

ЛЕТОПИСЬ ПРИРОДЫ ФЕНОЛОГИЯ, ОТКЛИКИ БИОТЫ НА ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА

Материалы II Международной научной конференции
в Центрально-Лесном государственном природном
биосферном заповеднике 10–14 августа 2020 г.

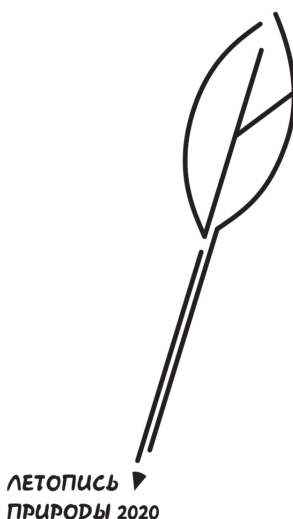


Москва 2020

МИНИСТЕРСТВО ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ И ЭКОЛОГИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ЦЕНТРАЛЬНО-ЛЕСНОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПРИРОДНЫЙ БИОСФЕРНЫЙ ЗАПОВЕДНИК
ИНСТИТУТ ГЕОГРАФИИ РАН
РУССКОЕ ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО
ИНСТИТУТ ГЛОБАЛЬНОГО КЛИМАТА И ЭКОЛОГИИ ИМ. АКАД. Ю.А. ИЗРАЭЛЯ
ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ РАЗВИТИЯ ИМ. Н.К. КОЛЬЦОВА РАН
ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ ЭКОЛОГИИ И ЭВОЛЮЦИИ ИМ. А.Н. СЕВЕРЦОВА РАН
ИНСТИТУТ ЛЕСОВЕДЕНИЯ РАН
ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ БИОЛОГИИ СО РАН
ФЕНОЛОГИЧЕСКИЙ ЦЕНТР БОТАНИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА ИМ. В.Л. КОМАРОВА РАН

ЛЕТОПИСЬ ПРИРОДЫ: ФЕНОЛОГИЯ, ОТКЛИКИ БИОТЫ НА ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА

Материалы II Международной научной конференции



Товарищество научных изданий КМК
Москва ❖ 2020

УДК 502 (091) + 502.051

ББК 57.026

Л52



Летопись природы: фенология, отклики биоты на изменение климата. Материалы
II Международной научной конференции в Центральном-Лесном государственном
природном биосферном заповеднике 10–14 августа 2020 г. М.: Товарищество науч-
ных изданий КМК. 2020. 218 с.

В сборнике представлены материалы российских и зарубежных учёных, специали-
стов и научных коллективов из государственных заповедников, национальных парков,
институтов РАН, вузов и ботанических садов по следующим направлениям: влияние
изменений климата на биоту и биотические сообщества; межгодовая и сезонная ди-
намика биотических сообществ; формирование единой базы фенологических данных,
унификация фенологических наблюдений, методические вопросы.

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

ISBN 978-5-907213-97-5

© ФГБУ «Центрально-Лесной государственный
заповедник», 2020.

© Товарищество научных изданий КМК,
издание, 2020.

Содержание

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	6
Секция ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА НА БИОТУ И БИОТИЧЕСКИЕ СООБЩЕСТВА	
А.Н. Соловьев, Т.Г. Шихова ФЕНОЛОГИЧЕСКИЕ ОТКЛОНЕНИЯ В УСЛОВИЯХ МЕНЯЮЩЕГОСЯ КЛИМАТА.....	8
А.Н. Иванов, А.И. Моисеев СОПРЯЖЕННЫЙ АНАЛИЗ ЛЕТОПИСЕЙ ПРИРОДЫ И КЛИМАТИЧЕСКИХ РЯДОВ ОСТРОВНЫХ ЗАПОВЕДНИКОВ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА.....	15
Д.В. Санданов ОСОБЕННОСТИ ФЕНОЛОГИИ РАНЕЦВЕТУЩИХ РАСТЕНИЙ БУРЯТИИ: ДИНАМИКА И КЛИМАТОГЕННЫЕ ТРЕНДЫ.....	22
И.И. Сапельникова, И.В. Прокошева, Е.А. Шуйская, В.А. Аблеева, Н.В. Зануздаева, М.Е. Каримова, Г.В. Соколова, И.А. Федченко, Л.Г. Целищева АНОМАЛИИ ФЕНОЛОГИЧЕСКОЙ ЗИМЫ 2019–2020 ГГ. НА ЕВРОПЕЙСКОЙ ТЕРРИТОРИИ РОССИИ.....	28
В.В. Мамкин, Ю.А. Курбатова СОВРЕМЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА ЮГО-ЗАПАДЕ ВАЛДАЙСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ.....	46
О.В. Янцер, М.Р. Серегин, Н.А. Лаптев ВЛИЯНИЕ ПОГОДНЫХ АНОМАЛИЙ 2020 ГОДА НА ВЕСЕННЕЕ РАЗВИТИЕ РАСТЕНИЙ В ЛАНДШАФТАХ СРЕДНЕГО УРАЛА.....	52
М.А. Лукашева ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ НА ФЕНОЛОГИЮ РАСТЕНИЙ И ЖИВОТНЫХ АЛТАЙСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ЗАПОВЕДНИКА.....	58
А.Л. Комжа, К.П. Попов ВЛИЯНИЕ ПОТЕПЛЕНИЯ КЛИМАТА НА РАСТИТЕЛЬНЫЙ ПОКРОВ СЕВЕРО- ОСЕТИНСКОГО ЗАПОВЕДНИКА.....	64
М.В. Сырица АНАЛИЗ МНОГОЛЕТНИХ КЛИМАТИЧЕСКИХ И ФЕНОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ ЗАПОВЕДНИКА «КЕДРОВАЯ ПАДЬ».....	69
М.В. Яковлева МНОГОЛЕТНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ СРОКОВ РАЗМНОЖЕНИЯ РЯБИННИКА И БЕЛОБРОВИКА В ЗАПОВЕДНИКЕ «КИВАЧ» (ЮЖНАЯ КАРЕЛИЯ) НА ФОНЕ ПОТЕПЛЕНИЯ КЛИМАТА.....	76
А.В. Кобзев РАСПРОСТРАНЕНИЕ ЛИПЫ СИБИРСКОЙ НА ООПТ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ	82
А.Е. Кухта, Е.Н. Попова ЭКОЛОГО-ТАКСОНОМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОЗЕРНОГО ЗООПЛАНКТОНА В РАЗЛИЧНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ РАЙОНАХ.....	88

Секция МЕЖГОДОВАЯ И СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА БИОТИЧЕСКИХ СООБЩЕСТВ

