsk, orozkova470@gmail.com

During the processing of the series of climatic and phenological data, the following indicators were analyzed: climatic characteristics of the warm and cold periods, the duration of phenological seasons and subseasons, the dynamics of the timing of seasonal phenomena in plants and animals. The carried out analysis of primary materials The chronicles of the nature of the reserve over the course of 15 years made it possible to identify the general directions of the phenological trend associated with a change in temperature: a shift to earlier terms of the onset of spring phenomena and to later ones of autumnal.

Keywords: nature reserve, indicator-species, influence of factors, climate, trends variability, interspecies groups, phenology, environmental monitoring.

ФЕНОЛОГИЯ ЦВЕТЕНИЯ МЕДОНОСНЫХ ДЕРЕВЬЕВ И КУСТАРНИКОВ ЗАПОВЕДНИКА «ШУЛЬГАН-ТАШ»

Сайфуллина Н.М., Кильдиярова Г.Н.

Государственный природный биосферный заповедник «Шульган-Таш»,
д. Иргизлы Бурзянского района Республики Башкортостан, karova@inbox.ru

В работе проанализированы многолетние данные по срокам цветения 10 видов деревьев и кустарников заповедника «Шульган-Таш», формирующей медоносную базу аборигенной пчелы *Apis mellifera mellifera* L., за период 1959–2018 гг.

Ключевые слова: заповедник, фенология, деревья, кустарники, цветение, медоносы, пыльценосы, бурзянская бортевая пчела, база данных.

На территории Республики Башкортостан глобальные изменения климата носят характер потепления, вернее, повышения среднегодовых температур, о чём свидетельствует таяние многолетнего льда в пещерах региона (Соколов, 2008). В последнее пятилетие обозначилась тенденция сдвига сезонов: наступление лета, осени, зимы происходит в более поздние, по сравнению с многолетними, сроки (Бакалова, 2015). Для биоты заповедника «Шульган-Таш», в особенности — аборигенной бурзянской бортевой пчелы *Apis mellifera mellifera* L., для охраны генофонда которой была учреждена ООПТ, это стрессовый фактор. Древесно-кустарниковая флора для лесных пчёл — ведущий источник нектара и пыльцы, а сроки и успешность цветения, в первую очередь, клёна и липы — предпосылка для благополучия популяции местных пчёл, удачного или неудачного пчеловодного сезона.

Государственный природный биосферный заповедник «Шульган-Таш» (далее — заповедник «Шульган-Таш») функционировал с 1958 года как Прибельский филиал Башкирского природного заповедника, в 1986 г. получил самостоятельность. За эти годы накоплен большой объём данных о динамике природного комплекса, в том числе и по фитофенологии. Первичные данные поступали в научные фонды в виде карточек разовых наблюдений и фенологических анкет, большей частью — от работников службы охраны. Ввиду их невысокой квалификации как наблюдателей, из этого массива приходится отбраковать ошибки. Данные от научных сотрудников поступали в виде журналов феномаршрутов, частично — дневников, карточек разовых наблюдений, феноанкет. Из Летописей природы Башкирского заповедника были сделаны выкопировки сведений по Прибельскому участку. Хотя почти все первичные данные оцифрованы, до настоящего момента они разбросаны по множеству файлов, составленных техническим персоналом заповедника. В базу для обработки многолетних рядов научным сотрудникам удалось к моменту подготовки сообщения внести с достаточной полнотой только данные по программе календаря природы, по териологии и по фазам цветения деревьев

и кустарников, результаты обработки последних из числа медоносно-перга-носной флоры при помощи программы Excel представляем (таблица 1).

Заповедник «Шульган-Таш» расположен на территории Республики Баш-кортостан, на западном макросклоне Южного Урала, в условиях умеренно-го континентального климата, ежегодные погодные характеристики кото-рого подвержены значительным колебаниям, особенно по уровню осадков. ООПТ находится в зоне контакта смешанных широколиственных лесов, светлохвойно-мелколиственных лесов западносибирского типа и южной тайги (Мартыненко и др., 2005). Несмотря на небольшую амплитуду абсо-лютных высот (274–706 м н.ур.м.) местности, горный рельеф формирует ши-рокий спектр экологических ниш и тем самым усугубляет разницу в сроках прохождения конкретных фенофаз у одних и тех же видов растений.

В данном сообщении за дату начала цветения и массового цветения при-нималась самая ранняя, а за время конца цветения — самая поздняя дата, в таблице представлены обобщённые данные по фенофазам цветения 10 распространённых видов деревьев и кустарников ООПТ. Берёза повислая (*Betula pendula* Roth.), клён платановидный (*Acer platanoides* L.), липа мел-колистная (*Tilia cordata* Mill.), малина лесная (*Rubus idaeus* L.), рябина обык-новенная (*Sorbus aucuparia* L.), роза майская (*Rosa majalis* Herzm.) в услови-ях заповедника «Шульган-Таш» входят в состав разных лесных сообществ. Черёмуха обыкновенная (*Padus avium* Mill.) и смородина чёрная (*Ribes nigrum* L.) формируют интразональную растительность речных долин. Дуб черешчатый (*Quercus robur* L.) встречается в составе смешанных широко-лиственных лесов или образует своеобразные дубовые криволесья на юж-ных и западных склонах гор. Ракитник русский (*Chamaecytisus ruthenicus* (Fisch. ex Woioszcz.) Klaskova) внедряется в горно-степные петрофитные остепненные луга или входит в состав кустарниковых сообществ на юж-ных и западных склонах гор — экотона между лесом и лугом. К нектароно-сно-пыльценосным видам относятся липа мелколистная, клён платановид-ный, рябина обыкновенная, малина лесная, ракитник русский, смородина чёрная, к пергааносно-медоносным — черёмуха обыкновенная, роза май-ская, к пыльценосным — берёза повислая, дуб черешчатый (Ишемгулов, Бурмистров, 2008; Медовые ресурсы..., 2010).

Следует отметить, что амплитуда крайних дат по фазе начала цветения, которая легко наблюдаема, свидетельствует об особенностях условий развития древесной флоры. Оценка фазы массового цветения более субъективна, соответственно, и положение её крайних сроков. В отношении оценки дат конца цветения древесных видов, мы считаем, субъективность оценки увеличивается: фенолог на маршруте стремится уловить самую раннюю дату начала отцветания, а остальные наблюдатели — наоборот, обра-щают внимание на то, что цветение уже закончилось.

Графики прохождения фенофаз цветения деревьев и кустарников (ри-сунк 1) показывают, что в весенний сезон цветут как ветроопыляемые, так и энтомофильные виды.

Таблица 1. Многолетние данные по срокам цветения медопергазных деревьев и кустарников заповедника «Шульган-Таш».

Названия видов / фазы цветения / продолжительность цветения	Крайние даты	Стандартное отклонение параметра, дней	Средние даты	Число лет наблюдений
Берёза повислая, начало	18.04 – 15.05	6	01.05	49
массовое	26.04 – 18.05	6	07.05	44
конец	29.04 – 28.05	6	15.05	36
среднее время цветения, дней	15			
Клён платановидный, начало	21.04 – 16.05	7	05.05	59
массовое	25.04 – 26.05	7	10.05	51
конец	05.05 – 09.06	7	21.05	54
среднее время цветения, дней	17			
Черёмуха обыкновенная, начало	18.04 – 27.05	8	09.05	56
массовое	25.04 – 01.06	7	16.05	51
конец	10.05 – 14.06	7	30.05	55
среднее время цветения, дней	22			
Смородина чёрная, начало	26.04 – 28.05	6	12.05	52
массовое	11.05 – 31.05	5	21.05	38
конец	20.05 – 15.06	5	01.06	26
среднее время цветения, дней	21			
Дуб черешчатый, начало	03.05 – 28.05	6	16.05	27
массовое	11.05 – 04.06	7	22.05	19
конец	20.05 – 12.06	7	31.05	19
среднее время цветения, дней	15			
Ракитник русский, начало	01.05 – 08.06	8	17.05	54
массовое	09.05 – 17.06	8	24.05	48
конец	17.05 – 20.07	14	10.06	45
среднее время цветения, дней	25			
Рябина обыкновенная, начало	10.05 – 15.06	9	25.05	47
массовое	17.05 – 21.06	8	31.05	39
конец	31.05 – 24.06	7	11.06	31
среднее время цветения, дней	18			
Роза майская, начало	13.05 – 24.06	9	03.06	55
массовое	24.05 – 02.07	8	13.06	47
конец	15.06 – 29.07	10	29.06	49
среднее время цветения, дней	27			
Малина лесная, начало	20.05 – 24.06	8	08.06	57
массовое	02.06 – 02.07	8	15.06	46
конец	13.06 – 31.07	12	01.07	42
среднее время цветения, дней	24			
Липа мелколистная, начало	15.06 – 17.07	8	01.07	57
массовое	23.06 – 25.07	7	09.07	44
конец	05.07 – 09.08	8	21.07	46
среднее время цветения, дней	21			

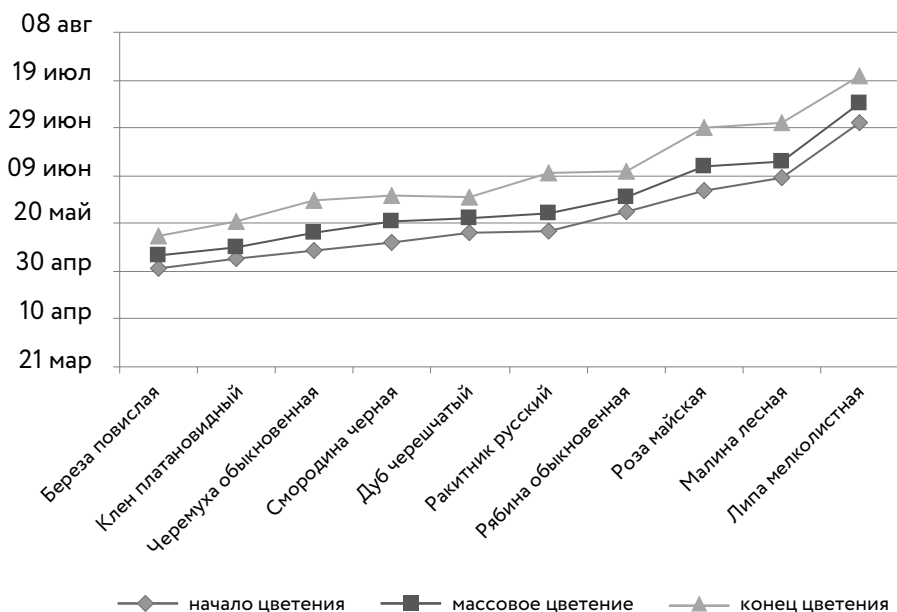


Рисунок 1. Средние сроки подфаз цветения медоперганосных деревьев и кустарников заповедника «Шульган-Таш».

Большая часть раннецветущих видов деревьев и кустарников служит нектароносами и пыльценосами для бурзянской бортовой пчелы, образуя «конвейер медоносов». Для развития пчёл также важен взятки нектара и пыльцы с ив разных видов, прежде всего, ивы белой (*Salix alba* L.), козьей (*S. carnea* L.), пепельной (*S. cinerea* L.), пятичичинковой (*S. pentandra* L.). Средние сроки цветения ивовых — с 25 апреля по 10 июня.

В летний период, благоприятный для развития насекомых, цветут исключительно энтомофильные виды, среди них важнейшим нектароносом является липа мелколистная. В некоторые годы цветения липы и дуба не наблюдается, как правило, в связи с повреждением их бутонов заморозками. Относительно главного медоносного дерева — липы — чаще складывается ситуация, когда нектар для пчёл недоступен из-за загустения в жаркую погоду, либо смывается дождями. Особенность этологии аборигенных пчёл, обитающих на территории заповедника «Шульган-Таш» в искусственных дуплах (бортях и колодах), на ульевых и колодных пасеках, в естественных дуплах (дички), состоит в том, что для переключения с одного корма на другой им требуется около 3 дней. В естественной среде обитания для пчёл огромное значение имеют погодные условия: даже обильное цветение медоноса или перганоса не гарантирует взятки, если пчелам мешают «работать» ветер, холод или дождь. Наблюдаемое нами усиление контрастности климата в горно-лесном поясе Башкортостана не благоприятствует сохранению бурзянской бортовой пчелы.

Литература

Бакалова М.В. Влияние климатических изменений на фенологические сезоны в горно-лесном поясе Южного Урала // Современное состояние фенологии и перспективы ее развития: Мат. межд. научно-практ. конф., посвящ. 115-летию В. Батманова (Екатеринбург, 17–18 декабря 2015 г.), 2015. – С. 223–226.

Ишемгулов А.М., Бурмистров А.Н. Медоносные ресурсы Башкортостана. – Уфа: Информреклама, 2008. – С. 31–166.

Мартыненко В.Б., Ямалов С.М., Жигунов О.Ю., Филинов А.А. Растительность государственного природного заповедника «Шульган-Таш». – Уфа: Гилем, 2005. – 272 с.

Медовые ресурсы заповедника «Шульган-Таш»: Монография / Р.Г. Курманов и др. Уфа: РИЦ БашГУ, 2010. – 100 с.

Соколов Ю.В. Лёд в пещерах Башкортостана // Биологическое разнообразие, спелеологические объекты и историко-культурное наследие охраняемых природных территорий Республики Башкортостан. Сборник научных трудов. Вып. 3. – Уфа: Информреклама, 2008. – С. 184–196.

THE PHENOLOGY OF THE FLOWERING OF THE MELLIFEROUS TREES AND SHRUBS OF THE «SHULGAN-TASH» RESERVE

Saifullina N.M., Kildiyarova G.N.

«Shulgan-Tash» State Nature Biosphere Reserve, kapova@inbox.ru

The work analyzes the long-term data on the flowering time of 10 species of trees and shrubs of the Shulgan-Tash reserve, which form the honeybase of the aboriginal bee *Apis mellifera mellifera* L., for the period 1959–2018.

Key words: nature reserve, phenology, trees, shrubs, flowering, melliferous, pollenots, burzyan wild-hive bee, database.

ФЕНОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ВОРОНЕЖСКОМ ЗАПОВЕДНИКЕ

Сапельникова И.И.

Воронежский государственный природный биосферный заповедник им. В.М. Пескова,
Воронеж, is@reserve.vrn.ru

В статье представлены некоторые обобщения по результатам многолетних фенологических исследований по климату, растениям и срокам весеннего прилета птиц в Воронежском заповеднике. Представлен используемый автором формат визуализации феноклиматических особенностей года для оформления Летописи природы.

Ключевые слова: Воронежский заповедник, фенология, изменения климата, сроки весеннего прилёта птиц, долговременные изменения, летопись природы.

Воронежский биосферный природный государственный заповедник был создан 3 декабря 1923 года. Это одна из старейших особо охраняемых территорий России. Заповедник расположен в подзоне типичной лесостепи в северной части Усманского леса на границе Воронежской и Липецкой областей. Усманский лесной массив представляет собой большой лесной остров среди агроландшафтов и расположенных по его границе населенных пунктов. Географические координаты центра территории 51°55' с.ш. 39°30' в.д. Общая площадь заповедника составляет 31053 га, покрытая лесом — 28893 га. Территория заповедника компактна и находится примерно в одинаковых климатических условиях. Через заповедник проходит граница атлантико-континентальной и континентальной климатических областей, поэтому он подвержен влиянию воздушных масс с Атлантического океана и циклонов, приходящих со Средиземноморья (Лавров и др., 1989; Гончарова, Стародубцева, 2016). Климат умеренно континентальный, средняя температура июля 19.6°C, января — -8.6°C. Среднегодовая температура изменяется от 2.9°C до 7.8°C, в среднем составляет 5.7°C. Отмеченный максимум температуры воздуха — 41.4°C (4.08.2010), минимум — -41.8° (3.02.1967). Годовая сумма осадков колеблется от 427 до 891 мм, в среднем выпадает 638 мм. Осадки обильны летом (в среднем 198 мм) и зимой (193 мм), осенью их количество снижается в среднем до 147 мм, а весной по многолетним данным выпадает около 100 мм (Базильская, 1996; Базильская, Булкина, 1979; Сапельникова, Базильская, 2015).