Н.В. Зануздаева, М.Е. Каримова ВЕДЕНИЕ КАЛЕНДАРЯ ПРИРОДЫ В ЛАПЛАНДСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ ЗАПОВЕДНИКЕ	93
Ю.Р. Иванова, Н.В. Скок, А.М. Евдокимова ИЗУЧЕНИЕ ФЕНОЛОГИИ РАСТЕНИЙ В РАЗНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ (НА ПРИМЕРЕ СРЕДНЕГО УРАЛА)	99
С.Ю. Казарова СЕЗОННЫЙ РИТМ РАЗВИТИЯ ДРЕВЕСНЫХ ЛИАН ПРИ ИНТРОДУКЦИИ В ДЕНДРАРИИ БОТАНИЧЕСКОГО САДА МГУ	104
Т.В. Лаврова ОСОБЕННОСТИ СЕЗОННЫХ РИТМОВ РАЗВИТИЯ РАСТЕНИЙ В БОТАНИЧЕСКОМ САДУ МГУ В 2018 Г.	111
И.Г. Отрадных, И.А. Съедина, Д.Г. Тургамбаев, Б.Б. Уалиева СЕЗОННАЯ СМЕНА ДОМИНАНТОВ В РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВАХ НА ПРИМЕРЕ ЭТАЛОННЫХ ПЛОЩАДОК В СТЕПНОЙ ЗОНЕ ГОСУДАРСТВЕННОГО НАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКА «КУЛЬСАЙСКИЕ ОЗЕРА»	117
Т.А. Полянская СЕЗОННОЕ РАЗВИТИЕ НЕКОТОРЫХ ЛЕСНЫХ СООБЩЕСТВ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «МАРИЙ ЧОДРА»	122
М.Ю. Пукинская ОСНОВНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ В ДИНАМИКЕ ЕЛОВЫХ ЛЕСОВ ЦЕНТРАЛЬНО- ЛЕСНОГО ЗАПОВЕДНИКА ЗА ПОСЛЕДНИЕ 20 ЛЕТ	128
Е.А. Куракина ОСОБЕННОСТИ ЦВЕТЕНИЯ <i>CHAMAEDAPHNE CALYCVLATA</i>	132
Е.Н. Попова, И.О. Попов ВЛИЯНИЕ СЕЗОННЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ НА НЕМАТОД- ВИРУСОНОСИТЕЛЕЙ В ЕСТЕСТВЕННЫХ БИОГЕОЦЕНОЗАХ УМЕРЕННОГО КЛИМАТИЧЕСКОГО ПОЯСА РОССИИ	136
А.В. Пчелкин КЛИМАТОЗАВИСИМАЯ МИГРАЦИОННАЯ АКТИВНОСТЬ СЕЛЕМДЖИНСКОЙ ПОПУЛЯЦИИ СИБИРСКОЙ КОСУЛИ	142
Т.А. Пчелкина, А.В. Пчелкин ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОВЕДЕНЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ СРЕДНЕАЗИАТСКОЙ ЧЕРЕПАХИ (<i>AGRIONEMYS HORSFIELDI</i> GRAY, 1844) ДЛЯ КРАТКОСРОЧНЫХ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ПРОГНОЗОВ	148

Секция ФОРМИРОВАНИЕ ЕДИНОЙ БАЗЫ ФЕНОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ. УНИФИКАЦИЯ ФЕНОЛОГИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ, МЕТОДИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ

А.А. Минин О ФЕНОЛОГИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛАХ МОСКОВСКОГО ЦЕНТРА РУССКОГО ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА	153
---	-----

Ю.П. Курхинен, В.Н. Большаков, М. Дельгадо, О. Оваскайнен, И.С. Прохоров ПРОЕКТ «ЛЕТОПИСЬ ПРИРОДЫ ЕВРАЗИИ»: ОПЫТ ИССЛЕДОВАНИЙ ОТКЛИКА БИОТЫ НА ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА	168
П.А. Лебедев, В.Г. Федотова ОПЫТ ФЕНОЛОГИЧЕСКОГО ЦЕНТРА БОТАНИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА ИМ. В.Л. КОМАРОВА РАН И ДОШКОЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ В ФЕНОЛОГИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЯХ	176
А.А. Сабаев, Н.И. Быков ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СПУТНИКОВЫХ СНИМКОВ ДЛЯ ФЕНОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	183
А.И. Буйволов, Б.Н. Фомин АНАЛИЗ ТРЕНДОВ СЕЗОННОГО РАЗВИТИЯ РАСТЕНИЙ ПРИОКСКО- ТЕРРАСНОГО ЗАПОВЕДНИКА ПО ФЕНОЛОГИЧЕСКИМ ДАННЫМ	188
Ю.Н. Спасовский ФЕНОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ОСНОВНЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ КАВКАЗСКОГО ЗАПОВЕДНИКА	194
Л.М. Китаев, А.С. Желтухин, Е.Д. Коробов, В.А. Аблеева, Н.Ю. Комарова СНЕЖНЫЙ ПОКРОВ: ОСОБЕННОСТИ ЛОКАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ В ЛЕСНЫХ МАССИВАХ КАК ВОЗМОЖНЫЙ ИСТОЧНИК ПОГРЕШНОСТЕЙ	200
О.А. Макарова К УНИФИКАЦИИ ФЕНОЛОГИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ (АНАЛИЗ СРОКОВ ЛИНЬКИ У ЗАЙЦА-БЕЛЯКА (<i>LEPUS TIMIDUS</i> L.) И БЕЛКИ ОБЫКНОВЕННОЙ (<i>SCIURUS VULGARIS</i> L.) В ЗАПОВЕДНИКАХ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ)	208
С.А. Коротков, Т.Г. Махрова ОРГАНИЗАЦИЯ ФЕНОЛОГИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ В ДЕНДРОСАДУ МФ МГТУ ИМ. Н.Э. БАУМАНА	214

ПРЕДИСЛОВИЕ

Дорогие друзья!

В 2018 году в Центральном-Лесном биосферном заповеднике (Тверская обл.) состоялась Первая международная фенологическая школа-семинар «Летопись природы России: фенология» с участием 80 специалистов из разных особо охраняемых природных территорий, институтов, вузов и других организаций. В 2020 г. Центрально-Лесной заповедник планировал провести вторую встречу на тему «Летопись природы: фенология, отклики биоты на изменение климата», чтобы продолжить обсуждение широкого круга вопросов, касающихся фенологии и экологии живых организмов, координации фенологических наблюдений и исследований в России и за рубежом. Особое внимание хотелось уделить отклику растений и животных на климатические воздействия как в пространстве, так и во времени. Встречу участников из-за пандемии пришлось отменить, а конференцию перевести в виртуальный формат с публикацией материалов. В адрес Оргкомитета поступили 32 статьи от участников из четырёх стран: России, Казахстана, Финляндии, Испании. Так как заявленный в программе конференции круг вопросов достаточно обширный, статьи в данном сборнике представлены по секциям, согласно основному направлению. Авторы работ согласились разместить доклады на сайте Центрально-Лесного заповедника www.clgz.ru.

Сборник научных трудов заслуженно открывает работа известных специалистов-фенологов А.Н. Соловьева и Т.Г. Шиховой, обобщающая результаты анализа многолетних наблюдений за сезонными процессами на востоке европейской территории России. Впервые представлен сопряженный анализ Летописей природы и климатических рядов островных заповедников Дальнего Востока в работе А.Н. Иванова и А.И. Моисеева.