Метеостанция в Воронежском заповеднике была организована в 1929 году как станция ведомственного значения второго разряда и с тех пор работает постоянно, лишь в 1941–1942 годах был небольшой перерыв по некоторым элементам метеонаблюдений. Её географические координаты: широта 51°52'38,45'', долгота 39°39'10.78''. Высота над уровнем моря 129 м (Базильская, Стародубцева, 2012). Четырехсрочные наблюдения ведутся над

основными метеоэлементами с помощью стандартных приборов. В 1943–1946 гг. и с 1948 г. по апрель 1951 г., на метеостанции производились трехсрочные наблюдения. В средние температуры за эти годы введены поправки Вильда. Сроки наблюдений менялись: первоначально они проводились в 07, 13, 19, 21 час; впоследствии — в 01, 07, 13, 19 час; с января 1966 года и по настоящее время — синхронно со всеми станциями, входящими в систему метеослужбы: в 03, 09, 15, 21 час. (Венгеров и др., 2001). В апреле 1953 года на метеостанции Воронежского заповедника используемый ранее дождемер был заменен на осадкомер. С 1 января 1966 года на всех метеостанциях бывшего СССР стали вводить поправку на смачивание. Чтобы данные по месячным суммам осадков до 1.01.1966 года и после этой даты можно было объединить в единые многолетние ряды, были применены поправочные коэффициенты. В качестве поправок использовались коэффициенты для станции Графская, которая в указанные годы находилась в 5 км от метеостанции Воронежского заповедника (Справочник по климату СССР, 1968).

Метеоданные периодически обобщались и анализировались в трудах Воронежского заповедника. Публикации разных лет содержат подробный справочный материал по температуре воздуха, осадкам, характеристикам сезонов года. Было показано, что местный климат леса заметно отличается от местных климатов окружающих открытых мест (Булкина, Гоббе, 1964; Базильская, Булкина, 1979; Базильская, 1997).

Современный анализ характеристик некоторых фенологических событий (установление снежного покрова и ледостава, продолжительность сезонов года и др.) показал, что за 80 лет произошли достоверные изменения некоторых региональных климатических параметров. По сравнению с началом 30-х годов прошлого века годы стали теплее, возросли среднемесячные температуры января, марта и апреля, увеличилась сумма осадков в июне, изменились сроки ледостава и сократилась его продолжительность, увеличилась частота оттепелей в январе, уменьшилась продолжительность зимнего сезона, увеличилась продолжительность периодов со среднесуточной температурой воздуха выше 10°C и минимальной температурой воздуха выше 0°C, уменьшилась частота заморозков в октябре. Продолжительность морозного периода сократилась почти на 17 дней, продолжительность периода с устойчивыми температурами выше 10°C увеличилась почти на 12 дней. Регрессионный анализ показал: изучать динамику годовой суммы осадков в старых заповедниках, где наблюдения начаты до 1966 года, без соответствующих поправок некорректно. Так, регрессионный анализ данных по годовой сумме осадков без поправок выдает достоверный положительный тренд (рисунок 1). После корректировки выявленные направленные изменения не подтвердились (Сапельникова, Базильская, 2015).

Материалы по фенологии растений в Воронежском заповеднике собираются с 1937 года. Первым фитофенологом была ботаник М.В. Николаевская (данные за 1937–1949 гг.), проводившая наблюдения в районе пос. Чистое — Центральная усадьба заповедника. В 1950–56 гг. наблюдения вела

Л.А. Гоббе, в 1957 г. — Н.И. Лаврова. С 1958 по 1987 гг. фенологией растений занималась Е.В. Кузнецова. В 1988 году ботаником заповедника Е.А. Стародубцевой были организованы фенологические наблюдения за растительными сообществами на пяти постоянных пробных площадках и фенологическом маршруте. С 1989 года по настоящее время фенологические наблюдения ведутся автором статьи. В 2012 году сбор фенологических данных осуществлялся лаборантом-исследователем А.С. Сапельниковой и старшим госинспектором заповедника Г.Б. Бобковым. По всей видимости, строгой преемственности между первыми наблюдателями не было, так как фенологические объекты располагались на участках и маршрутах, полностью не совпадающих. В первую очередь это касается наблюдений до и после 1950 года. Однако маршруты были значительной протяженности и располагались в радиусе 3–5 км от центральной усадьбы, это позволяет нам использовать массив феноданных как единый. Известно, что сезонное развитие растений может сильнее отличаться не из-за удаленности объектов друг от друга (как в нашем случае), а в результате произрастания в местах, разных по богатству почв, условиям освещенности, влажности и т.д. При смене наблюдателей также могут возникать ошибки. Здесь важно соблюдение единого методического подхода: наблюдения ведутся по одной методике, за большим количеством видов, популяции растений многочисленны, представлены в разных биотопах. Это позволяет выводить средние значения для вида и для фазы. Наблюдатели на протяжении многих лет руководствовались самыми распространенными методическими пособиями (Шиманюк, 1938; Преображенский, Галахов, 1948; Жарков, 1956; Бейдеман, 1954, Щульц, 1981; и др.).

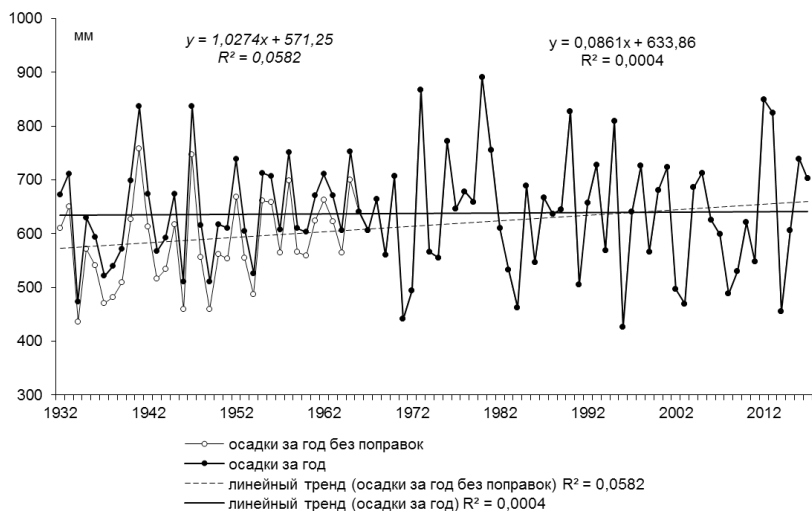


Рисунок 1. Динамика суммы осадков за год в Воронежском заповеднике.

В одной из первых статей по обобщению многолетних фенологических рядов была дана характеристика типам вёсен в Воронежском заповеднике и представлены данные за 24 года по срокам сезонного развития 57 древесно-кустарниковых и травянистых видов на фоне гидротермического режима апреля-мая (Гоббе, 1964).

Итоги фенологических наблюдений за 1937–1966 гг. дают представление о сроках цветения у травянистых растений, появлении листьев, цветении, урожайности плодов и окончании листопада у древесно-кустарниковых видов (Гоббе, Николаевская, 1958; Гоббе, 1964). В статье коллектива авторов (Барабаш и др., 1979) кроме справочного материала дат цветения летнецветущих видов по годам, представлены феноспектры зависимости сроков и продолжительности цветения от элементов погоды.

В 1988–2011 гг. велись наблюдения за фенологией некоторых растительных сообществ заповедника: ольшаником таволгово-крапивным, дубняком снытево-осоковым, осинником снытевым, березняком орляково-снытево-осоковым и сосняком-черничником. Часть полученного материала по многолетним данным (1988–2005 гг.) обработана и представлена в виде общих характеристик сезонного развития указанных сообществ. Были даны фенологические описания видов, населяющих растительные сообщества (Сапельникова, 2007).

По мере накопления многолетних данных появилась возможность анализировать изменение климатических характеристик во времени, оценить вклад циклических составляющих в динамику показателей температуры воздуха и сумм осадков. Было показано присутствие в динамике многолетнего хода месячных температур воздуха для января-апреля 11-летней компоненты (Сапельникова, 2002а). Эта же цикличность присутствует в фенологических рядах начала зеленения и начала цветения у лещины (*Corylus avellana*), берёзы повислой (*Betula pendula*), черёмухи обыкновенной (*Padus avium*), рябины (*Sorbus aucuparia*), липы (*Tilia cordata*). Её вклад в динамику составляет от 6% до 21%. Оценка корреляционных связей между температурными характеристиками, осадками января-июня и блоком указанных выше феноявлений показала присутствие достоверных связей между всеми фенособытиями. Между фенофазами начала зеленения и цветения изучаемых видов растений корреляционная связь гораздо выше (0,51–0,92), чем между метеопараметрами разных месяцев (0,25–0,51). Для указанных выше фенособытий древесно-кустарниковых видов наиболее тесная обратная связь (-0,38–(-0,89); $p < 0.001$) с температурным режимом апреля (Сапельникова, 2002б). Более подробный анализ структуры многолетних рядов метеоданных Воронежского заповедника с помощью программы «Мезозавр» (Пузаченко, Пузаченко, 1998) подтвердил присутствие циклических компонент для всех месяцев года. Среди циклических характеристик многолетних рядов в структуре рядов наиболее часто встречаются периодичности в 8–9 и 10–11 лет. Возможно присутствие 25–34 летней периодичности, но на момент анализа длина рядов не позволяла делать корректные выводы.

Анализ также показал наличие достоверной связи разной направленности слабой и средней силы (0,25–0,43) между текущим годом и погодными условиями предшествующих лет (1 и 2 года). По-видимому, в природе существует механизм, действующий по принципу обратной связи, который регулирует погодные условия разных месяцев и лет, что обеспечивает многолетнюю стабильность гидротермического режима года (Сапельникова, Базильская, 2002).

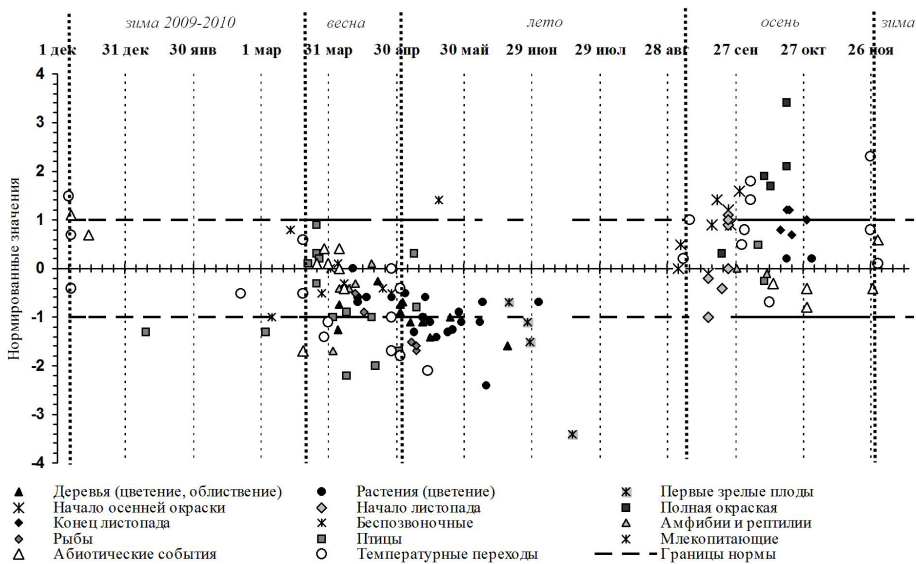


Рисунок 2. Схема феноклиматического года в Воронежском заповеднике в 2010 году.

Интерес научной общественности к вопросам, связанным с современным потеплением климата, был поддержан и сотрудниками Воронежского заповедника. В ряде работ за последние два десятилетия были сделаны некоторые обобщения по многолетней динамике сезонных процессов. Установлено, что в сравнении с 30-ми годами XX века произошло смещение весенних явлений у растений и некоторых событий у животных на более ранние сроки. Такое стало возможным из-за современного роста температурного режима в марте и апреле. Было установлено для лещины, берёзы, черемухи, рябины и липы, что появление листьев и начало цветения сместилось на более ранние сроки (Венгеров и др., 2000). За следующие 12 лет (сравнение данных анализа за 1937–1999 гг. и 1937–2012 гг.) средняя многолетняя дата изменилась ещё на 1 сутки. Появились достоверные убывающие тренды для дат начала пыления сосны (*Pinus sylvestris*), начала цветения рябины и липы. Если для достоверного сдвига на более ранние сроки цве-

тения лещины или ольхи, средние многолетние даты которых соответствуют 9 апреля и 10 апреля, было достаточным повышенного температурного фона в марте, то для изменения сроков цветения древесно-кустарниковых видов, зацветающих во второй половине апреля и первой половине мая, необходимы более стабильные и длительные направленные изменения в ходе весенних температур. Тогда у этих видов также произойдут направленные изменения среднемноголетних показателей. То, что сегодня мы наблюдаем начало этих изменений, говорит о продолжающейся тенденции потепления весеннего сезона. При выборе индикаторов региональных климатических циклов следует обращать внимание на те виды, у которых наступление фаз разворачивания листьев и цветения приходится на вторую половину весеннего сезона. Для Воронежского заповедника в качестве таких индикаторов можно указать на сосну, рябину и липу (Сапельникова и др., 2012). Также было установлено, что сроки наступления сезонного события указанных видов более зависят от температурного режима одного или двух месяцев, предшествующих началу феноявления. Корреляционная связь с предшествующими декадными температурами у этих же фенособытий слабее, чем с месячными.

Анализ многолетней динамики осенних явлений у древесно-кустарниковых растений Воронежского заповедника (15 видов) показал, что на современном этапе присутствуют достоверные изменения в сроках наступления осенней окраски листвы и сроках листопада (Сапельникова, 2015б). Как было показано выше, увеличилась современная продолжительность безморозного периода и периода с суточными температурами выше 10°C. Т.е. период, благоприятный для вегетации растений, удлинился. У 8 видов – клён остролистный (*Acer platanoides*), ольха чёрная (*Alnus glutinosa*), берёза бородавчатая, лещина, ясень обыкновенный (*Fraxinus excelsior*), осина (*Populus tremula*), липа и вяз гладкий (*Ulmus laevis*) в среднем увеличилась продолжительность облиственного состояния. Для 17 видов появление листьев наступает в среднем на 9 дней раньше, чем в 1937–1938 гг. Начало осенней окраски достоверно стало наступать раньше у рябины и черёмухи. Начало листопада сместилось на более ранние сроки у ольхи, вяза гладкого, липы, ясеня и клёна татарского (*Acer tataricum*). В последние годы заметно стала задерживаться полная осенняя окраска листьев или наступление «золотой осени». Достоверные смещения сроков этой фазы произошли у клёна остролистного, берёзы, лещины, осины, дуба черешчатого (*Quercus robur*) поздней формы, липы и вяза гладкого. В среднем задержка наступления фенодаты достигает 14 дней. У этих же видов, кроме вяза гладкого, сократилась продолжительность периода «золотой осени». Также уменьшилась продолжительность нахождения в осенней окраске у клёна татарского. У всех указанных видов нет достоверной задержки в окончании листопада, поэтому речь идет о сокращении продолжительности полной окраски листьев за счет более позднего наступления этой фазы. Сдвинулся конец листопада, в среднем на 9 дней: при этом у ольхи чёрной и вяза глад-

кого он задерживается, а у крушины (*Frangula alnus*) и черёмухи наступает раньше. Для видов, у которых задерживаются сроки наступления золотой осени — задержка окончания листопада не выявлена. Для клёна остролистного, берёзы, лещины и дуба показана прямая зависимость задержки полной осенней окраски от увеличения продолжительности температурного периода со среднесуточными температурами выше 10°C. Выявленные тенденции интересны, насколько они стабильны, покажут дальнейшие наблюдения. Для лучшего понимания происходящих осенних процессов у древесно-кустарниковых видов в заповеднике необходимо продолжить анализ многолетних рядов и более внимательно рассмотреть зависимость фенодат от температурного режима и увлажненности летних сезонов и начала осени на фоне периодических колебаний грунтовых вод.