Важными и интересными в научном плане являются статьи специалистов по анализу динамики гидрометеорологических показателей: Л.М. Китаев с соавторами; В.В. Мамкин и Ю.А. Курбатова; М.В. Сырица и др. авторы. В сборнике представлены работы по отклику биоты через параметры, косвенно связанные с фенологией: например, по оценке влияния климата на распространение видов (А.В. Кобзев), на таксономическое разнообразие некоторых групп организмов (А.Е. Кухта и Е.Н. Попова), миграционную активность и поведение животных (А.В. Пчелкин).

Интересна работа группы авторов о фенологических особенностях зимы 2019–2020 гг. на примере ряда заповедников Европейской части России (И.И. Сапельникова с соавторами). По сути, она возвращает нам традиции прошлых лет, когда фенологи по «горячим следам» анализировали прошедший год в сравнении с многолетними гидрометеорологическими и фенологическими параметрами развития природы разных регионов и страны в целом. Вопросам анализа многолетних фенологических данных отдельных видов животных и растений в сравнении с климатическими изменениями по материалам Летописей природы заповедников и национальных парков посвящены работы М.В. Яковлевой, О.А. Макаровой, М.А. Лукашевой и др. авторов.

Как всегда, в методически мощном обеспечении представлены статьи фенологов из Екатеринбурга (Ю.Р. Иванова, Н.В. Скок и А.М. Евдокимова; О.В. Янцер, М.Р. Серегин, Н.А. Лаптев). Традиционными стали Календарь природы заповедников Кольского полуострова (Н.В. Зануздаева, М.Е. Каримова) и детальные материалы по сезонной динамике растений ботанических коллекций МГУ (Т.В. Лаврова; С.Ю. Казарова).

Фенология как наука продолжает развиваться, современные технологии получения и обработки масштабных данных об окружающей среде требуют разработки новых методик. В сборнике представлены работы, где показаны некоторые результаты в этом направлении: ретроспективное восстановление данных по информации со спутников (Л.М. Китаев с соавторами), расшифровка космоснимков и использование сведений в фенологических исследованиях больших территорий (А.А. Сабаев и Н.И. Быков).

Ведение массовых фенологических наблюдений в России имеет более чем вековую историю. О непростом периоде в работе Московского фенологического центра Русского Географического общества, трудовом подвиге его сотрудников и перспективных планах изложено в статье А.А. Минина. В настоящее время продолжается сбор фенологических данных на ООПТ, в РГО, в Фенологическом центре Ботанического института и др. учреждениях нашей страны. О том, какую ценность представляют результаты многолетних фенологических данных из Летописей природы (заповедники и нацпарки), фенологических центров и т.п., все это стало очевидным благодаря международному проекту «Летопись природы Евразии: крупномасштабный анализ изменяющихся экосистем» «Eurasian Chronicle of Nature – Large Scale Analysis of Changing Ecosystems (ECN)», действующему с 2011 г. Основные результаты проекта ECN представлены в статье зарубежных и отечественных специалистов (Ю.П. Курхинен, В.Н. Большаков, М. Дельгадо, О.Оваскайнен, И.С. Прохоров).

Для будущего развития добровольной фенологической сети России очень важным является формирование любви к природе, наблюдениям за сезонной жизнью растений и животных у самых маленьких граждан страны. О фенологическом опыте работы с дошкольниками статья авторов П.А. Лебедева и В.Г. Федотовой из Фенологического центра БИН РАН.

Познакомившись с содержанием сборника, читатели увидят, что активные исследования разных аспектов сезонного и межгодового функционирования экосистем в ботанических садах, заповедниках, национальных парках и других учреждениях продолжают. Идет процесс накопления информации, которая даст нам возможность получить новые знания о природе, о закономерностях ее развития. Поэтому мы искренне признательны всем, кто продолжает эти исследования и вносит неоценимый вклад в создание фенологической Летописи природы.

Материалы в сборнике публикуются в авторской редакции с частичной правкой отдельных статей членами редакционной коллегии по согласованию с авторами.

**Оргкомитет II Международной конференции
«Летопись природы: фенология, отклики биоты на изменение климата»**

ФЕНОЛОГИЧЕСКИЕ ОТКЛОНЕНИЯ В УСЛОВИЯХ МЕНЯЮЩЕГОСЯ КЛИМАТА

А.Н. Соловьев, Т.Г. Шихова

*Всероссийский научно-исследовательский институт охотничьего хозяйства и звероводства
им. проф. Б.М. Житкова, Россия, 610020, г. Киров, ул. Преображенская, 79; biomon@mail.ru*

Аннотация. По результатам фенологического мониторинга установлены много-летние тренды сезонных явлений на востоке европейской территории России, особенности реакции растений и животных на погодно-климатические аномалии.

Ключевые слова. Фенологическое явление, погодно-климатические аномалии, температурный фактор, фенологическая тенденция, сезонная динамика экосистем.

Потепление климата (Груза, Ранькова, 2012; Zolina et al., 2013; Mann et al., 2017) обусловило удлинение вегетационного периода в средних широтах (Второй оценочный доклад Росгидромета..., 2014; Переведенцев и др., 2010) и вызвало смещение дат развития растений и животных. Единство причины (температурный фактор) предполагает климатогенно обусловленную векторную и вторичную биогеоэкологическую, опосредованную, взаимообусловленную синхронность происходящих в экосистемах временных (фенологических) изменений. В целом за XX-е столетие наблюдалась общая тенденция смещения средних дат начала активности и наступления весенне-летних фаз развития биоты к более ранним значениям (Соловьев, 2005а; 2011).

Косвенным показателем величины палеофенологических амплитуд в периоды устойчивых изменений климатических условий в позднем голоцене может служить разница в сроках вегетации «ранних» и «поздних» сезонных рас растений, в частности, черёмухи обыкновенной, дуба черешчатого (Соловьев, 2007б). Показательным примером адекватной реакции вида на устойчивое благоприятное сочетание климатического и антропогенного факторов стал «феномен» экспансии кабана на европейский северо-восток (Соловьев, 2008).

Современное потепление, проявляющееся в повышении преимущественно осенне-зимне-весенней температуры, смещение к северу изотермы 0° и соответственно изолиний высот снежного покрова активизировало процессы восстановления северных частей ареалов бореальной фауны, оттеснённых к югу арктическими условиями плейстоцена в относительно холодные эпохи голоцена. Преобладают тенденции расселения видов в север-северо-восточном направлении. В сочетании с антропогенной трансформацией ландшафтов лесной зоны и нарастающей урбанизацией северных территорий потепление

активизирует структурно-пространственные перестройки фауны (Соловьев, 2005а; 2011).

Анализ фактов зимовок перелётных видов птиц в умеренных широтах востока Русской равнины показал, что с разной частотой и численностью стали зимовать 63 вида (21,1%) мигрантов региональной фауны, в 4,4 раза больше, чем до современного потепления климата, преимущественно (92,1%) в антропогенных условиях, 15 видов (23,8%) – регулярно и 43 (68,3%) – спорадически (Соловьев, 2012).