Электронная база по фенологии растений заповедника содержит данные о 400 видах. Полнота дат по годам и фенофазам разная. Исторически у травянистых растений регистрируются фазы цветения (при изучении растительных сообществ число фенофаз было 20), а у древесно-кустарниковых видов — фазы цветения, облиствения и осенних явлений. По цветению травянистых растений, чьи ряды составляют не меньше 30 лет, есть данные почти для 100 видов. Такая информационная база и база по метеоданным (с 1932 года) позволяет восстанавливать пропуски в длинных рядах наблюдений. Опыт восстановления пропущенных фенодат с помощью сопряженных многолетних рядов представлен в одноименной статье (Сапельникова, 2015а).

Сведения о степени цветения и об урожайности семян и плодов немногочисленны. Как правило, оценка цветения и урожайности дается годникам и основным древесно-кустарниковым видам. Оценка дается по глазмерной шкале Формозова (Жарков, 1956). В отчётах фенолога и книгах Летописи природы также приводятся текстовые данные о сроках появления нескольких видов грибов: сморчок, подберёзовик, подосиновик, белый гриб, опёнок. Данные по урожайности растений и грибов не обрабатывались, периодически используются при анализе численности млекопитающих.

Данные по фенологии беспозвоночных животных собираются с 1937 года. В сборе материала, как правило, участвовали лесники-наблюдатели, переименованные в конце XX века в госинспекторов охраны. Курировали сбор этой информации, обрабатывали и помещали в отчёты ответственные специалисты из научных сотрудников или штатный фенолог. Надо отметить, что практически до середины 10-х годов начала XXI века организация сбора данных по сезонным явлениям силами лесной охраны Воронежского заповедника была хорошей и удовлетворительной. Это была большая помощь фенологу. Низкая текучесть кадров в те годы, понимание руководством важности ведения фенологических наблюдений, соответствующий контроль — всё это способствовало получению большого объема информации с мест (3 лесничества, около 30 обходов). Даже если среди поступающего материала были ошибочные данные (иногда путались римские числа месяцев: IV и VI), неверные данные (человек писал откровенную «липу»),

специалист мог сделать отбраковку и выбрать достоверную информацию (для дат первой и последней встреч), или же поместить в отчёт среднюю дату события с минимальной ошибкой — выборка это позволяла.

В группе беспозвоночных животных наиболее полные ряды есть по следующим фенособытиям: первый облет пчёл, оживление муравейников, появление бабочек-лимонниц, появление бабочек-крапивниц, выход дождевых червей, появление комаров-толкунов, появление майского хруща (жука), появление и массовый лет комаров-кусок, появление мошки-кровососки, появление слепней, появление клещей, исчезновение слепней. Есть электронная база данных для указанных фенособытий. Несмотря на то, что анализ многолетних рядов не проводился, экспресс-оценка динамики показывает, что на современном этапе весенние события у некоторых беспозвоночных в среднем наступают в более ранние сроки по сравнению с концом 30-х годов XX века.

Данные по весеннему прилёту птиц и другим сезонным событиям этой группы позвоночных животных собираются с 1936 года. В сборе материала в разное время принимали участие научные (технические) сотрудники и работники лесной охраны (Н.К. Павловский, Л.А. Гоббе, К.С. Ермолов, Н.М. Никитин, Н.М. Комов, Ю.П. Лихацкий, П.Д. Венгеров (с 1985 г. по настоящее время) и др.). Наблюдения за прилетом птиц проводились на всей территории заповедника, но основной материал получен из его юго-восточной части, то есть из района Центральной усадьбы и прилегающих участков. Во время работы по климатическому гранту ВВФ (1999–2000 гг.) при изучении отклика биоты заповедника на долговременные климатические изменения были выявлены достоверные убывающие линейные тренды: у обыкновенной кукушки, деревенской ласточки и обыкновенного соловья в период 1936–1999 гг., у обыкновенной иволги в период 1943–1999 гг. Для рано прилетающих птиц достоверного сдвига прилета на более ранние сроки выявлено не было (Венгеров и др., 2001). Работы по анализу сезонных явлений у птиц продолжаются и в настоящее время. Так было изучено влияние изменения температурного режима марта и апреля на сроки прилета и размножение певчего дрозда (*Turdus philomelos*) и зяблика (*Fringilla coelebs*). Весенний прилет этих видов тесно связан с температурными условиями. В ранние теплые весны птицы прилетают на места гнездования гораздо раньше, чем в холодные. Однако четко выраженного тренда более раннего прилета данных видов в связи с потеплением весны за длительный период времени (1936–2010 гг.) не наблюдается (Венгеров, 2011). В 2015 году многолетняя динамика сроков весеннего прилета была проанализирована уже у 25 видов птиц (Венгеров, 2015). Из этих птиц 10 видов, зимующих преимущественно в Европе и на Ближнем Востоке (ближние мигранты), 12 видов — зимующих в Африке, и два вида — зимующих в Индии и Юго-Восточной Азии (дальние мигранты). В зависимости от вида, длительность рядов наблюдений была от 29 до 77 лет. В качестве регистрируемого параметра прилета использовали дату первой

весенней встречи или первой брачной песни (крика). У рано прилетающих птиц средняя дата прилета приходится на март или первую пятидневку апреля. У 11 видов средняя дата прилета укладывается в период 6–30 апреля, это птицы со средними сроками прилета, и четыре вида прилетают в первой половине мая. Несмотря на достоверные линейные тренды роста температур воздуха в марте и апреле и на тесную связь дат прилета большинства птиц с весенней температурой воздуха, достоверные линейные тренды динамики сроков прилета демонстрируют только девять из изученных 25 видов птиц. Во всех статистически значимых случаях тренды отрицательные, т. е. произошло смещение дат прилета на более ранние сроки. Из рано прилетающих видов (ближних мигрантов) это свойственно грачу (*Corvus frugilegus*), белой трясогузке (*Motacilla alba*) и черному дрозду (*Turdus merula*), а из видов со средними и поздними сроками прилета — канюку, черноголовой славке (*Sylvia atricapilla*), пеночке-теньковке (*Phylloscopus collybita*), черному стрижу (*Apus apus*), обыкновенной иволге (*Oriolus oriolus*) и малой мухоловке (*Ficedula parva*). У остальных птиц тренды практически отсутствуют или они отрицательные, но статистически недостоверные. К ним относятся вальдшнеп (*Scolopax rusticola*), певчий дрозд и зяблик. Только у пеночки-веснички (*Phylloscopus trochilus*) наблюдается положительный тренд, но он также статистически не значим. Так же в своей статье П.Д. Венгеров разбирает особенности биологии видов, динамики их численности, зимовки и т.п., которые являются не менее важными факторами, оказывающими влияние на сроки прилёта на фоне современного регионального изменения климата.

Фенологические наблюдения для других групп позвоночных Воронежского заповедника велись с перерывами, регистрируемых фенофаз немного: копытные — начало гона, появление молодняка, сбрасывание рогов (благородный олень); норные животные — начало гона (лисица), появление молодняка, первая встреча (барсук, енотовидная собака), еж белогрудый (первая и последняя встречи); амфибии и рептилии — первая и последняя встречи. Данные по встречам животных, их сезонному развитию хранятся в архивах заповедника в дневниках лесников-наблюдателей, в книгах Летописей природы и отчётах научных сотрудников. Анализ многолетних рядов не проводился.

В 1954–1969 гг. научный отдел Воронежского заповедника возглавлял И.В. Жарков. Им было подготовлено пособие для наблюдателей заповедников. Первое издание «Простейшие наблюдения в природе» тиражом в 1000 экземпляров вышло в 1954 году, в 1956 году вышло второе дополнительное издание (3500 экземпляров) с некоторыми правками, которые были внесены автором после получения отзывов и предложений из разных заповедников. Книги рассылались по заповедникам бесплатно. Много лет это пособие было настольной книгой не только для лесников-наблюдателей заповедников, расположенных в разных природных зонах, но и молодых научных сотрудников, которые только приобретали самостоятель-

ный опыт фенологических наблюдений. Листая сегодня старые страницы, удивляешься масштабу проводимых наблюдений, расстановке приоритетов в заповедной науке, организации сбора материала. Заложенное в 50-е годы администрациями заповедников в своих коллективах понимание важности ведения фенологических наблюдений, обеспечение и организация работ, соответствующая кадровая политика и контроль — всё это позволило старейшим заповедникам страны в трудные экономические годы сохранить преемственность в сборе важного материала. И сегодня в итоге реализации правильно поставленных целей заповедная наука страны имеет большой архив долговременных рядов сезонного развития природы на географически огромной территории.

Поиски информативного и наглядного оформления получаемых фенологических данных для представления в ежегодных годовых отчётах и книгах «Летопись природы» с учётом методических рекомендаций (Филонов, Нухимовская) завершились выработкой формы феноклиматической характеристики года, сочетающей табличный и графический материалы (Сапельникова, 2000, 2014). Табличный материал по фенологии и метеорологии, обязательный для представления в книге «Летописи природы», сложен для восприятия из-за обилия безликой цифровой информации. И он очень выигрывает, когда сопровождается зрительным образом — графически условным изображением феноклиматического спектра года. В специальной таблице дается полная информация по феноявлениям: название феноявления, дата текущего года, средняя многолетняя величина со стандартным отклонением, разница в днях между датой текущего года и многолетним значением, та же разница, выраженная через нормированное отклонение (отношение разницы дат текущего года и многолетнего значения к стандартному отклонению). На сопровождающей таблицу точечно-линейном графике ось абсцисс — это временной отрезок, соответствующий текущему фенологическому году. Условными значками обозначаются даты наступления фенофаз, температурные переходы и абиотические процессы, представленные через нормированные отклонения. Пунктирные линии, параллельные оси ОХ и проходящие через значения 1 и -1 ограничивают пространство вокруг оси абсцисс, соответствующее типичному поведению или норме. Почему корректнее использовать нормированные, а не абсолютные отклонения — феноаномалии? Абсолютные отклонения (в днях) от многолетних величин не позволяют сравнивать между собой даже фазы одного вида, так как средние величины наступления каких-либо событий в природе варьируют по-разному. Используя нормированные значения, мы можем сравнивать величины с разными дисперсиями. В работах Г.Н. Зайцева по фенологии травянистых и древесно-кустарниковых растений хорошо показано, что среднеквадратическое отклонение, как средняя величина отклонений, по своему физическому смыслу есть граница типичных и нетипичных вариантов или фенодат (Зайцев, 1978, 1981). Отклонение, а значит и событие, находится всегда в пределах нормы, если выполняется условие:

$|n| < 1$, где n – нормированное отклонение. Таким образом, среднее квадратическое отклонение, кроме его важной чисто математической роли имеет значение как мера типичности измеряемых признаков, величины которых распределяются по нормальному типу (Зайцев, 1984). Большинство событий сезонных явлений в природе распределяется именно по нормальному типу. Для оценки характера феноклиматического режима года вполне достаточно предлагаемого разделения на типичные и нетипичные события. Детализация нетипичности в каждом конкретном случае может уточняться специалистом с учётом знания биологии конкретных видов и основ математической статистики. Как образец ниже дана схема феноклиматической характеристики 2010 года (рисунок 2). Этот график хорошо дополняют диаграммы месячных температур и осадков, где данные приводятся в абсолютных и нормированных значениях (рисунок 3).

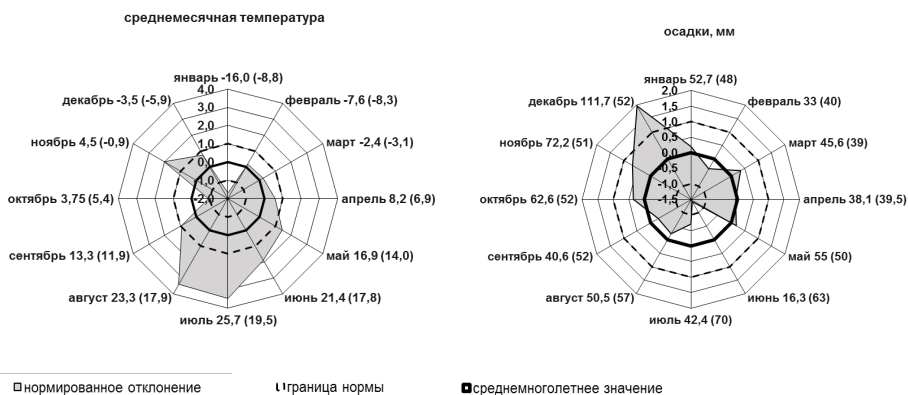


Рисунок 3. Диаграммы температуры воздуха и сумм осадков по месяцам, выраженные через нормированные отклонения в 2010 году.

Главное назначение предлагаемых схем – дать быстрое наглядное представление об характеристиках года: особенностях гидрометеорологических параметров, срокам наступления сезонов, характера вегетационного сезона (ранний, обычный, поздний, короткий, длинный), особенностям сезонного развития растений и некоторых явлений в жизни основных групп животных.

В заключении необходимо отметить, что накопление многолетнего материала по сезонному развитию природы в Воронежском заповеднике стало возможным только благодаря существованию научного отдела на постоянной, а не договорной основе, при выполнении триединых задач особо охраняемых территорий: наука, охрана и просвещение. Благодаря нашим предшественникам, продолжавшим работать в самое напряженное время (вторая мировая война, трудные в экономическом плане 90-е годы) сегодня

мы имеем возможность проводить анализ многолетних рядов, изучать как меняется или не меняется феноклиматическая характеристика особо охраняемой территории во времени. Когда руководство заповедника правильно расставляет приоритеты, выигрывают все, в первую очередь наши последователи и потомки. Они получают в дар не только сохраненную территорию с её биоразнообразием, но и информацию из прошлого, что происходило с климатом, растениями и животными. Тот, кто думает и заботится о будущем своего народа и страны, понимает ценность таких материалов.

Литература

- Базильская И.В., Булкина А.П. Закономерности и отклонения в годовом цикле климатического режима Воронежского заповедника (по данным 1932–1974 гг.) // Вопросы метеорологии и фенологии: Труды Воронеж. гос. заповедника, Вып. XXII, – Воронеж, 1979. С.3–23.
- Базильская И.В. Закономерности и отклонения в годовом цикле климатического режима Воронежского заповедника (по данным 1975–1996 гг.) // Развитие природных комплексов Усмань-Воронежских лесов на заповедной и антропогенной территориях: Труды Вор. биосф. гос. заповедника. Вып. XXIII. – Воронеж: «Биомикс», 1997. – С. 5–13.
- Базильская И.В. Закономерности и отклонения в годовом цикле климатического режима Воронежского заповедника (по данным 1997–2006 гг.) // Труды Воронеж. гос. заповедника. Вып. XXIV. – Воронеж: ВГПУ, 2007. – С. 6–21.
- Барабаш Г.И., Гоббе Л.А., Кузнецова Е.В., Николаевская М.Н. Сроки цветения летних трав в Воронежском заповеднике // Вопросы метеорологии и фенологии: Труды Воронеж. гос. заповедника, Вып. XXII. – Воронеж, 1979. – С. 38–82.
- Бейдеман И.Н. Методика фенологических наблюдений при геоботанических исследованиях. – Л.: Изд-во АН СССР, 1974. – 132 с.
- Булкина А.П., Гоббе Л.А. Характеристика метеорологических условий в Усманском бору // Колебания условий среды и влияние их на лес. Труды Воронеж. гос. заповедника. Вып. XIV. – Воронеж: Центрально-черноземное книжное изд-во, 1964. – С. 4–15.
- Булкина А.П., Затулей К.С., Скрябин М.П. К вопросу о влиянии леса Воронежского заповедника на атмосферные осадки // Вопросы метеорологии и фенологии. Труды Воронеж. гос. заповедника, Вып. XXII. – Воронеж, 1979. С. 24–37.
- Венгеров П.Д. Влияние изменений климата на сроки прилета и размножения певчего дрозда (*Turdus philomelos*) и зяблика (*Fringilla coelebs*) в Воронежском заповеднике // Успехи современной биологии. Т. 131. № 4, 2011. – С. 416–424.
- Венгеров П.Д. Сроки весеннего прилета птиц в Воронежском заповеднике на фоне длительных климатических изменений // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия Естественные науки. № 3 (200). Вып. 30, 2015. – С. 82–92.
- Венгеров П.Д., Сапельникова И.И., Базильская И.В., Масалькин А.И. Климатические изменения и вызываемые ими прямые и косвенные эффекты в Воронежском заповеднике // Влияние изменений климата на экосистемы. Охраняемые природные территории России: анализ многолетних наблюдений. – М.: WWF, 2001. – С. 39–47.
- Гоббе Л.А. Типы вёсен и сроки весеннего развития растений в лесу Воронежского заповедника // Колебания условий среды и влияние их на лес. Труды Воронеж. гос. заповедника. Вып. XIV. – Воронеж: Центрально-черноземное книжное изд-во, 1964. – С. 16–41.

- Гоббе Л.А., Николаевская М.В. Сроки сезонного развития деревьев и кустарников в Воронежском заповеднике // Охрана природы Центрально-черноземной полосы. Сб.1. – Воронеж, 1958. – С. 173–209.
- Гончарова Н.Л., Стародубцева Е.А. Динамика структуры площадей Воронежского заповедника и основных характеристик древостоев (1937–2013 гг.) // Труды Воронежского государственного заповедника. Вып. XXVIII. – Ижевск: ООО «Принт-2», 2016. – С. 328–359.
- Гулинова Н.В. Методы агроклиматической обработки наблюдений. – Л.: Гидромете-оиздат, 1974. – С. 15.
- Жарков И.В. Простейшие наблюдения в природе // Пособие для наблюдателей запо-ведников. Второе допол. издание. – М.: Изд-во Мин. сельского хозяйства СССР, 1956. – 128 с.
- Зайцев Г.Н. Фенология травянистых многолетников. – М.: Наука, 1978. – 145 с.
- Зайцев Г.Н. Фенология древесных растений. – М.: Наука, 1981. – 120 с.
- Зайцев Г.Н. Математика в экспериментальной ботанике. – Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1984. – 288 с.
- Лавров Л.С., Семенов В. А., Трегубов В. В. Воронежский заповедник // Заповедники Европейской части РСФСР. Ч. 2. – М.: Мысль. – С. 164–188.
- Преображенский С.М., Галахов Н.Н. Фенологические наблюдения / Руководство. – М., 1948. – 156 с.
- Пузаченко А.Ю., Пузаченко А.Г. Анализ многолетних наблюдений на основе данных «Летописи природы»: оценка параметров динамики // Методические рекомендации для сотрудников заповедников. Машинопись, 1998. – 76 с.
- Сапельникова И.И. Опыт анализа и форма представления фенологических дан-ных в «Летопись природы» на примере Воронежского заповедника // Ботанические, почвенные и ландшафтные исследования в заповедниках Центрального Черноземья: Труды Ассоциации особо охраняемых природных территорий Центрального Чернозе-мья России. Вып.1. – Тула, 2000. – С. 50–57.
- Сапельникова И.И. Некоторые результаты анализа динамики многолетних рядов ВГЗ // История и развитие идей П.П. Семенова-Тян-Шанского в современной науке и практике школьного образования (Мат. всеросс. научно-практ. конф.). Т. 2. – Липецк, 2002а. – С. 183–184.
- Сапельникова И.И. Связь гидротермических и фенологических событий в ВГЗ // История и развитие идей П.П. Семенова-Тян-Шанского в современной науке и прак-тике школьного образования (Мат. всеросс. научно-практ. конф.). Т. 2. – Липецк, 2002б. – С. 184–186.
- Сапельникова И.И. Многолетние данные по фенологии некоторых растительных сообществ Воронежского заповедника // Труды Воронеж. гос. заповедника. Вып. XXIV. – Воронеж, ВГПУ. 2007, – С. 180–233.
- Сапельникова И.И. Феноклиматическая периодизация года на примере Воронежского за-поведника // Труды государственного природного биосферного заповедника «Централь-носибирский». Вып. 3 (5), – Красноярск: Сибирские промыслы, 2104. – С. 199–206.
- Сапельникова И.И. Опыт восстановления фенодат у растений // Вклад особо охраняемых природных территорий в экологическую устойчивость региона: Мат. научно-практ. конф., посвященной 85-летию Башкирского заповедника (3–5 сентя-бря 2015 г.). – Сибай: Сибайская город. тип. филиал ГУП РБ Изд. дом «Республика Башкортостан», 2015. – С. 123–136.

- Сапельникова И.И. Фенология осенних процессов древесно-кустарниковых видов в Воронежском заповеднике // Современное состояние фенологии и перспективы ее развития: Мат. межд. научно-практ. конф., 17–18 декабря 2015 г. ФГБОУ ВПО Урал. гос. пед. ун-т: – Екатеринбург, 2015б. – С. 268–275.
- Сапельникова И.И., Базильская И.В. Оценка корреляционных связей и цикличности для метеорологических показателей Воронежского заповедника // Роль особо охраняемых природных территорий Центрального Черноземья в сохранении и изучении биоразнообразия лесостепи: Материалы научно-практ. конф., посвященной 75-летию Воронежского гос. природ. биосф. заповедника, Воронеж, ст. Графская 1–3 октября 2002 г. – Воронеж, изд-во «Кривичи», 2002. – С. 217–230.
- Сапельникова И.И., Базильская И.В. Дополнения к анализу климатических и фенологических изменений в Воронежском заповеднике // Труды Воронеж. гос. заповедника. Вып. XXIV. – Воронеж, ВГПУ, 2007. – С.21–34.
- Сапельникова И.И., Базильская И.В. Температурные рубежи в многолетней динамике метеорологических наблюдений Воронежского госзаповедника // Проблемы мониторинга природных процессов на особо охраняемых природных территориях: Материалы между-народн. научно-практ. конф., посвящ. 75-летию Хопёрского государственного природного заповедника (пос. Варварино, Воронежская область, 20-23 сентября 2010 г.) – Воронеж, 2010. – С. 263–266.
- Сапельникова И.И., Базильская И.В. Долговременные изменения некоторых фенологических параметров календарного года в Воронежском биосферном заповеднике // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. Т. XXVI, Вып.1. – М.: ИГКЭ, 2015. – С. 49–67.
- Сапельникова И.И., Базильская И.В., Грибкова А.С. Некоторые факты потепления весенних сезонов в Воронежском заповеднике // Труды Воронежского государственного заповедника. Вып. XXVI. – Воронеж: БиомикАктив, 2012. – С.7–16.
- Сапельникова И.И. Фенология осенних процессов древесно-кустарниковых видов в Воронежском заповеднике // Современное состояние фенологии и перспективы ее развития: Мат. межд. научно-практ. конф., 17–18 декабря 2015 г. ФГБОУ ВПО Урал. гос. пед. ун-т. – Екатеринбург, 2015. – С. 268–275.
- Сапельникова И.И., Базильская И.В., Клявин А.А. Характер изменений долговременных метеорологических параметров календарного года в зависимости от продолжительности наблюдений на примере Воронежского заповедника // Тезисы докладов Всероссийской научной конференции «Мониторинг состояния и загрязнения окружающей среды. Основные результаты и пути развития». – М.: ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН», 2017. – С. 112–114.
- Справочник по климату СССР. Вып. 28: Тамбовская, Брянская, Липецкая, Орловская, Курская, Воронежская и Белгородская области. Ч. 4: Влажность воздуха, атмосферные осадки, снежный покров. – Л.: Гидрометеиздат, 1968. – 253 с.
- Филонов К.П., Нухимовская Ю.Д. Летопись природы в заповедниках СССР. Методическое пособие. – М.: Наука, 1985. – 160 с.
- Шиманюк А.П. Методика и программа основных фенологических наблюдений, – М.: Наркомпрос РСФСР, 1939. – 160 с.
- Шульц Г.Э. Общая фенология. – Л.: Наука, 1981. – 188 с.

RESEARCH PHENOLOGICAL IN THE VORONEZH RESERVE

I.I. Sapelnikova

Voronezhsky Biosphere Reserve, Voronezh, Russia, is@reserve.vrn.ru

The article presents some generalizations based on the results of long-term phenological research on the climate, plants and spring arrival dates of birds in the Voronezh Reserve. The author used the format for visualization of the phenoclimatic features of the year for the design of the chronicle of nature.

Key words: Voronezh Reserve, phenology, climate changes, spring arrival dates of birds, long-term changes, chronicle of nature.

ФЕНОЛОГИЯ СТЕПНЫХ РАСТЕНИЙ СЕВЕРО-ВОСТОКА САРАТОВСКОГО ПРАВОБЕРЕЖЬЯ (НА ПРИМЕРЕ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «ХВАЛЫНСКИЙ»)

Сулейманова Г.Ф.

Национальный парк «Хвалынский», г. Хвалынский, Саратовская область, suleymanovagf@mail.ru

В работе дан анализ влияния погодно-климатических условий на наступление фенофаз вегетативного и генеративного циклов в растительных сообществах национального парка «Хвалынский» Саратовской области. Рассчитан гидротермический коэффициент территории за период 2010-2017 гг. Построены кривые вегетации, цветения и плодоношения фитоценозов национального парка.

Ключевые слова: фенология, национальный парк «Хвалынский», гидротермический коэффициент, степные сообщества.

Сезонная динамика растительного сообщества, как известно, представляет собой изменчивость его признаков, обусловленную ростом и развитием растений, и сезонными изменениями факторов среды обитания организмов (Борисова, 1972). Такая изменчивость по сезонам года является характерной чертой степных сообществ. В связи с этим, большой интерес представляет изучение фенологии отдельных видов растений и сообществ в целом.

Фенология степных сообществ национального парка «Хвалынский» (далее НПХ) изучена слабо. В основу создания национального парка были положены флористические исследования, которые активно продолжают. В 2008 г. был выпущен Конспект флоры национального парка (Серова, 2008). Изучение растительности национального парка связано с работами Е.А. Архиповой о фитоценотическом составе лесов (Архипова, 2009), И.Х. Хайрова о сукцессионных процессах в лесных фитоценозах (Хайров, 2011), Г.С. Малышевой о составе, функционировании и классификации степных сообществ в лесостепном комплексе НПХ (Малышева, 2009, 2010, 2011, 2013) и др.

В настоящей работе анализируется влияние погодно-климатических условий, сложившихся в 2007–2017 гг., на сезонное развитие степных фитоценозов национального парка «Хвалынский».

Цель исследования:

выявление закономерностей сезонного развития фитоценозов под влиянием погодных условий.

Задачи:

- 1) анализ метеорологических показателей 2007-2017 гг. с помощью гидротермического коэффициента (ГТК), 2) построение кривых вегетации, цветения, плодоношения изучаемых сообществ.

Район исследования

Национальный парк «Хвалынский» расположен в северной части Саратовской области в Хвалынском районе на стыке Среднего и Нижнего Поволжья и занимает останцовый массив («Хвалынские горы») Приволжской возвышенности и часть долины реки Терешки в окрестностях города Хвалынска. В соответствии с ботанико-географическим районированием исследованный регион относится к Среднерусской (Верхнедонской) подпровинции Восточно-европейской лесостепной провинции Евразийской степной области (Тарасов, 1977). Зональными типами растительности являются широколиственные леса и луговые степи. Леса тяготеют к возвышенностям, на равнинах уступая луговым степям.

Материалы и методы

Объектами исследования были выбраны:

- 1) богаторазнотравно-перистоковыльное сообщество. Это участок луговой степи, находящийся на склоне северной экспозиции в 600 м ниже горы Каланча, в окрестностях г. Хвалынска. На западе сообщество защищено зарослями фруктовых деревьев в неглубокой балке. Общее проективное покрытие – 90%. В сообществе отмечено 57 видов. Доминантами являются ковыль перистый *Stipa pennata* и ковыль волосатик *Stipa capillata*, дрок красильный *Genista tinctoria*, резак обыкновенный *Falcaria vulgaris*, вязель разноцветный *Securigera varia*, земляника обыкновенная *Fragaria vesca*.
- 2) разнотравно-типчаково-тырсовое сообщество расположено у подножия Хвалынских гор в охранной зоне (черноземовидная карбонатная почва) с северной экспозиции. Доминирует ковыль волосатик, содоминанты – овсяница валлиская, или типчак (*Festuca valesiaca* Gaudins.l.), смолевка днепроовская (*Silene boryssthenea*(Grun.) Walter.).
- 3) разнотравно (лапчатково) – типчаково-перистоковыльное сообщество на песках, занимающее верхнюю часть юго-восточного склона г. Беленькой (высота 321 м н.у.м.) под углом 20 градусов. Почва песчаная черноземовидная с очень тонким слоем гумуса (2-6 см). Тип увлажнения: транслювиальный (Неронов, 2002). Покров очень неравномерный, кое-где встречаются чистые перистоковыльные группировки с крупными дерновинами *Stipa pennata*. Проективное покрытие 60%. Флористический состав 37 видов. Доминанты *Stipa pennata*, *Festuca valesiaca* (в 2011 г. *Festuca* полностью выпала из травостоя из-за жаркого лета 2010 года (дерновинки все высохли). Ниже от ПП по склону начинаются выходы мела с тырсовыми (*Stipa capillata*) сообществами.

Геоботанические описания проводились по стандартным методикам (Методы..., 2007). Оценка обилия видов сообщества осуществлялась глазомерно, с использованием шкалы Друдэ.

В процессе наблюдений отмечались даты наступления таких явлений, как побегообразование, развитие генеративной сферы, начало, максимум и конец цветения, созревание семян, обсеменение, отмирание. Фенологические наблюдения проводились через 7–10 дней в весенний, раннелетний и осенний периоды; и через 10–15 дней в летний период с указанием определенных фенофаз (Бейдеман, 1954). Данные были занесены в таблицы для дальнейшей обработки (Филонов, 1996) при помощи программы Excel, благодаря которой были построены кривые вегетации, цветения, плодоношения.

При определении растений использовались определители высших растений П.Ф. Маевского (2006) и А.Г. Еленевского (Еленевский и др., 2009). Названия видов растений приводятся по сводке С.К. Черепанова (Czerepanov, 1995).

Метеоданные были получены на метеостанции г. Хвалынска.

Для общей характеристики метеорологических условий использовался гидротермический коэффициент (ГТК) Г.Т. Селянинова (1928) (1):

$$\text{ГТК} = \frac{\text{ос}}{\sum t \div 10}, \quad (1)$$

где ос — сумма осадков в мм за период со среднемесячными температурами воздуха выше 10°C, $\sum t$ — сумма эффективных температур за это же время. Сумма активных (эффективных) температур — показатель, характеризующий количество тепла и выражающийся суммой средних суточных температур или почвы, превышающий определенный порог, или биологический минимум температур, необходимый для развития определенного вида растений, в нашем случае 10°C.