В цикличность многолетней и сезонной динамики экосистем коррективы вносят погодно-климатические аномалии, не только задерживая или ускоряя наступление и прохождение сезонных этапов развития природы, но и вызывая нарушение генеративного цикла, повреждения и даже гибель организмов (Соловьев и др., 2011; 2015; 2019). За 130 лет фенологических наблюдений по г. Киров аномально затяжные осенние сезоны (>106 сут) отмечались в последнее 30-летие – 1991, 2008, 2009, 2013 гг. Продолжительность их превышала средние показатели от $+1,8 \sigma$ (1991 г.) до $+2,4 \sigma$ (2008 г.) (Шихова, 2018).

Анализировались данные фенологического мониторинга по г. Кирову и Кировской области, расположенной в лесной зоне умеренно континентального климата на востоке Русской равнины. Фенологические даты регистрировались по единой методике в соответствии с программой фенологических наблюдений в Кировской области (Соловьев, 2005б) постоянной сетью добровольных фенокорреспондентов, существующей с 1920-х годов и с 1980 г. возглавляемой одним из авторов. Накопленная по г. Кирову фенологическая информация более чем за 100-летний период позволяет определять закономерности сезонной ритмики различных объектов растительного и животного мира под влиянием циклических колебаний климата.

Характер реакции биологических объектов на изменения температуры воздуха за столетие выявлялся по климатическим периодам, выделенным с учётом глобальных тенденций температурного фактора и особенностей местных колебаний среднегодовой температуры воздуха (Соловьев, 2005а).

Влияние погодных аномалий на жизнедеятельность растений и животных устанавливалось по характеристикам экстремально жаркого, засушливого вегетационного периода 2010 года и холодных летних сезонов 2017 и 2019 гг. в сравнении со среднемноголетними датами (Соловьев и др., 2011; 2015; 2019). Статистическая обработка фенологических рядов проведена с применением пакетов компьютерных программ Excel 2010 и Statistica 10. Достоверность полученных результатов оценивалась на уровне $p < 0,05$.

В результате обработки фенологических рядов в сопоставлении с сезонными явлениями в атмосфере, гидросфере, сезонной динамике снегового покрова, общими аспектами ландшафтов установлены многолетние тренды сезонных явлений, корреляционные связи между отдельными явлениями, имеющие прогностическое значение.

Сопряжённый анализ вековых климатических и биофенологических данных показал очевидную согласованность климатической и фенологической тенденций по датам наступления пороговых значений среднесуточных темпе-

ратур и фаз у растений и животных, а также по величине их трендов за столетие (Соловьев, 2005а; 2007а).

Установлен высокий уровень корреляции некоторых отдалённых во времени, но синхронно наступающих явлений, что позволяет методом фенологического лага определять даты наступления относительно скрытых явлений и прогнозировать даты наступления отдалённых во времени сезонных процессов (Соловьев, 2020). Практическое использование фенопрогнозирования проиллюстрировано на примере определения сроков весенней охоты на пролётные виды гусеобразных. Наиболее надёжным феноявлением, индицирующим начало пролёта гусей, может служить массовый прилёт грачей, отражающий алгоритм весенней ситуации в направлении миграции гусеобразных. Данная методика позволяет оптимизировать сроки открытия весенней охоты с сохранением продуктивной части популяции гусей (Соловьев, Шихова, 2011).

Общая тенденция повышения температуры в XX столетии в умеренно-континентальных климатических условиях южно-таёжной подзоны на северо-востоке Русской равнины привела к сокращению продолжительности зимнего сезона на 15 дней и удлинению летнего сезона на 15 дней. В фенологии развития представителей животного и растительного мира особенно значительные изменения произошли в наиболее динамичные переходные периоды – весны (смещение к более ранним датам) и осени (смещение к более поздним датам) с незначительной разницей в датах за столетие в пределах относительно стабильных периодов зимы и лета (Соловьев, Шихова, 2002).

Потепление климата привело к смещению на 5–7 суток к более ранним средним датам наступления весенне-летних явлений в жизни биоты (прилёт птиц, распускание листьев, зацветание растений и т. п.). Величина проявления этой общей тенденции различна в разные фенологические периоды. Например, зеленение берёзы бородавчатой *Betula pendula* Roth (период зелёной весны) за 100 лет стало наступать на 7 сут раньше, а зацветание липы мелколистной *Tilia cordata* Mill. (краснолетье) – на 5 суток. Средние даты прилёта птиц в г. Киров по климатическим фазам в XX в. колебались от +5 до -9 суток с максимальными значениями тренда к началу XXI-го столетия от 10 до 14 суток (Соловьев, 2015).

Регулярные с тенденцией к массовости зимовки кряквы *Anas platyrhynchos* L. на востоке европейской территории России (ЕТР) начались в первую половину 1980-х гг. в условиях благоприятного сочетания климатического и антропогенного факторов при ведущей роли последнего. В этих условиях впервые за исторический период в средних широтах европейского востока в пределах населённых пунктов стали формироваться оседлые популяции кряквы. О климатической обусловленности регулярных зимовок кряквы свидетельствует их наличие в естественных условиях – на переставших замерзать полностью малых реках с быстрым течением и преимущественно грунтовым питанием (Соловьев, 2014).

На примере стрижа показана реакция стенобионтного по термическому фактору вида на устойчивое потепление. Пребывание стрижей в гнездовой области обусловлено постоянным наличием в достаточном количестве насекомых в воздухе, период их размножения и роста птенцов приходится на время

с устойчиво высокими значениями температуры воздуха (выше +10°) и наибольшей продолжительностью дня. Фазовые изменения климата незначительно сказываются на сроках их гнездования. При потеплении стрижи прилетали в среднем на 1 день раньше, а улетали на 2 дня раньше, при похолодании – прилетали на 2 дня позднее и улетали на 4 дня позднее среднемноголетних значений. За XX столетие средние даты прилёта и отлёта стрижей сместились к более ранним значениям. В современную фазу потепления с середины 1980-х гг. среднедесятилетние даты их прилёта колеблются на уровнях ниже средневековой (Соловьев, 2015).

С устойчивым изменением климата возрастают риски развития погодных аномалий. Экстремальная жара и засуха в течение 50 дней летом 2010 г. вызвали феноаномалии в развитии растений и животных, которые носили экспрессивный характер с опережением среднемноголетних дат до 18 суток. В результате превышения среднемноголетних значений среднемесячных температур воздуха шло ускоренное накопление суммы эффективных температур ($\Sigma_{эф.т.}$), обусловившее прогрессирующее ускорение наступления летних фенофаз у растений, достигшее максимума (-12±4,9) в июле. В апреле и мае на 1° положительной температурной аномалии фенофазы у растений наступали в среднем на 1 сутки раньше средних дат. В августе-сентябре при положительных температурных аномалиях осенние фенофазы у растений наступали с запаздыванием на 6–8 суток.

Длительное воздействие высоких температур воздуха (выше +30°) и дефицит атмосферного увлажнения до 92% в июле–августе 2010 г. оказались в области пессимальных значений для травостоя суходольных лугов, сельскохозяйственных культур, лесных ягодников (брусника *Vaccinium vitis-idaea* L., черника *V. myrtillus* L.) в подзоне южной тайги и особенно в подзоне хвойно-широколиственных лесов. Эти погодные условия оказались в зоне толерантности для ягодных кустарников пойменных и крупных болотных угодий (шиповник майский *Rosa majalis* Herrm., клюква *Oxycoccus palustris* Pers.), и не повлияли на урожай поздноцветущих (конец мая – июль) древесных видов – липа мелколистная, рябина обыкновенная *Sorbus aucuparia* L., черемуха обыкновенная *Padus avium* L., дуб черешчатый *Quercus robur* L. Удлинение тёплого периода стимулировало массовое вторичное цветение растений и обусловило случаи вторичного плодоношения у некоторых видов средних широт (Соловьев и др., 2011; Шихова, Соловьев, 2016).

Экстремальные погодные условия 2010 г. повлияли на продуктивность беспозвоночных животных и сроки миграций птиц. Сочетание продолжительных морозов января (ниже -35°) и продолжительной летней жары с засухой оказались пессимальными и сублетальными для разных стадий онтогенеза колорадского жука *Leptinotarsa decemlineata* (Say), остроголового клопа *Aelia acuminata* (L.), озимой совки *Agrotis segetum* (Den. et Schiff.), шведской мухи *Oscinnella frit* (L.) и др. Но жаркая сухая погода способствовала раннему выходу имаго клеверного долгоносика *Apion apricans* Hbst. Превышение среднемесячной температуры воздуха на 1° вызвало опережение средних дат: в апреле – на 1,9 суток начала фенофаз онтогенеза беспозвоночных микротермической группы, на 1,0 суток – прилёта птиц из ближних мигрантов; в мае – на 1,3 суток фенофаз развития

беспозвоночных мезотермической группы, на 1,4 суток – прилёта птиц из дальних мигрантов. Превышение $\Sigma_{эф.т}$ на 100° вызвало опережение средних дат: в мае – на 2,9–3,8 суток появления имаго (шведской мухи, колорадского жука, капустницы *Pieris brassicae* L.); в июне – на 2,7–4,8 суток выплода личинок; в июле – на 1,6–1,7 суток вылета летнего поколения имаго этих видов. В условиях средних широт европейского востока морозы до -40°C зимой и продолжительная жара до $+40^{\circ}\text{C}$ с засухой летом находятся в пределах адаптационных возможностей региональной биоты и не вызывают необратимых последствий в живой природе (Соловьев и др., 2015).

В 2017 г. весна, лето и осень наступали значительно позднее средних дат (от $+1,1\sigma$ до $+2,4\sigma$), но по продолжительности были в пределах нормы. Аномально холодная весна и лето, медленное накопление $\Sigma_{эф.т}$ с апреля по август обусловили замедленное развитие природных процессов с задержкой от среднемноголетних дат от 5 суток в апреле до двух-трех недель в течение лета. В первой половине вегетационного периода (май–июль) дефицит среднемесячной температуры воздуха на 1° вызвал отставание в развитии растений в среднем на 5,7 суток. Позднее среднемноголетних дат началось: зеленение растений на 8–18 суток при отклонении $\Sigma_{эф.т}$ на $-11,9$ – $18,5^{\circ}$ от средних значений; зацветание – на 8–20 суток при отклонении $\Sigma_{эф.т}$ на $-11,9$ – $397,1^{\circ}$; плодоношение – на 9–20 суток при отклонении $\Sigma_{эф.т}$ на -313 – $517,1^{\circ}$. При недостатке $\Sigma_{эф.т}$ (до 50 % нормы) не вызрели плоды теплолюбивых культур. У большинства рассмотренных видов отмечалось снижение плодоношения. Холодное и дождливое лето 2017 г. оказало негативное влияние на развитие вредителей сельскохозяйственных культур, обусловив отсутствие ряда видов (Соловьев и др., 2019).

Фенологический 2019 год характеризовался поздней ($+12$ сут, $1,3\sigma$) короткой (-17 сут, $-1,7\sigma$) весной, ранним (-4 сут, $-0,6\sigma$) нормальным по продолжительности летом, ранней (-8 сут, $-1,4\sigma$) удлинённой ($+15$ сут, $1,1\sigma$) осенью. Вегетационный период 2019 г. отличался разнонаправленными феноаномалиями – положительными (отстающими от средних дат) в апреле, июне, июле и отрицательными (опережающими средние даты) в мае и августе–октябре. Продолительно прохладная погода летом 2019 г. сказалась на развитии вредителей сельхозкультур – в период вегетации отсутствовали трипсы Thysanoptera, пьявица обыкновенная *Oulema melanopus* L., остроголовый клоп и вредный клоп черепашка *Eurygaster integriceps* Puton. Недостаток тепла, рекордный дефицит солнечного сияния – 40–50% (Доклад об особенностях климата..., 2020) негативно отразились на урожайности дикоросов, культурных растений и грибов. Листопадные деревья и плодово-ягодные кустарники лучше отреагировали на жаркую и засушливую погоду 2010 г., чем на холодную и дождливую 2017 г. и 2019 гг. (Соловьев и др., 2019).

Накопление длинных рядов фенологических данных с их последующей аналитической обработкой как метод натурных исследований позволяет интерпретировать получаемые результаты по схеме «воздействие-отклик». Сравнительный анализ вековых фенологических рядов по г. Вятка (Киров) в сопоставлении с фенологическими показателями по другим регионам России, Европы, Северной Америки свидетельствует о глобальном характере изменений сезонной

динамики биоты. Синхронность трендов многолетнего смещения средних дат наступления сезонных явлений в жизни животных и растений в XX в. свидетельствует о единстве причин, обуславливающих эти сдвиги.

Климатические изменения по-разному отражаются на фенологических явлениях разных термических групп. На востоке ЕТР вслед за смещением за столетие на 8 дней к ранним значениям средней даты перехода среднесуточной температуры воздуха выше 0° произошло смещение к более ранним датам наступления биофенологических явлений из ранневесенней температурной группы с близкими величинами трендов за столетие.

Анализ реакции животных и растений на аномально жаркие, засушливые и аномально холодные, дождливые условия позволил сделать заключение о достаточно широком диапазоне гомеостатических механизмов – адаптации к значительным колебаниям температуры и влажности внешней среды. Участвовавшие в последнее десятилетие погодные аномалии с экстремальными температурно-влажностными показателями для рассмотренных видов естественных и культурных биоценозов находятся в пределах их толерантности и не вызывают необратимых процессов.

Современная динамика дат наступления фенологических явлений соответствует особенностям климатической тенденции, проявляющейся в Северном полушарии в сокращении продолжительности зимнего сезона. Фенологический мониторинг позволяет выявлять характер и временные параметры отклика биоты на глобальные изменения абиотических факторов.