ГТК является примером комплексного феноклиматического показателя, учитывающий фактор влажности и термику (Шульц, 1981). Оценка влагообеспеченности территории для произрастания сельскохозяйственных культур основывается на следующей расшифровке: от 0,1 до 1,5 — достаточное, более 1,5 — избыточное, менее 1,0 — недостаточное: 1–0,5 — засушливые условия, ниже 0,5 — полная сухость: мезофитная растительность выгорает, богарное земледелие невозможно (Шульц, 1981).

Результаты и их обсуждение

Климатические условия района исследования характеризуются континентальностью, засушливостью. Средняя изотерма января — 13°C, июля — +20,5°C. Показатель относительной влажности 70%, среднегодовая сумма осадков по последним данным 425–450 мм (Учебно-краеведческий..., 2013). Большая изменчивость погодных и климатических условий проявляется в различном количестве выпадающих осадков по годам. В исследуемом периоде относительно влажными были 2007, 2008, 2011, 2012, 2013, 2016, 2017 годы, а сухими 2009, 2010, 2014 годы (рис. 1). Значения годовой суммы осадков отразилось на значении гидротермического коэффициента (рис. 2).

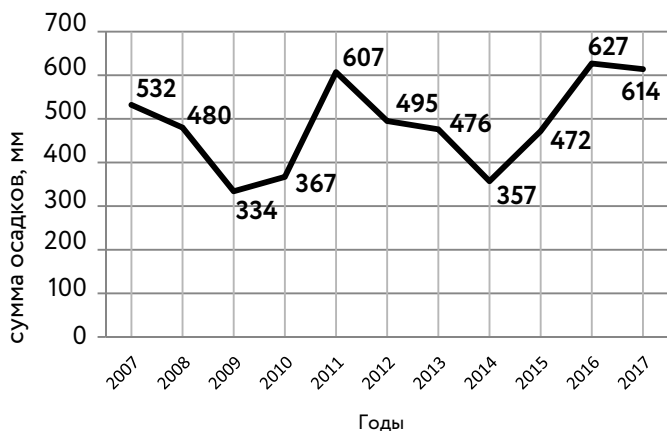


Рис. 1. Сумма выпавших осадков, 2007–2017 гг.

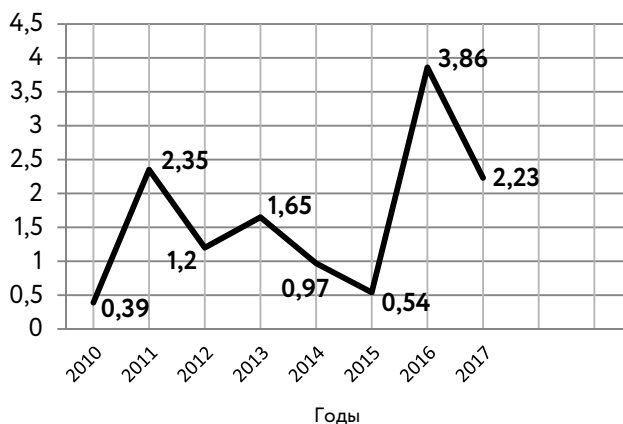


Рис. 2. Значения гидротермического коэффициента, 2010–2017 гг.

Такое разнообразие биоклиматических факторов, субмеридиональность территории, комплексное взаимодействие лесных, степных и лесостепных компонентов оказывает сильное влияние на динамику фенологических процессов в фитоценозах.

ОСОБЕННОСТИ ВЕГЕТАТИВНОГО ЦИКЛА

Период вегетации в НПХ ограничивается иногда суровым зимним периодом, глубоким промерзанием почвы (28–73см), осенними и весенними заморозками. Вегетация наступает в начале апреля и продолжается до конца октября - начала ноября (устойчивый переход среднесуточных температур через +5°C и максимальных – через +10°C). В среднем вегетационный период в НПХ длится 212 дней (6,5–7 месяцев), что не противоречит известным данным (Борисова, 1987). По Борисовой самый длительный период вегетации отмечен в сухих степях европейской части России (Аскания-Нова) – от 8 месяцев до круглогодичной вегетации в отдельные годы (цит. по Бори-

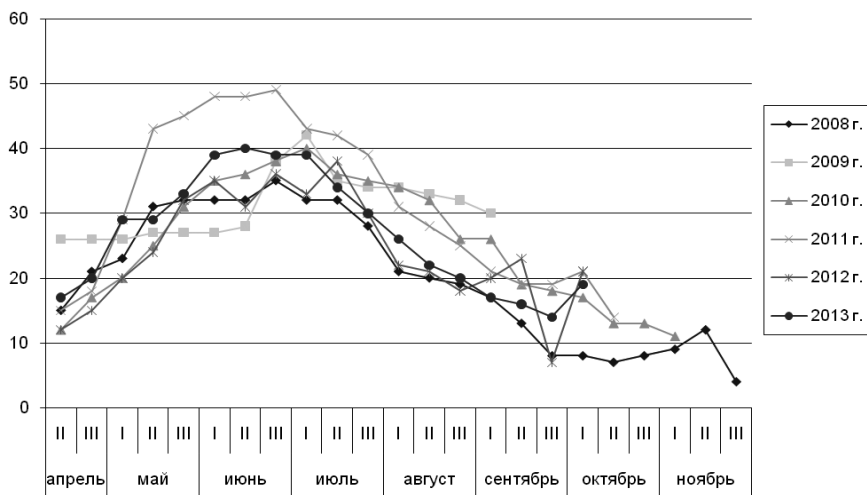


Рис. 3. Кривые вегетации богаторазнотравно-перистоковыльной степи, 2008–2013 гг. По оси ординат – количество видов.

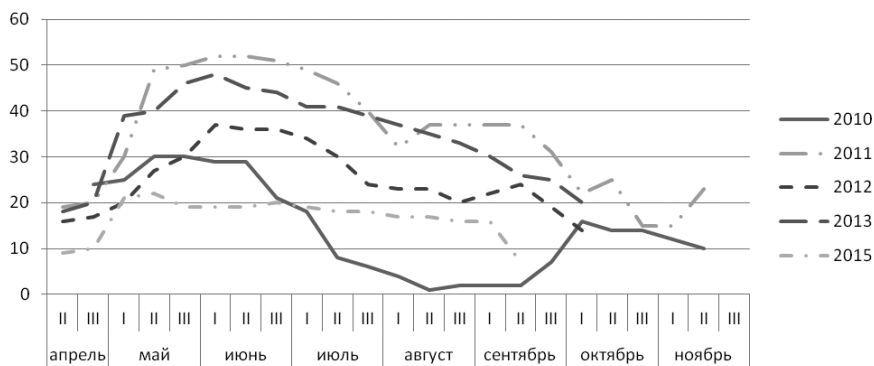


Рис. 4. Кривые вегетации разнотравно-типчаково-тырсовых сообществ, 2010–2015 гг.

сова, 1987). В луговых и настоящих степях вегетация продолжается 7 – 8,5 месяцев (Голубев, 1965).

Анализ кривых вегетации, цветения и плодоношения в исследуемых сообществах показал разнообразие поведения растений в разные годы в зависимости от температурного режима и неравномерного выпадения осадков. Кривые вегетации фитоценозов богато-разнотравно-перистоковыльных сообществ НПХ 2011 и 2013 гг. можно отнести к бореальному типу (одновершинные). Кривые, иллюстрирующие количество вегетирующих видов в полевой сезон в 2008 и 2012 гг., как в богаторазнотравно-перистоковыльном, так и в разнотравно-типчаково-перистоковыльном сообще-

ствах, многовершинны (по средиземноморскому типу) с некоторым числом спадов и подъемов в зависимости от погодных условий (рис. 3, 4.)

Влияние погодных условий отразилось на видовом составе исследуемых фитоценозов, который изменялся по годам. Так, в 2008 г. в богато-разнотравно-перистоковыльном сообществе было зафиксировано 43 вида, в 2009 — 51 вид, в 2010 — 38 видов, в 2011 — 49 видов, в 2012 — 37 вида, в 2013 — 47 вида. В разнотравно-типчаково-тырсовом сообществе в разные годы было обнаружено от 29 до 51 вида. На песчаном местообитании (г. Беленькая) было зафиксировано в 2008 — 34 вида, в 2009 — 38 видов, в 2010 — 17 видов растений.

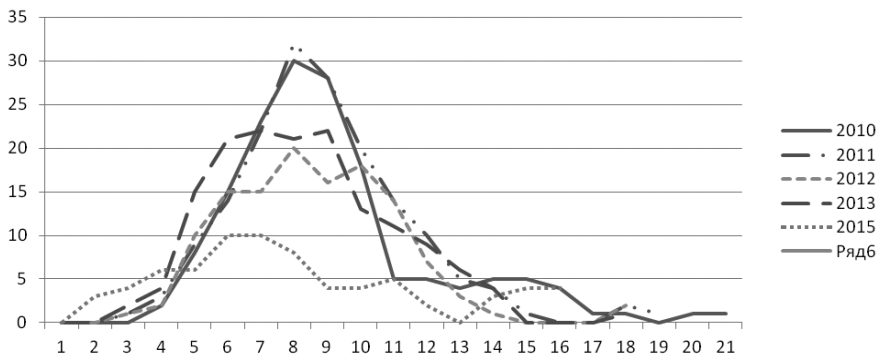


Рис. 5. Кривые цветения, богаторазнотравно-перистоковыльное сообщество. 2010–2015 гг. Обозначения 1,2 — I-II-я декады апреля; 3,4,5 — I-III-я декады мая; 6,7,8 — I-III-я декады июня; 9,10,11 — I-III-я декады июля; 12,13,14 — I-III-я декады августа; 15,16,17 — I-III-я декады сентября; 18,19,20 — I-III-я декады октября.

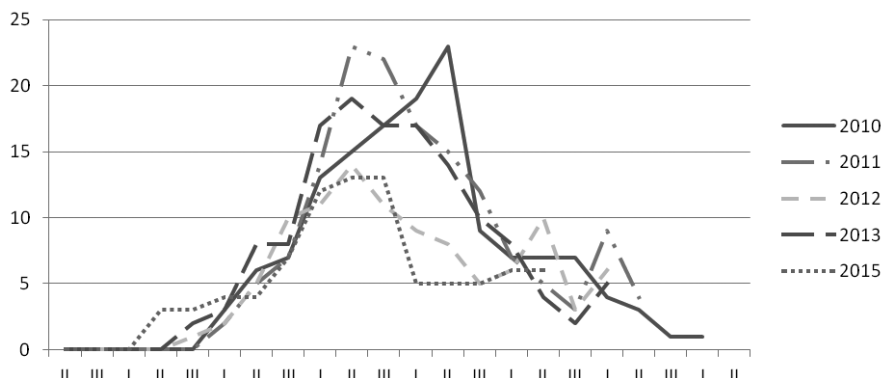


Рис. 6. Кривые плодоношения, богаторазнотравно-перистоковыльное сообщество. 2010–2015 гг.

ГЕНЕРАТИВНЫЙ ЦИКЛ

В годы со средним количеством осадков наблюдается один пик цветения (рис. 5). Наступление фаз цветения и плодоношения в сухие годы наблюдаются как в полупустыне с максимальным количеством цветущих видов в конце весны-начале лета и осенью (двувершинная кривая цветения) (рис. 6). Фазы плодоношения и обсеменения наступают последовательно вслед за цветением.

Графики количества вегетирующих видов в разные годы иллюстрируют максимальные значения (2011 г. — 52 вида и 2013 г. — 48 видов), которые наблюдались в 1-й декаде июня при ГТК = 2,4 (2011 г.) и ГТК = 1,65 (2013 г.) (табл. 1). Приблизженная к ним величина 37 видов зафиксирована в 2012 г. при ГТК = 1,2. Таким образом, оптимум влагообеспеченности для степных сообществ лежит в интервале значений ГТК от 1,2 до 2,4. При минимальном значении ГТК = 0,54 (2015 г.) количество вегетирующих видов, способных пережить крайне неблагоприятные условия засухи, резко снижено. Причем максимум видов в 2015 г. наблюдается в конце мая – начале июня, до начала засушливого периода. В иные годы, при наступлении периода с высоким ГТК= 8,9 (2011); 1,33 (2012); 2,16 (2010) в сентябре-октябре наблюдается второй пик вегетации (рис. 6). Количество цветущих видов в сезон не зависит от коэффициента влагообеспеченности, т.к. в 2010 г. ГТК= 0,39, на графике кривых цветения в 2010 г. мы наблюдаем высокий пик цветения. Тогда как в 2015 г. ГТК=0,54 — пик цветения небольшой (рис. 5). По этому показателю нельзя объяснить процессы вторичного цветения, которые бурно проявились в осенний сезон 2012, 2014, 2016 гг.

Таблица 1. Значение гидротермического коэффициента, 2010-2017 гг.

Месяц	Год							
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Апрель	0,54	0,00	0,87	0,51	2,7	-	8,22	0,00
Май	0,42	2,36	0,40	0,93	0,98	0,57	3,1	8,50
Июнь	0,18	2,42	0,95	0,19	1,26	0,78	0,45	3,1
Июль	0,07	0,07	0,81	1,77	0,15	0,57	2,02	0,77
Август	0,16	2,92	1,56	1,00	1,74	0,56	0,14	0,01
Сентябрь	2,16	8,9	1,33	12,0	0,06	0,09	12,7	1,03
Октябрь	-	-	-	-	-	-	0,42	-
Вегетационный сезон	0,39	2,35	1,20	1,65	0,97	0,54	3,86	2,23

Выводы

При анализе количества вегетирующих видов в разные годы, выяснилось, что оптимум влагообеспеченности для степных сообществ лежит в интервале значений гидротемического коэффициента от 1,2 до 2,4. При минимальном значении ГТК = 0,54 (2015 г.) количество вегетирующих видов, способных

пережить крайне неблагоприятные условия засухи, резко снижено. Причем максимум видов в такие годы наблюдается в конце мая-начале июня, до начала засушливого периода. В иные годы, при наступлении периода с высоким ГТК= 8,9 (2011); 1,33 (2012); 2,16 (2010) в сентябре-октябре наблюдается второй пик вегетации. Количество цветущих видов в сезон не зависит от коэффициента влагообеспеченности, как и процессы вторичного цветения, которые бурно проявились в осенний сезон 2012 и 2014 гг. (Сулейманова, 2015).

Интенсивность и сроки плодоношения зависят от интенсивности цветения и опыления. Замечено, что при жаркой и сухой погоде процессы цветения и плодоношения менее продолжительны и более интенсивны. И, наоборот, при влажной и прохладной погоде продолжительность цветения и плодоношения значительна (Сулейманова, 2015). Изменения фенологического состояния сообщества отражаются на аспекте, который в 2016 г. был довольно разнообразным.

Таким образом, на основании проведенных исследований установлено, что погодные условия влияют на вегетативную активность видов сообщества. Процессы цветения зависят от факторов вегетации. Для начала цветения и его продолжительности более важны положительные температуры, чем высокая влагообеспеченность.

Литература

Бейдеман И.Н. Методика фенологических наблюдений при геоботанических исследованиях. – М. Л.: Изд-во АН СССР, 1954. – 129 с.

Борисова И.В. Сезонная динамика растительного сообщества // Полевая геоботаника. Том IV под ред. Е.М. Лавренко и А.А. Корчагина. – Л.: Изд-во «Наука», 1972. – С. 5-94.