Список литературы

- Второй оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. 2014. – М., Росгидромет, 58 с.
- Груза Г.Н., Ранькова Э.Я. 2012. Наблюдаемые и ожидаемые изменения климата России. – Обнинск, 194 с.
- Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2019 год. 2020. – М., 97 с.
- Переведенцев Ю.П., Френкель М.О., Шаймарданов М.З. 2010. Современные изменения климатических условий и ресурсов Кировской области. – Казань, 242 с.
- Соловьев А.Н. 2005а. Биота и климат. Региональная фенология. – М., Пасьева, 288 с.
- Соловьев А.Н. 2005б. Сезонные наблюдения в природе. Программа и методика регионального фенологического мониторинга. – Киров, 96 с.
- Соловьев А.Н. 2007а. Климатогенная динамика сроков сезонной активности биоты востока Русской равнины в XX столетии. – Известия РАН (сер. географич.), № 4, с. 54-65.
- Соловьев А.Н. 2007б. Климатогенные фенологические тенденции и динамика биоразнообразия. – В сб.: Изменение климата и биоразнообразие России: постановка проблемы. – М., Акрополь, с. 23-56.
- Соловьев А.Н. 2008. Феномен «небывалой экспансии» кабана в аспекте климатических и антропогенных тенденций. – В сб.: Изменение климата и биоразнообразие России. – М., Акрополь, с. 41-72.
- Соловьев А.Н. 2011. Динамика фауны востока Русской равнины в XX веке. – Успехи современной биологии, т. 131, № 5, с. 440-252.

- Соловьев А.Н. 2012. Зимовки перелетных видов птиц в средних широтах востока Русской равнины. – Бюл. МОИП, отд. биологический, т. 117, вып. 3, с. 3-16.
- Соловьев А.Н. 2014. Зимовки кряквы (*Anas platyrhynchos*) в естественных и антропогенных условиях востока Русской равнины. – Поволжский экологический журнал, № 2, с. 271-283.
- Соловьев А.Н. 2015. Вековая динамика сроков сезонных миграций птиц в средних широтах европейского востока. – Бюллетень МОИП. Отд. биол., т. 120, вып. 1, с. 3-17.
- Соловьев А.Н. 2020. Корреляционные связи дат наступления сезонных явлений. – Известия РАН. Сер. биол. № 1, с. 1-8.
- Соловьев А.Н., Шихова Т.Г. 2002. Региональный отклик биоты на изменения климата в XX столетии. – В сб.: Экология северных территорий России. Проблемы, прогноз ситуации, пути развития, решения: матер. междунар. конф. – Архангельск, Ин.-т экологических проблем Севера УрО РАН, т. 1, с. 382-387.
- Соловьев А.Н., Шихова Т.Г., Бусыгин Е.И. 2011. Влияние погодно-климатических аномалий 2010 года на состояние растений средних широт востока Русской равнины. – Вестник Удмуртского ун-та, вып. 4, с. 8-19.
- Соловьев А.Н., Шихова Т.Г., Бусыгин Е.И. 2015. Жизнедеятельность животных средних широт востока Русской равнины в условиях погодно-климатических аномалий. – Сельскохозяйственная биология, т. 50, № 2, с. 137-151.
- Соловьев А.Н., Шихова Т.Г., Бусыгин Е.И. 2019. Фенологические последствия холодного лета 2017 года. – Бюл. МОИП. Отд. биол., т. 124, вып. 2, с. 3-15.
- Шихова Т.Г. 2018. Границы фенологических сезонов в современных климатических условиях. – Экология родного края: проблемы и пути их решения: матер. XIII Всерос. с междунар. уч. науч. конф. – Киров, ВятГУ, кн. 1, с. 13-16.
- Шихова Т.Г., Соловьев А.Н. 2016. Вторичное цветение растений в современных условиях. В сб.: – Современные концепции экологии биосистем и их роль в решении проблем сохранения природы и природопользования: матер. Всерос. с междунар. уч. науч. конф. – Пенза, изд-во ПГУ, с. 207-210.
- Mann M.E., Rahmstorf S., Kornhuber K., Steinman B.A., Miller S.K., Coumou D. 2017. Influence of anthropogenic climate change on planetary wave resonance and extreme weather events. – Scientific Reports, vol. 7, pp. 45242.
- Zolina O., Simmer C., Belyaev K. et al. 2013. Changes in the duration of European wet and dry spells during the last 60 years. – Journal of Climate, vol. 26(6), pp. 2022-2047.

PHENOLOGICAL DEVIATIONS IN THE CONDITIONS OF A CHANGING CLIMATE

A.N. Soloviev, T.G. Shikhova

*Russian Research Institute of Game Management and Fur Farming, 79, Preobrazhenskaya st.,
610000, Kirov, Russia; biomon@mail.ru*

Abstract. The long-term trends of seasonal phenomena over the 20th century have been established. According to the results of phenomonitoring within the Kirov Region. The reactions of plants and animals to weather-climatic anomalies are analyzed.

Keywords. Weather and climate anomalies, temperature factor, phenological tendency, seasonal dynamics of ecosystems.

СОПРЯЖЕННЫЙ АНАЛИЗ ЛЕТОПИСЕЙ ПРИРОДЫ И КЛИМАТИЧЕСКИХ РЯДОВ ОСТРОВНЫХ ЗАПОВЕДНИКОВ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

А.Н. Иванов, А.И. Моисеев

*Московский Государственный Университет им. М.В. Ломоносова
Россия, 119899, Москва, Ленинские горы, д. 1; a.n.ivanov@mail.ru*

Аннотация. На примере трех заповедников исследованы тенденции изменения климата на островах дальневосточных морей. В последние десятилетия на всех островах происходит потепление климата, усилившееся в XXI веке. Климатические изменения имеют региональную специфику, проявляющуюся в разной интенсивности потепления. Реакция экосистем на изменение климата по материалам Летописей природы неоднозначна.

Ключевые слова. Островные заповедники, изменения климата, Летописи природы.

Проблеме глобальных и региональных изменений климата и ответной реакции экосистем в последние годы посвящено большое количество научных работ. Для материковых ландшафтов северного полушария достоверно установлен тренд повышения среднегодовой температуры, происходящий в основном за счёт зимнего сезона, а также другие климатические изменения. Вместе с тем относительно недавно выяснилось, что во второй половине XX в. наблюдается значительный рост приземной температуры воздуха над сушей, но при этом – почти полное отсутствие подобного роста над океанами. Таким образом, проявляется разнонаправленность тенденций формирования аномалий температуры на континентах и океанах. Установлено также, что изменения температуры воды в Мировом океане не однонаправленны, а значения отклонений существенно меньше, чем для температуры воздуха над материковой сушей (Byshev et al., 2006).

Как меняется климат на островах, меняется ли он вообще, соответствуют ли изменения тенденциям над материковой сушей или океаном – ответы на эти вопросы по большей части отсутствуют. Острова в географии традиционно рассматриваются как часть Мирового океана, в частности, потому, что их климат формируется под влиянием преимущественно океанических воздушных масс и течений. Вместе с тем острова – это все-таки участки суши с особыми физическими свойствами подстилающей поверхности. При достижении определённой площади крупные острова существенно трансформируют океанические воздушные массы, вызывая климатические эффекты, наблюдающиеся над материками, поэтому выявление особенностей изменений климата над островами представляет особый научный интерес. Цель настоящей работы – проверка гипотезы о возможном влиянии глобального потепления на островные экосистемы Северо-Западной Пацифики.