Еленевский А.Г., Буланый Ю.И., Радыгина В.И. Определитель сосудистых растений Саратовской области // А.Г. Еленевский. – Саратов: Изд-во «ИП Баженов», 2009. – 248 с.

Маевский П.Ф. Флора средней полосы европейской части России // П.Ф. Маевский / 10-е изд. – Москва: Товарищество научных изданий КМК, 2006. – 600 с.

Методы полевого изучения лекарственных растений. Учебно-методическое пособие для студентов биологического факультета / Сост. А.С.Кашин, М.А. Березуцкий, И.В.Шилова, А.В. Панин, Н.В. Машурчак, А.В.Бердников. – Саратов, 2007. – 27 с.

Неронов В.В. Полевая практика по геоботанике в средней полосе Европейской России. Методическое пособие. – М.: Изд-во Центра охраны дикой природы, 2002. – 139 с.

Работнов Т.А. Фитоценология: Уч.пос.– 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во МГУ, 1992. – 352 с.

Серова Л.А., Березуцкий М.А. Растения национального парка «Хвалынский» (Конспект флоры). – Саратов: Изд-во «Научная книга», 2008. – 194 с.

Сулейманова Г.Ф. Некоторые вопросы сезонной динамики степных сообществ в национальном парке «Хвалынский» // Принципы и способы сохранения биоразнообразия: материалы VI Всероссийской 75 конференции с международным участием / Мар. гос. ун-т; отв. ред. Г.О. Османова; Л.А. Жукова. – Йошкар-Ола, 2015. – С. 293-296.

Тарасов А.О. Основные географические закономерности растительного покрова Саратовской области. – Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 1977. – 24 с.

Учебно-краеведческий атлас Саратовской области. // В.В. Аникин, Е.В. Акифьева, А.Н. Афанасьева [и др.]; гл. ред. А.Н. Чумаченко, отв. ред. В.З. Макаров. – Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 2013. – 144 с.

Филонов К.П. Сезонная динамика растительных сообществ // К.П. Филонов, Ю.Д. Нухимовская / Летопись природы в заповедниках СССР. Методическое пособие. – М.: Наука, 1990. – С.46-47.

Шульц Г.Э. Общая фенология. – Л.: Наука, 1981. – 188 с.

Czerepanov S.K. *Vascular plants of Russia and adjacent states (the for-mer USSR)*. CambridgeUniversityPress, 1995. – 517 p.

THE PHENOLOGY OF PLANTS OF STEPPE PHYTOCENOSIS
OF THE NORTHEAST OF THE SARATOV REGION
(ON THE EXAMPLE OF THE KHALYNSKY NATIONAL PARK)

Suleymanova G.F.

Khvalynsky National Park, Khvalynsk, suleymanovagf@mail.ru

The paper the effect of weather and climate conditions on the onset of phenophases in the vegetative and generative cycles in the plant communities of the Khvalynsky National Park in the Saratov Region analyzes. The hydrothermal coefficient of the territory for the period 2010-2017 is calculated. Curves of vegetation, flowering and fruiting of phytocenoses of the national park are constructed.

Key words: phenology, national park Khvalynsky, hydrothermal coefficient, steppe communities.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЛЕКСНЫХ ФЕНОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК В ИЗУЧЕНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РАЗЛИЧИЙ СЕЗОННОГО РАЗВИТИЯ ФИТОЦЕНОЗОВ И ИХ ПОГОДИЧНОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ

Терентьева Е.Ю.

Гимназия №5, г. Екатеринбург, eterent@rambler.ru

В работе описан оригинальный метод исследования фенологии сообществ и возможности его использования.

Ключевые слова: заповедник, методика фенологических наблюдений, фенология фитоценозов.

Фенологические наблюдения — одна из задач в работе заповедников. С позиций комплексного системного подхода в решении научных проблем в фенологии растений сегодня важно не только изучение сезонного развития отдельных видов (например, редких или доминантных) на фоне остальных, а важно знание о сезонном развитии фитоценоза в целом, как сложного единого «организма», где каждый вид по-своему значим. Используемые в фенологии сообщества сезонные аспекты, фенологические кривые и фенологические спектры существуют с начала XX века и до сегодняшнего дня принципиально не менялись. Существует и другой способ отражения фенологии растительных сообществ, предложенный В.А. Батмановым (Батманов, 1967) — комплексные фенологические характеристики (суммированная фенологическая характеристика и средний фенологический коэффициент). Их отличают простота и относительная нетрудоёмкость; комплексность фенологической характеристики; возможность выразить информацию в краткой цифровой форме, поддающейся математической обработке; однонаправленность; сравнимость результатов, полученных для фитоценозов, сильно отличающихся по видовому составу; возможность отслеживать тенденции фенологических изменений растительности во времени и пространстве. Метод применяется на территории Висимского и Кавказского заповедников и заповедника «Денежкин камень» (Беляева, Терентьева, 2010; Спасовский, 2008; Янцер, Терентьева, 2013),

Для получения комплексных фенологических характеристик достаточно однократного посещения. Полевые наблюдения проводятся первичным описательным методом (Янцер, Терентьева, 2013). В момент посещения фитоценоза на территории феноплощадки определяют фенологическое состояние вегетативных и генеративных органов каждого вида растений сообщества путём оценки его учётных единиц (учётной единицей вида является, обычно, особь) соответственно феностандартам. Феностандарт — ряд последовательно сменяющих друг друга фенофаз, универсальный для

всех видов фитоценоза. Каждой фенофазе присвоен цифровой балл. Феностандарт вегетативного цикла (развитие ассимиляционного аппарата) включает следующие десять фенофаз: зимний покой [0], набухание почек [1], распускание почек [2], рост листьев [3], молодая листва [4], зрелая листва (летняя вегетация) [5], начало окрашивания (<25%) [6], интенсивное окрашивание (25–75%) [7], конец окрашивания (>75%) [8], полное отмирание (опадение) листьев [9]. Феностандарт генеративного цикла состоит также из десяти фенофаз: покой [0], слабо дифференцированных бутонов [1], разгар бутонизации (окрашенные бутоны) [2], зацветание [3], разгар цветения [4], отцветание [5], завязывание плодов и семян [6], поспевание плодов и семян [7], обсеменение [8], постгенеративная фаза [9]. Итог полевых наблюдений — балльная оценка каждого вида сообщества.

Обработка по каждому отдельному процессу ведётся независимо. Подсчитывается процент видов растений, находящихся на день обследования в определённой фенофазе (с одинаковым фенологическим баллом). Соотношение этих показателей и есть суммированная фенологическая характеристика растительности сообщества (СФХ). Она характеризует фенологическое состояние фитоценоза в день наблюдений. Графически процентное соотношение видов наглядно отражается столбчатой диаграммой, у которой сектор соответствует проценту видов, находящихся в определённой фенофазе.

Таблица 1. Сезонное развитие ассимиляционного аппарата растительности ольшаника болотно-травяного 20 апреля 1995 г.

СФХ (%)				Kf (балл)
Фенофаза «зимний покой» (балл 0)	Фенофаза «набухание почек» (балл 1)	Фенофаза «проклевывание почек» (балл 2)	Фенофаза «рост листьев» (балл 3)	
49	11	24	16	1,1±0,2

СФХ и Kf — краткие комплексные фенологические характеристики фитоценоза, полученные при однократном его посещении.

Для каждой СФХ вычисляется средний фенологический коэффициент — Kf (представляющий собой средний взвешенный балл фенологического состояния фитоценоза), дополненный значением средней квадратической ошибки — m . Средний фенологический коэффициент — это фенологическая характеристика, учитывающая фенологическое состояние всех видов растений фитоценоза, но выраженная по каждому процессу всего одним числом. Сопоставление среднего взвешенного фенологического балла с рядом фенофаз стандарта позволяет судить о состоянии сезонного развития фитоценоза в целом по изучаемому процессу на день исследования. Так в примере таблицы 1 ольшаник болотно-травяной находится в фазе «набухания почек» — $Kf(v) = 1,1 \pm 0,2$ балла.

При повторном обследовании фитоценоза, проводимом через несколько дней, данные о сезонном развитии растительности можно дополнить

показателями «фенологической скорости». $V=(Kf1-Kf2)/n$, где $Kf1$ и $Kf2$ — средний фенологический коэффициент в первый и второй день наблюдений соответственно, n — количество дней между наблюдениями (единица измерения — доли балла в сутки).

Повторное обследование фитоценоза можно проводить на следующий год при условии, что наблюдения проводятся в одну и ту же дату. Даже при таком разовом посещении фитоценоза ежегодно применение комплексных фенологических характеристик позволит вычислить погодичное феноотклонение ($f=Kf1-Kf2$) сезонного развития сообщества, выраженное в баллах стандарта. При посещении фитоценоза в одну и ту же дату в течение нескольких лет можно вычислить средний многолетний фенологический коэффициент — $Kf_{ср}$ и погодичную феноаномалию каждого отдельно взятого года наблюдений ($F=Kf_{ср}-Kf$).

Обычно фенологические наблюдения проводятся в заповедниках в течение всего года. Слежение за сезонной динамикой фитоценозов в течение вегетационного периода, организованное в виде регулярных многократных наблюдений, проводимых по определенной программе, представляет собой фенологический мониторинг фитоценозов.

Одна из важных задач фенологических исследований — выявление особенностей сезонного развития фитоценозов, оценка экологической изменчивости сезонных процессов на территории заповедника. Некоторые фенологи решают эту задачу, опираясь на изучение различий в фенологии отдельных сходных видов. Как показали наши наблюдения, фенологическое состояние отдельных сходных видов, произрастающих на территории нескольких сообществ, не всегда отражает разницу в сезонном состоянии одного и другого растительного комплексов, и даже может иметь тенденции сезонного развития, обратные сезонному развитию сообществ. Сравнение фитоценозов с помощью комплексных фенологических характеристик имеет преимущество перед выше упомянутым в том, что сравниваются одинаковые процессы, а не виды растений. Отсюда сопоставление становится возможным и тогда, когда сообщества сильно отличаются по видовому составу и даже не имеют ни одного общего вида. Эту задачу можно решать и с помощью фенологических кривых. Но комплексные фенологические характеристики обладают следующими преимуществами перед фенологическими кривыми: 1) учет не одной, а всего набора фенофаз; 2) односторонненность. Второе свойство обеспечивается необратимостью явлений в циклах сезонного развития вегетативных или генеративных органов растений. Поэтому для любого этапа в сезонном развитии растительности характерно свое значение, которое в текущем вегетационном периоде уже не повторится. 3) Кроме того, для построения фенологических кривых необходимы длительные наблюдения, а комплексные фенологические характеристики можно применять и при однократных обследованиях. Поэтому использование предлагаемого метода позволяет наиболее точно оценить особенности фенологии редко посещаемых растительных сообществ.

Помимо комплексных фенологических характеристик (СФХ и Кf) каждого изучаемого фитоценоза в отдельности сезонное развитие растительности на территории заповедника в целом характеризует СФХ_{ср} и суммарный средний фенологический коэффициент — Кf_{ср}, дополненный значением суммарной средней ошибки (m_{ср}). Разницу Кf(в) или Кf(г) отдельных фитоценозов мы называем экологическим феноотклонением (экофеноотклонением — а), а разницу Кf_{ср} и Кf отдельного фитоценоза — экофеноаномалией этого фитоценоза (А). Средняя квадратическая экофеноаномалия (σА) характеризует меру изменчивости исследуемых показателей для всей территории: $\sigma A = \pm \sqrt{(A^2)/(n-1)}$. Рассматривая экофеноотклонения разных фитоценозов и их экофеноаномалии, можно определить степень достоверности полученных различий.

Другой важной задачей при изучении природы заповедников является фенологическая периодизация. Использование комплексных фенологических характеристик позволяет выделять естественные сезоны года и их этапы внутри вегетационного периода в том случае, если применение традиционных критериев — температурного и явлений-феноиндикаторов — вызывает затруднения или совместно с ними. Главным критерием при проведении границ сезонов и их этапов (подсезонов и ступеней) рекомендуем использовать средний фенологический коэффициент: Кf(в) для весеннего и осеннего сезонов; Кf(г) летом. Нашими исследованиями показано, что граница весны и лета, маркируемая такими фенологическими индикаторами как потемнение окраски листвы деревьев и кустарников и зацветание шиповника, соответствовала Кf(в)=4,0 балла, а достижение Кf(в)=5,5 балла свидетельствует о наступлении осени. Для характеристики выделенных таким образом этапов удобны СФХ.

Использование комплексных фенологических показателей позволяет создавать модели сезонной динамики растительности заповедника и отдельных его растительных сообществ, давать оценку экологической и годичной изменчивости сезонных процессов на охраняемой территории, а также в целях фенопериодизации.

Литература

- Батманов В.А. Заметки по теории фенологических наблюдений // Ритмы природы Сибири и Дальнего Востока. Ч.1. — Иркутск, Сибирское книжное изд., 1967. — С. 7–30.
- Беляева Н.В., Терентьева Е.Ю. Исследование фенологических особенностей некоторых растительных сообществ Висимского заповедника с помощью комплексных фенологических показателей // Современное состояние фенологии и перспективы ее развития: Материалы Всероссийской науч.-практ. конф., Екатеринбург, 15–16 декабря 2010 г. / Урал. гос. пед. ун-т. — Екатеринбург, 2010.
- Спасовский Ю.Н. Фенологический мониторинг основных фитоценозов Кавказского заповедника // Труды КГПБЗ. Вып. 18. — Майкоп: изд-во ООО «Качество», 2008. — С. 246–268.

Янцер О.В., Терентьева Е.Ю. Общая фенология и методы фенологических исследований. Учебное пособие для студентов географо-биологического факультета. – Екатеринбург, изд-во Уральского государственного педагогического университета, 2013. – 216 с.

THE USE OF INTEGRATED PHENOLOGICAL CHARACTERISTICS BY THE STUDYING OF ENVIRONMENTAL DIFFERENCES IN SEASONAL DEVELOPMENT OF PHYTOCENOSSES AND THEIR ANNUAL VARIABILITY

Terenteva E.Yu.

Grammar school №5, Ekaterinburg, eterent@rambler.ru

The article describes the original method of studying the phenology of phytocenoses and the possibility of its use.

Key words: the reserve, the methodology of phenological observations, the phenology of phytocenoses.

СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА ФИТОЦЕНОЗОВ ПИНЕЖСКОГО ЗАПОВЕДНИКА

Федченко И.А.

Государственный природный заповедник «Пинежский», п. Пинега, Архангельская область, pinzapno@mail.ru

В статье обобщены и проанализированы многолетние данные о развитии растительных сообществ, дана характеристика ритмов развития фитоценозов Пинежского заповедника.

Ключевые слова: сезонная динамика, фитоценоз, кривые вегетации, цветения, ритмотипы.

На протяжении 40 лет в Пинежском заповеднике проводятся наблюдения за сезонной динамикой фитоценозов. Обобщение многолетних данных позволяет получить некоторые сведения о развитии растительных сообществ в условиях северной тайги. Для характеристики ритмов развития различных фитоценозов используются кривые вегетации, цветения, плодоношения. Использование кривых вегетации и цветения позволяет сравнить сезонную динамику различных фитоценозов. Поэтому в данной работе, применяя кривые цветения и вегетации, предпринята попытка дать характеристику ритмов развития фитоценозов Пинежского заповедника, как типичных северотаёжных (еловые и сосновые зеленомошные и сфагновые леса), так и интразональных сообществ (луговые и болотные ассоциации), а также специфической растительности карстовых ландшафтов (смешанные разнотравно-черничные леса, таёжные редколесья с реликтовой флорой).