Для решения задачи выбраны три островных заповедника – Командорский, Курильский и Поронайский, для которых имеются длинные метеорологические

ряды близлежащих метеостанций, охватывающие базовый период (1961–1990 гг.) и последующий период, в котором наблюдается глобальное потепление климата, а также данные Летописей природы. Метеоданные (температура воздуха и осадки) взяты из системы Мировых центров данных ВНИИГМИ-МЦД (<http://meteo.ru/>). Летописи природы были получены из архива Министерства природных ресурсов (до 2003 года) и из архива ВНИИ «Экология» (с 2003 г.). В Летописях природы анализировалась межгодовая изменчивость и направленные изменения, выбранные из Календарей природы, в которых ежегодно фиксируются сезонные гидрометеорологические, фенологические явления, а также сезонные явления для ключевых видов животных. Метеорологические ряды изначально были оценены на близость к нормальному распределению для температур и гамма-распределению для осадков (Пузаченко, 2004). Далее проводился дисперсионный анализ, корреляционный анализ (коэффициент Пирсона), оценивалась однородность распределений (t-критерий Стьюдента). Все статистические результаты основаны на оценках с доверительной вероятностью более 95%. Оценка нормальности распределения показала, что ряды температур воздуха для всех трёх заповедников во все месяцы и сезоны близки к нормальному распределению. Ряды осадков оказались близки к гамма-распределению во всех заповедниках во все месяцы и сезоны (за исключением января на Курилах).

Командорский заповедник. Климат Командорских островов – морской умеренный, близкий к океаническому. Для анализа изменений климата использовались данные метеостанции Никольское, имеющей ряд наблюдений с конца XIX в. Среднегодовая температура за весь период наблюдений составила +2.3 °C. Однако с середины 1980-х гг. началось направленное повышение температуры, ускорившееся с 2003 г. За период 2003–2018 гг. значение среднегодовой температуры составило +3.2 °C, т. е. она была выше среднемноголетних значений почти на градус. Повышение среднегодовой температуры подтверждается статистически, линейный тренд за период 1976–2018 г. составляет +0.28 °C/10 лет. Потепление на Командорах проявляется во все сезоны года, но в разной степени. Наиболее выражен рост температуры летом, несколько ниже он весной и осенью. В наименьшей степени потепление проявляется в зимнем сезоне, что отличает Командорские острова от большинства материковых ландшафтов северного полушария, где повышение среднегодовой температуры происходит в основном за счёт зимы. В целом по сравнению с материковыми ландшафтами тенденция к потеплению и ход роста температуры схожи, однако на материке потепление происходит более интенсивно.

Среднее количество осадков на Командорах за период наблюдений составило 934 мм/год. При этом период 1961–1990 гг. был более влажным (1051 мм/год), за период 1996–2010 гг. выпадало существенно меньше осадков – 847 мм/год. В целом за последние десятилетия выражен тренд уменьшения осадков, их количество сокращается во все сезоны, максимальное сокращение приходится на весну и лето, осенью и зимой сокращение незначительное. Необходимо отметить, что снижение осадков в летнем сезоне очень заметное, в предыдущие годы подобного не наблюдалось (Иванов, Губанова, 2011).

Таким образом, изменения климата на Командорских островах в последние десятилетия отчётливо выражены и проявляются в значительном потеплении во все сезоны года и некотором уменьшении годового количества осадков. Из отдельных сезонов года наибольшие изменения происходят летом: летний сезон в XXI в. становится все более тёплым и сухим. В наименьшей степени климатические изменения проявляются зимой (повышение температуры минимально, направленное изменение осадков не обнаруживается). По сравнению с материковыми ландшафтами рост температуры более медленный (за исключением летнего сезона).

При анализе ответной реакции экосистем на климатические изменения все природные явления были разделены на три группы: а) физические явления, непосредственно связанные с климатом; б) явления, связанные с жизнью растений; в) явления, связанные с жизнедеятельностью животных. В первом случае наиболее отчётливо выражено смещение начала первых заморозков на почве на более поздние сроки (примерно на 30 дней), что объясняется тем, что осенний сезон становится все более тёплым. Вместе с тем отмечается более позднее начало первых оттепелей (примерно на 20 дней). Для таких фенологических дат как начало постоянных оттепелей и начало отмирания высокотравья характерен ненаправленный разброс значений. Из природных явлений, связанных с жизнедеятельностью растений, отмечается устойчивое более раннее начало цветения княженики (*Rubus arcticus* L.) (на 5 дней) и башмачка Ятабе (*Cypripedium yatabeanum* Sw.) (на 7 дней), а также более раннее созревание морошки (*Rubus chamaemorus* L.) (на 10 дней). Для таких фенологических дат как начало цветения первоцвета (*Primula cuneifolia* Ledeb.) и разгар цветения рябины (*Sorbus sambucifolia* Cham.et Schlent. M. Roem) характерен ненаправленный разброс значений, без выраженных тенденций. Из природных явлений, связанных с жизнедеятельностью животных, отмечено более раннее начало хода кижуча (на 10 дней), также раньше происходит выход щенков песцов из нор (на 12 дней) и распад выводков у песцов (15 дней). Наряду с этим позже (примерно на 10 дней) начинается ход нерки. Для начала гона у оленей характерен ненаправленный разброс значений.

Курильский заповедник. Климат южной части Курильских островов – морской муссонный. Для анализа изменений климата использовались данные метеостанции Южно-Курильск с периодом наблюдений 1947–2018 гг. Среднегодовая температура воздуха за весь период наблюдений составила +5.0 °С. За 1961–1990 гг. температура оказалась несколько ниже и составила +4.7 °С. Однако, начиная с 1990-х годов наблюдается заметный рост температуры, усилившийся в XXI в., за 2001–2018 гг. среднегодовая температура составила +5.5 °С. Статистическая оценка однородности также подтверждает наличие годового тренда +0.26 °С/10 лет. Анализ сезонных изменений показывает, что потепление проявляется во все сезоны, однако наибольший рост температуры происходит зимой, несколько меньше он выражен летом и осенью, потепление температуры воздуха в весенний сезон выражено незначительно. Статистическая оценка однородности рядов подтверждает наличие трендов только для зимы и осени, при

этом в летнем сезоне в последние годы все же намечается потепление направленного характера. По сравнению с материковыми ландшафтами характерен более плавный ход потепления в годовом масштабе (в среднем $0.45^{\circ}\text{C}/10$ лет на материке против $0.26^{\circ}\text{C}/10$ лет в заповеднике), что объясняется большим воздействием океанических воздушных масс. По сезонам года тренд по своей направленности схож с материком, но менее выражен.

Среднее количество выпавших осадков за весь период наблюдений (1947–2010 гг.) составило 1523 мм/год. За период 1976–2010 гг. наблюдается незначительное, но статистически значимое увеличение количества осадков (1.9 мм/10 лет). Изменения по сезонам имеют противоположный характер: в зимний и летний сезоны количество осадков растёт, в переходные сезоны – снижается. Наличие трендов подтверждается статистически.