Изучение сезонной динамики растительных сообществ проводится в Пинежском заповеднике по общепринятой методике Бейдеман И.Н. (1974), они были начаты в 1978 году Касаткиной Н.С., с 1982 года продолжены Сивковой Л.Н., с 1985 года — Захарченко Ю.В., с 1999 года — Пучниной Л.В., с 2002 года — автором. Для построения кривых на основе средних многолетних дат использовалась методика Голубева В.Н. (1969).

Пинежский заповедник расположен в северной подзоне тайги, климат характеризуется довольно низкими температурами и высокой влажностью (рисунок 1).

Особенностью Пинежского заповедника является значительная закарстованность его территории (более 30 %), вследствие этого отмечается большая мозаичность в распределении растительности. Основная часть площади заповедника (82,8%) занята лесами, из которых 70% — еловые (Лесохозяйственный регламент, 2008). Встречаются сосновые, лиственничные леса, а также осинники и березняки. По бортам карстовых логов и долины р. Сотки часты сосновые и лиственничные редколесья. Болота занимают около 11% всей площади заповедника, суходольные и пойменные луга около 1%.

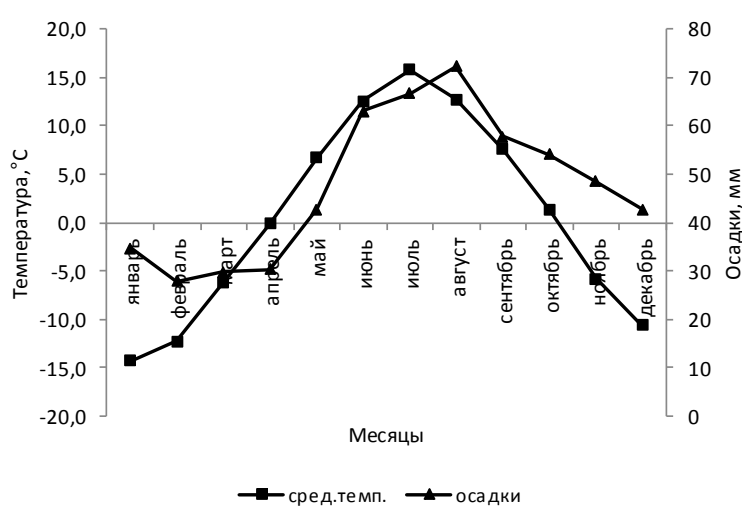


Рисунок 1. Климатодиаграмма п. Пинеги (1978–2017 гг., по данным метеостанции п. Пинеги).

Постоянные фенологические площади расположены в восточной (кв. 119, 139, 143) и северо-восточной части заповедника (кв. 9, долина р. Сотки), а также в охранной зоне и на прилегающей к заповеднику территории.

Для фенологических наблюдений были выбраны следующие ассоциации:

- елово-лиственничный лес разнотравно-черничный, ст. площадь № 21;
- сосняк бруснично-черничный, ст. площадь № 22;
- луг суходольный злаково-разнотравный, ст. площадь № 24;
- сосновое редколесье дриадово-толокнянковое, ст. площадь № 25;
- лиственничное редколесье арктоусово-бруснично-зеленомошное, ст. площадь № 26 и ст. площадь № 29;
- болото хвощево-осоково-сфагновое, ст. площадь № 27;
- лиственничное редколесье разнотравно-брусничное, ст. площадь № 30;
- ельник чернично-зеленомошный, ст. площадь № 37a
- ельник хвощево-чернично-сфагновый, ст. площадь № 37б;
- осинник черничный, ст. площадь № 39;
- сосняк чернично-зеленомошный, ст. площадь № 40;
- луг пойменный злаково-разнотравный, ст. площадь № 41a;
- сосновое редколесье дриадово-толокнянковое, ст. площадь № 41б;
- болото пушицево-сфагновое, ст. площадь № 87;

В настоящее время наблюдения за сезонной динамикой растений проводятся в 14 ассоциациях на 15 стационарных площадях. Фенологические фазы фиксируются у 114 видов сосудистых растений. Сроки наблюдений составляют от 15 до 40 лет.

В зависимости от степени видового разнообразия сообществ число наблюдаемых видов колеблется от 8 (ельник хвощево-чернично-сфагновый)

до 31 (елово-лиственничный лес разнотравно-черничный, лиственничное редколесье арктоусово-бруснично-зеленомошное).

Если рассматривать ритмотипы растений, входящих в наблюдаемые фитоценозы по признакам, предложенным Борисовой И.В. (1965), то по состоянию ассимиляционного аппарата, чередовани. периодов вегетации и покоя, можно выделить три феноритмотипа:

1. вечнозелёные (*Picea obovata* Ledeb.; *Pinus sylvestris* L.; *Juniperus communis* L., *Vaccinium vitis-idaea* L. и др.)
2. летне-зимнезелёные (*Oxalis acetosella* L.; *Leucanthemum vulgare* Lam., *Antennaria dioica* L. и др.)
3. летнезелёные (*Larix sibirica* Ledeb.; *Betula pubescens*, *Angelica sylvestris* L.; *Rubus chamaemorus* L. и др.)

В лесных и болотных ассоциациях произрастают преимущественно вечнозелёные и летнезелёные виды; в луговых — летне-зимнезелёные и летнезелёные. По времени цветения, учитывая сроки наступления сезонов, определённые для Пинежского заповедника (таблица 1), выделяются следующие группы:

1. ранневесенние (*Daphne mesereum* L.; *Tussilago farfara* L.; *Salix caprea* L. и др.), цветущие в начале — середине мая;
2. весенние (*Eriophorum vaginatum* L.; *Empetrum nigrum* L.; *Lathyrus vernus* (L.) Bernh.; *Trollius europaeus* L., *Calypso bulbosa* (L.) Oakes и др.), цветущие в конце мая — начале июня;
3. раннелетние (*Maianthemum bifolium* (L.) F.W.Schmidt.; *Andromeda polifolia* L.; *Geranium silvaticum* L.; и др.), цветущие в середине июня — конце июня;
4. летние (*Crepis sibirica* L.; *Dactylis glomerata* L.; *Aconitum Septentrionale* Koelle и др.), цветущие в начале июля — середине июля;
5. позднелетние (*Solidago virgaurea* L.; *Cirsium heterophyllum* (L.) Hill и др.), цветущие конце июля — начале августа.

За начало вегетации принимается распускание почек у древесных, кустарниковых форм и у кустарничков, у травянистых видов — появление проростков. Для вечнозелёных видов начало вегетации определяется по началу ассимиляционной деятельности, т.е. при переходе суточных температур выше 0°C; для кустарничков, травянистых растений — полный сход снега. Окончание вегетации — пожелтение всех листьев, отмирание травянистых растений — переход суточных температур ниже 5°C.

За начало цветения принимается раскрытие венчиков у 5 % от общего числа видов, пыление у ветроопыляемых видов.

По классификации Серебряковой Т.И. (1976), кривые вегетации и цветения всех исследуемых фитоценозов можно отнести к бореальному типу. Первыми начинают вегетировать вечнозелёные виды древесных форм (ель, сосна). В фитоценозах, включающих в свой состав эти виды: лесные

сообщества, сосновые и лиственничные редколесья, болота с сосной, вегетация начинается в III декаде апреля. У листопадных растений и видов, слагающих нижние ярусы ценозов, вегетация начинается после схода снега. В первую очередь освобождаются от снега склоны карстовых логов южных экспозиций, здесь вегетация вечнозелёных кустарничков и кустарников начинается уже в I декаде мая. В лесных сообществах – средняя многолетняя дата схода снега 20 мая.

Таблица 1. Средние многолетние даты наступления сезонов и их продолжительность по данным Летописи Природы (1978–2017 гг.).

Сезон	Дата	Продолжительность, дни
Зима	10.11	136
Весна	26.03	89
Лето	23.06	48
Осень	10.08	92

В I декаде мая отмечается начало вегетации в лиственничных редколесьях: арктоусово-бруснично-зеленомошном и разнотравно-брусничном. Во II декаде мая наблюдается сход снегового покрова на открытых местах, начинается вегетация на лугу суходольном злаково-разнотравном и на болоте хвощёво-осоково-сфагновом. На лугу большое число летне-зимнезелёных и летнезелёных видов, поэтому вегетировать начинают сразу почти все имеющиеся виды, и вегетация достигает максимума уже в III декаде мая. На болоте вегетация достигает максимума лишь в I декаде июня. Позднее всего, лишь в III декаде мая, начинается вегетация в долине р. Сотки на лугу пойменном злаково-разнотравном и сосновом редколесье дриадово-толокнянковом. Это обусловлено климатическими условиями: прогревание воздуха и почвы в начале вегетационного сезона происходят медленнее, позже сходит снег.

В те же сроки начинает вегетировать травяно-кустарничковый ярус в ельнике хвощёво-чернично-сфагновом. Здесь задержка сезонного развития объясняется сильной обводнённостью, медленным прогреванием верхних слоёв почвы в начале вегетационного сезона и более поздним сходом снегового покрова. За последние 15 лет разница среднесезонных температур (III декада мая) верхних слоёв почвы в ельниках зеленомошном и сфагновом колеблется от 0,3°C (на глубине 5 см) до 0,8°C (на 10 см).

В большинстве ассоциаций число вегетирующих видов достигает максимума в I декаде июня. И немного позже в тех ассоциациях, где встречаются виды, начинающие вегетировать только во II декаде июня (дремлик тёмно-красный *Eriopactis atrorubens*). Уменьшение числа вегетирующих видов начинается уже со II-III декады августа, когда отмирают *Trollius europaeus* (L.), *Anthriscus sylvestris* (L.) Hoffm., *Listera cordata* (L.) и *Listera ovata* (L.).

Массовое пожелтение листьев у древесных и кустарниковых видов (берёза повислая, осина, шиповник иглистый и т.д.) отмечается по средним многолетним данным во II декаде сентября, отмирание большинства однолетних трав происходит в I-II декаде сентября. В эти же сроки начинают отрастать листья осенней генерации у летне-зимнезелёных видов, продолжают вегетировать вечнозелёные виды. Окончание вегетации отмечается в III декаде сентября. В среднем вегетация растительных сообществ в условиях северной тайги продолжается 125–160 дней (4–5 месяцев).

За наблюдаемый период генеративная фаза у некоторых видов в лесных ассоциациях отсутствует (*Vaccinium vitis-idaea*, *Rosa acicularis* и др.). Наиболее ранний срок зацветания — II декада мая, отмечен в ассоциациях, где присутствуют ранневесенние виды: в елово-лиственничном лесу разнотравно-черничном, в лиственничном редколесье арктоусово-бруснично-зеленомошном, в лиственничном редколесье разнотравно-брусничном, на лугу суходольном злаково-разнотравном и в осиннике черничном.

В III декаде мая цветение начинается в тех ассоциациях, в которых есть весенние и раннелетние виды растений: в лиственничном редколесье арктоусово-бруснично-зеленомошном, на болоте хвощёво-осоково-сфагновом, на болоте пушицево-сфагновом, в ельнике чернично-зеленомошном, в сосняке чернично-зеленомошном и в сосновом редколесье дриадово-толокнянковом.

В I декаде июня цветение начинается в сосновом редколесье дриадово-толокнянковом, сосняке бруснично-черничном и на лугу пойменном злаково-разнотравном. Самый поздний срок начала цветения (II декада июня) отмечен в ельнике хвощёво-чернично-сфагновом.

Кривые цветения в основном одновершинны, т.е. один максимум цветения, который в большинстве случаев приходится на II-III декаду июня. Наиболее длительный период цветения (85–88 дней) отмечен в елово-лиственничном лесу разнотравно-черничном и в осиннике черничном, а также в лиственничных арктоусово-бруснично-зеленомошном, разнотравно-брусничном, и сосновом дриадово-толокнянковом редколесьях. Эти ассоциации характеризуются видовым многообразием, здесь присутствуют как ранневесенние, так и позднелетние виды. Самый короткий период цветения (около 45 дней) на болоте хвощёво-осоково-сфагновом, с III декады мая по I декаду июля. Количество одновременно цветущих видов (Серебрякова, 1976) в шести ассоциациях не поднималось выше 35–50% от общего числа видов. Самая высокая кривая цветения отмечена на болоте пушицево-сфагновом — 70%.

Из всех кривых цветения выделяются кривые соснового редколесья дриадово-толокнянкового, ельника хвощево-чернично-сфагнового и сосняка бруснично-черничного тем, что сразу отмечается максимум цветения в течение одной декады, он приходится на II, III декаду июня.

Кривые цветения складываются из кривых зацветания и отцветания. В отличие от однотипных кривых цветения, кривые зацветания и отцвета-

ния имеют различную конфигурацию. Во многих ассоциациях они многовершинны, что отражает волнообразный характер цветения. Это особенно заметно в луговой ассоциации, где чётко видны три максимума на кривой зацветания. Первый максимум дают весенние виды (*Ranunculus monophyllus* Ovsz.; *Lathyrus vernus* (L.)), затем — раннелетние виды (*Geranium silvaticum* L.; *Veronica chamaedrys* и др.) и позже — летние (*Filipendula ulmaria* (L.) Maxim.; *Crepis sibirica* L. и др.).

При сравнении хода кривых вегетации и цветения с подекадными данными температур за вегетационный период (таблица 2), видно, что подъём и спад кривых вегетации соответствует повышению температур в весенне-летний сезон и понижению в осенний. Кривые цветения в меньшей степени зависят от температурных показателей, на характер цветения также оказывает влияние величины светового дня, биологические особенности вида.

Таблица 2. Средние многолетние значения температуры за вегетационный период (1978–2017 гг.).

Месяц Декада	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь
1	-2,1	4,5	10,1	15,2	14,7	9,4
2	-0,4	6,6	13,3	16,6	12,5	7,7
3	2,0	8,6	14,8	15,6	11,1	5,8

В данной работе не рассмотрены кривые плодоношения, так как за наблюдаемый период у многих видов в неблагоприятные годы отсутствует генеративная фаза. Кроме этого довольно часто плоды не успевают вызреть за вегетационный период или сгнивают.

В результате проведённых многолетних наблюдений за сезонной динамикой развития фитоценозов можно сказать, что начало вегетации отмечается с III декады апреля по III декаду мая, в зависимости от видов, входящих в ассоциацию, от расположения самих площадей. Начало вегетации растительных сообществ с вечнозелёными древесными видами отмечается уже с III декады апреля. Активное снеготаяние (I-II декада апреля) способствует более раннему наступлению вегетации, особенно это заметно на склонах южных экспозиций. В понижениях рельефа, в карстовых воронках, на склонах северных экспозиций в карстовых логах снег лежит до первых чисел, а иногда и до середины июня. Средняя многолетняя дата схода снега — 20 мая.

Позднее всего, в III декаде мая, начинается вегетация растительных сообществ в долине Сотки и в сфагновых ельниках (травяно-кустарничковый ярус). Окончание вегетации происходит во всех ассоциациях во II-III декаде сентября, за исключением древесных вечнозелёных видов. В среднем вегетация продолжается 125–160 дней (4–5 месяцев). Максимум вегетирующих видов, в основном, с начала июня до конца августа.

Фаза цветения начинается в ассоциациях со II декады мая по II декаду июня. Сроки начала цветения зависят от видового состава фитоценоза

и в некоторой степени от экотопической приуроченности ценоза. Наиболее ранний срок зацветания — II декада мая, отмечен в ассоциациях, где присутствуют ранневесенние виды. Самый поздний срок начала цветения (II декада июня) отмечен в ельнике хвощёво-чернично-сфагновом. В большинстве фитоценозов максимум цветения приходится на конец июня (II–III декада). Наиболее длительный период цветения (85–88 дней) отмечен в сообществах, характеризующихся видовым разнообразием — таёжные редколесья, смешанные леса карстовых ландшафтов. Максимум отцветания отмечается во II декаде августа, последние цветущие виды отмечаются в III декаде августа. Самый короткий период цветения (около 45 дней) отмечен на болоте хвощёво-осоково-сфагновом, с III декады мая по I декаду июля. В большинстве ассоциаций в процессе цветения одновременно участвуют больше половины всех наблюдаемых видов, поэтому высота кривых цветения составляет 51–70%. Лишь в шести ассоциациях одновременно цветущие виды составляли от 35 до 50% от числа вегетирующих видов.

Литература

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

Борисова И.В. Ритм сезонного развития степных растений и зональных типов степной растительности Центрального Казахстана // Тр. Бот. инст. АН СССР. Сер. III. Геоботаника. Вып. 17, 1965.

Голубев В.Н. К методике составления кривых цветения растительных сообществ // Бюллетень МОИП Т.74. Вып.2, 1969. — С 90–97.

Серебрякова Т.И. Некоторые итоги ритмологических исследований в разных ботанико-географических зонах СССР // Проблемы экологической морфологии растений. — М., 1976. — С. 216–238.

SEASONAL DYNAMICS OF PHYTOCENOSES OF THE PINEZH RESERVE

Fedchenko I.A.

State natural reserve «Pinezhsky», Pinega, Arkhangelsk region, pinzapno@mail.ru

The article summarizes and analyzes the long-term data on the development of plant communities, gives a description of the rhythms of the development of phytocoenoses in the Pinezhsky Reserve.

Key words: seasonal dynamics, phytocenosis, vegetation curves, flowering, rhythmotypes.

ВЕСЕННЕЕ РАЗВИТИЕ ЧЕРЁМУХИ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ (РЕЗУЛЬТАТЫ ЕДИНОГО ФЕНОЛОГИЧЕСКОГО ДНЯ)

Янцер О.В.

Уральский государственный педагогический университет, Екатеринбург, ksenia_yantser@bk.ru

Проанализированы результаты проекта «Единый фенологический день» с 2012 по 2018 гг. Дана оценка основных фактов и общих закономерностей проявления феноаномалий в развитии черёмухи обыкновенной (*Padus avium*) на территории России. Раньше всего процесс начинается в равнинных и возвышенных районах европейской части страны. Максимальным запаздыванием характеризуются северные области и горные территории с резко континентальным климатом.

Ключевые слова: черёмуха обыкновенная, Единый фенологический день, феноаномалия.

Единый фенологический день (далее — ЕФД) — всероссийский научный проект, базирующийся на единстве сроков наблюдения в масштабе нашей страны. Предпосылкой его организации стала идея известного уральского ученого В.А. Батманова о создании феномониторинга всей планеты (Янцер, 2015). Масштабность исследования позволила предположить развитие планетарной фенологии. Большое количество наблюдателей одновременно, в выбранный день, на территории любой площади, вплоть до стран, континентов, или даже всего Земного шара опишут сезонное состояние какого-то широко распространенного, хорошо известного и легко наблюдаемого объекта, получить своеобразный «снимок» фенологии земной поверхности. Так можно измерять скорость распространения фенологических явлений по территории, определять динамику сезонного развития в разных регионах.

Для проведения ЕФД в пределах России пространственно выбраны участки сети особо охраняемых природных территорий, заповедников и природных парков, представляющих многообразие природных зон и ландшафтов страны, и населенные пункты с их окрестностями. ООПТ в качестве пунктов были выбраны с целью минимизирования антропогенного воздействия на ландшафты. Кроме того, во многих из них фенологические наблюдения проводятся в рамках создания летописей природы. Для выявления особенностей сезонной динамики вида на урбанизированных территориях фенологическая съёмка проводилась в населённых пунктах и в их окрестностях. Датой реализации весеннего ЕФД было выбрано 15 мая, объектом наблюдений стала широко распространенная черёмуха обыкновенная (*Padus avium*). Зацветание черёмухи является признаком разгара весны, часто ее цветение сопровождается последними заморозками в воз-

духе и приходом тепла (Минин, Воскова, 2014). В задачи участников входил выбор дерева (куста, зарослей) черёмухи, которые становятся постоянным объектом наблюдения на несколько лет, и ежегодно 15 мая отмечать их фенологическое состояние, сравнивая имеющийся объект с разработанной шкалой. Для проведения ЕФД был выбран описательный первичный метод, предполагающий доступность и простоту характеристики объекта, а также удобство для последующей обработки (Янцер, 2015; Янцер, Шишова, 2015).

Чтобы работать описательным первичным методом в такой форме и одновременно обеспечить высокую степень детальности наблюдений, необходимо хорошо представлять последовательность сезонных процессов и иметь разработанные шкалы нормальной последовательности явлений, то есть перечень фенологических состояний объекта, следующих друг за другом. С целью облегчить наблюдателям (которые вполне могут не иметь профессиональных компетенций по ботанике) эту часть работы и одновременно унифицировать полученные данные и была составлена специальная шкала — нормальная последовательность фенофаз и их подразделений для одного объекта, представляющая собой прямой ряд сезонных необратимых явлений с пояснениями. Каждой фазе сезонного развития растения присвоена своя цифровая характеристика (Таблица 1).

В настоящей работе анализируются данные всей совокупности балльной цифровой фенологической характеристики наблюдаемых участниками проекта черёмух, индицирующих состояние всего сообщества. Поскольку для некоторых территорий имеется довольно широкая сеть точек наблюдения (например, по европейской части и Уралу значительно больше результатов, чем по территории Сибири), с целью генерализации массива для каждого года выведены средние баллы развития (М) с их стандартными ошибками наблюдений (m) в 98 пунктах, где проект реализован непрерывно на протяжении 7 лет, с 2012 по 2018 гг. Сравнением средних многолетних данных по регионам произведен расчет феноаномалий в сутках — отклонения от средней многолетней величины балла развития объекта по России, знак которых показывает запаздывание (+) или опережение (-) в сезонном развитии вида (Янцер, 2017). Благодаря данной методике математическая обработка результатов позволяет сделать выводы о достоверности различий.

На настоящий момент наблюдения проводятся почти во всех территориях, где черёмуха обыкновенная встречается в естественных условиях произрастания. Контингент участников представлен самыми разными профессиями и родом занятий — от научных сотрудников и преподавателей вузов, институтов РАН, ООПТ, педагогов начального, среднего и общего образования, дополнительного образования до студентов, школьников и воспитанники детских садов. Максимальное количество наблюдений представляется в последние годы из городов и их окрестностей: Москвы и Подмосковья, Екатеринбурга, Тюмени, Томска, Кировграда (Свердловская область). Безусловно, это дает возможность генерализовать данные для крупных пунктов наблюдений и позволяет минимизировать ошибку наблюдения.

Таблица 1. Шкала фенофаз развития черёмухи обыкновенной (составлена Беляевой Н.В., 2012).

Балл	Описание	Варианты наблюдаемого
0	Зимний покой.	все почки сохраняют зимний вид и размеры
1	Набухание почек – у всех почек (вегетативных и генеративных) наружные жёсткие коричневые почечные чешуи расходятся, и на ветвях появляются почки.	от первых слегка набухших почек с показавшимися кончиками светлых плёнчатых чешуй до всех предельно набухших, вытанувших почек, «одетых» в светлые плёнчатые чешуи; издали черёмуха кажется покрытой белесоватыми штрихами и точками
2	«Развержение» или «проклёвывание» цветочных (генеративных) почек.	от первых почек со слегка разошедшимися плёнчатыми чешуями, между которыми стали заметны соцветия до практически всех «проклюнувшихся» цветочных (генеративных) почек с хорошо видными плотными соцветиями
3	Начало бутонизации – появление полностью обособившихся компактных прямых соцветий-«свечек».	от первых компактных полностью обособившихся соцветий-«свечек» до всех полностью обособившихся компактных прямых соцветий-«свечек». все соцветия ещё прямые, плотные
4	Бутонизация, «разрыхление» соцветий – появление изогнутых соцветий серповидной формы, в которых бутоны мелкие, на коротких цветоножках.	от первых слегка изогнутых ещё достаточно плотных соцветий, у которых цветоножки едва заметны, до массового появления серповидных рыхлах соцветий, в которых цветоножки вытянулись, бутоны отошли друг от друга и высвободились из прицветников
5	Бутонизация, соцветия-кисти – появление кистевидных соцветий с бутонами, у которых слегка разошлись чашелистики и стали видны белые «звёздочки» лепестков. Возможно появление черёмухового аромата.	от первых кистевидных соцветий с первыми бутонами, у которых слегка разошлись чашелистики и стали видны белые «звёздочки» лепестков до всех соцветий-кистей с бутонами, у которых между чашелистиками стали слегка видны белые лепестки; бутоны ещё достаточно плотные, большей частью зелёные
6	Бутонизация, окрашенные бутоны – появление соцветий-кистей с окрашенными бутонами.	от первых соцветий-кистей с окрашенными бутонами, похожими на зелёно-белые шарики до массового появления соцветий-кистей с окрашенными бутонами, в нижней части соцветий бутоны готовы раскрыться; раскрытых венчиков цветков ещё нет
7	Начало цветения – появление соцветий с раскрытыми венчиками цветков.	от первых соцветий с единичными раскрывшимися цветками до практически всех соцветий, в которых до половины цветков раскрылось, вторая половина – окрашенные бутоны (издали черёмуха «забелела» от раскрытых цветков)
8	«Разгар», массовое цветение – соцветия в полном цвету, венчики всех или почти всех цветков раскрыты.	от небольшой части соцветий, в которых все или почти все цветки раскрылись, а оставшиеся бутоны похожи на маленькие белые шарики (издали черёмуха отчётливо «белеет» от раскрытых цветков) до раскрытия всех цветков во всех соцветиях (издали черёмуха видна как «белое пятно»)
9	Начало отцветания – опадение лепестков, появление цветков с полностью опавшими лепестками.	от появления на земле и на ветвях черёмухи первых осыпавшихся лепестков (издали черёмуха ещё видна как «белое пятно» до практически всех соцветий с частью отцветших цветков, лепестки которых полностью облетели (издали черёмуха выглядит зелёной с белыми пятнами)
10	Отцветание – все цветки во всех соцветиях отцвели, все лепестки осыпались.	в соцветиях нет больше цветков с лепестками – все облетели, но хорошо видны ещё живые розоватые тычинки и части околоцветников
11	Полное отцветание – засыхание тычинок и частей околоцветников, увеличение в размерах завязей.	от первых соцветий с засохшими тычинками и частями околоцветников до массового появления соцветий с засохшими и опадающими тычинками и частями околоцветников, увеличивающимися в размерах завязями
12	Начало плодоношения – появление маленьких зелёных плодов-костянок.	на веточках видны только маленькие зелёные плоды-костянки, все незавязавшиеся цветки, засохшие части околоцветников и тычинки осыпались; околоплодники ещё не разрослись, и плоды ещё не достигли нормальной для черёмухи величины
13	Плодоношение (продолжение) – появление зелёных плодов-костянок нормального для черёмухи размера.	все зелёные плоды-костянки достигли нормального для черёмухи размера (чечевица или маленькая горошина)

Сравнение средней многолетней величины развития объекта по России (5,2 балла) и данных по регионам позволяет констатировать следующие общие факты. Максимальными положительными феноаномалиями от 3,2 до 4,8 суток, свидетельствующими о запаздывании развития объекта, характеризуются особо охраняемые территории северных районов и пункты горных районов — заповедников «Пасвик», «Костомукшский», «Пинежский», «Денежкин камень», национального парка «Югыд-Ва», г. Карпинск (Свердловская область), г. Мегион (ХМАО-Югра), г. Магадан (с. Оротук). Опережение в развитии черёмухи обыкновенной с отрицательной феноаномалией от 3 до 5,8 суток наблюдается стабильно в Москве и Подмосковье (Орехово-Зуево), Новочебоксарске (республика Чувашия), в памятнике природы «Теребушка (заповедник «Брянский лес»), Саратове, Бийске (Алтайский край), достигая максимума в Самарской области (г. Жигулевск). Вероятно, определяющим фактором здесь служит не только широтное распределение солнечной радиации, но и более возвышенный рельеф, а также количество осадков зимнего периода и, вероятно, большее количество солнечных дней в начале весны. Нулевые феноаномалии отмечены для некоторых пунктов Свердловской области: г. Реж, расположенных на границе предгорных и низкогорных районов Среднего Урала (природный парк «Оленьи ручьи») или в Зауральском равнинном районе.

Продвижение процесса происходит с юго-запада и крайнего юго-востока страны. На востоке страны запаздывание в развитии черёмухи при удалении от побережья Тихого океана вглубь материка связано не только с взаимодействием климатической системы океан-суша, но и с наличием горных массивов и нагорий, условия которых препятствуют раннему сходу снега, быстрому прогреванию и просыханию почвы, и активным ростовым процессам растительности в середине мая.

Благодарности. Научно-образовательный фенологический центр УрГПУ, Екатеринбург, благодарит А.А. Минина за организацию работы Фенологического портала Русского географического общества, М.К. Куприянову и Н.В. Беляеву за идейное сопровождение и критику, а также всех участников всероссийского проекта «Единый фенологический день»! Надеемся на дальнейшее плодотворное сотрудничество! С предварительной картой результатов ЕФД можно ознакомиться на сайте НОФЦ.ru

Литература

Беляева Н.В., Порошина О.М. Сравнение весеннего фенологического состояния черёмухи обыкновенной в г.Кировграде и в Висимском заповеднике по данным Единого фенологического дня. Исследования природных и социально-экономических систем Урала. Инновационные процессы и проблемы развития естественнонаучного образования: Мат. Всеросс. научно-практ. конф. Екатеринбург: ФГБОУ ВПО Урал. гос. пед. ун-т, 2013. — С. 104–113.

Минин А.А., Воскова А.В. Гомеостатические реакции деревьев на современные изменения климата: пространственно-фенологические аспекты // Онтогенез. Т. 45, № 3, 2014. — С. 162–169.

Янцер О.В. *Общая фенология и перспективные направления ее развития // Наука и образование: современные тренды.* № 3 (9), 2015. – С. 71–80.

Янцер О.В., Шишова К.А. *Пространственные закономерности весеннего развития черёмухи обыкновенной в Свердловской области в 2012–2015 гг. Современное состояние фенологии и перспективы ее развития: Мат. Междунар. научно-практ. конф. – Екатеринбург: ФГБОУ ВПО Урал. гос. пед. ун-т, 2015. – С. 59–67.*

Янцер О.В. *Сезонная динамика ландшафтов Свердловской области. Ландшафтоведение: теория, методы, ландшафтно-экологическое обеспечение природопользования и устойчивого развития: мат. XII Междунар. ландш. конф. – Тюмень, 2017. – С. 355–360.*

SPRING DEVELOPMENT OF PADUS AVIUM IN THE TERRITORY OF RUSSIA (RESULTS OF A ONE PHENOLOGICAL DAY)

Yantser O.V.

Ural State Pedagogical Universityksenia_yantser@bk.ru

The results of the project «One phenological day» from 2012 to 2018 are analyzed. The main facts and general patterns of manifestation of phenoanomalies in the development of wild Padus avium in Russia are estimated. First of all, the process begins in the flat and elevated areas of the European part of the country. The maximum retardation is characterized by northern regions and mountainous areas with sharply continental climate.

Key words: Padus avium, one phenological day, phenoanomalialia.

Подписано в печать 13.07.2018
Формат 60X90/16. Печать офсетная.
Усл. п.л. 17,0
Тираж 300 экз. Заказ 523

ООО «Великолукская Типография»,
182100, Псковская обл.,
г. Великие Луки, ул. Полиграфистов,
78/12. Тел./факс 8 (1153) 3-62-95,
E-mail: zakaz@veltip.ru
Сайт: <http://veltip.ru/>