Таким образом, изменения климата в Курильском заповеднике отчётливо выражены и проявляются в потеплении во все сезоны года. Среднегодовое количество осадков незначительно возрастает, по сезонам изменения имеют разнонаправленный характер. Летний и зимний сезоны в XXI в. стали более тёплые и более влажные. Наблюдается увеличение продолжительности вегетационного периода на 2–2,5 недели. Из природных явлений, имеющих прямую физическую зависимость от климата, анализировались четыре показателя: начало первых осенних заморозков, появление первого снега, сход снежного покрова и появление устойчивого снежного покрова. Для первых трёх переменных характерны межгодовые флуктуации, без направленных тенденций. Устойчивый снежный покров начинает формироваться раньше примерно на 15 дней. Из природных явлений, связанных с жизнедеятельностью животных, характерно более раннее появление иксодовых клещей (21 день). Из природных явлений, связанных с фенологическими датами растений, анализировались шесть переменных. Зафиксировано более раннее зацветание восковника (*Myrica tomentosa* (DC.) Aschers. et Graebn.) (на 7 дней), триллиума камчатского (*Trillium camschatcense* Ker Gawl.) (на 12 дней) и более раннее появление плодов шикши (*Empetrum nigrum* L.) (7 дней). В то же время отмечается более позднее начало цветения адониса амурского (*Adonis amurensis* Regel et Radde) (11 дней), рябины смешанной (*Sorbus commixta* Hedl.) (8 дней), и начало массового цветения хохлатки (*Corydalis ambigua* Cham. et Schltdl.) (6 дней). Таким образом, изменения природных явлений, связанные с жизнью растений и животных, в целом имеют разнонаправленный характер. Относительно чётко тенденцию потепления климата может индцировать только более раннее появление иксодовых клещей. Для природных явлений, имеющих непосредственную физическую зависимость от климата, в большинстве случаев направленных изменений не наблюдается, характерны только межгодовые флуктуации.

Поронайский заповедник. Климат на территории заповедника – муссонный с чертами морского. Для анализа изменений климата в Поронайском заповеднике использовались данные метеостанции Поронайск, которая имеет ряд наблюдений с 1908 г. Среднегодовая температура за весь период наблюдений составила $+0.3^{\circ}\text{C}$, за базовый период (1961–1990 гг.) температура была несколько

ко выше (+0.4 °C). Однако в XXI в. наблюдается резкий рост температуры. За период 2001–2018 гг. она составила уже +1.1 °C, статистическая оценка однородности ряда наблюдений подтверждает наличие тренда в ряду среднегодовых значений. Повышение температуры наблюдается во все сезоны, в наибольшей степени – зимой, в минимальной степени – в весенний период. При сравнении с материковыми ландшафтами можно говорить о значительной схожести в температурных изменениях и по годам и по сезонам (Кокорин и др., 2013), однако на материке потепление идет интенсивнее.

Среднее количество выпавших осадков за период наблюдений (1947–2010 гг.) составило 838 мм/год. В базовом периоде (1961–1990 гг.) выпадало 791 мм/год, в период 2001–2010 гг. количество осадков увеличилось до 900 мм/год. Рост осадков происходит во все сезоны года за исключением осени, значение тренда за год тоже положительное. Статистическая оценка подтверждает наличие направленных изменений только для зимы и весны. Летом и осенью наблюдается лишь временное изменение осадков, обусловленное, вероятно, особенностями циркуляции воздушных масс в регионе. Необходимо отметить, что из-за относительно небольших месячных значений осадков отмеченный рост в зимний и весенний сезоны может являться весьма значимым для экосистем Поронайского заповедника, поскольку происходит рост снежного покрова зимой и увеличение увлажнённости в период начала зацветания растений. Таким образом, климат Поронайского заповедника и прилегающей территории меняется в сторону потепления, зимой и весной статистически подтверждается направленное увеличение количества осадков. В потеплении и, несколько меньше, в повышении увлажнения проявляется значительное сходство с материковыми ландшафтами. Из числа природных явлений, имеющих прямую физическую зависимость от климата, анализировались пять переменных. В датах выпадения первого снега, первых оттепелей и первых заморозков наблюдается смещение на более поздние сроки (в среднем на 30 дней). Последний снег и первый весенний дождь наблюдаются в те же сроки, т.е. направленных изменений не обнаруживается. В целом, из данных Летописей природы можно сделать вывод, что происходит сдвиг зимнего сезона (позже выпадает первый снег, позже начинаются первые оттепели), однако это не согласуется с выявленным потеплением весной по метеорологическим рядам.

Из природных явлений, связанных с фенологическими датами растений, анализировались две переменных, по которым имеются ряды наблюдений. Начало цветения шиповника морщинистого (*Rosa rugosa* Thunb.) смещается на более поздний срок (на 10 дней), а начало цветения морошки (*Rubus chamaemorus* L.) наступает в среднем на 4 дня раньше. При этом для морошки характерен сильный разброс значений по годам. Для животных анализировалось одна переменная – начало прилёта озерной чайки, направленных изменений в сроках прилёта не выявляется. Таким образом, по имеющимся фенологическим данным Летописи природы о каком-либо отклике экосистем на изменение климата с уверенностью утверждать нельзя. Это может быть связано как с малой длиной ряда наблюдений, так и с отсутствием реакции экосистем как таковой.

Проведённый анализ показал, что на всех изученных островах климатические изменения: а) отчётливо выражены и подтверждаются методами математической статистики; б) заключаются в направленном потеплении, усилившемся в XXI в.; в) имеют островную специфику, заключающуюся в том, что по сравнению с материковыми ландшафтами ход изменений более плавный, смягчаемый влиянием морских воздушных масс; г) имеют региональную специфику, проявляющуюся в разной интенсивности потепления на разных островах по годам и по сезонам. В целом тенденция повышения среднегодовой температуры на всех трёх островах отчётливо выражена, различаются только абсолютные значения и сезонный ход. С осадками картина более сложная, чётких закономерностей не выявляется. В районе Курильского заповедника количество осадков уменьшается в переходные сезоны и увеличивается зимой и летом, т.е. отмечается разнонаправленность по сезонам. В Поронайском заповеднике статистически подтверждённые линейные тренды наблюдаются зимой и весной, в среднем за год тренд статистически не подтверждается. Иная ситуация в районе Командорского заповедника: направленное изменение осадков отмечается только летом. В целом характерна разнонаправленность и разносезонность в изменении осадков. Ещё более сложная и противоречивая ситуация имеет место при анализе Летописей природы заповедников в качестве источника информации для выявления отклика островных экосистем на установленные изменения климата. При сравнении всех трёх заповедников единой направленности в изменении сроков наступления фенологических дат у растений и животных не обнаруживается. Относительно выраженные направленные изменения фенологических показателей и других природных явлений, которые можно интерпретировать как реакцию экосистем на потепление климата, выявляются только в Командорском заповеднике. Для Курильского и Поронайского заповедников таких чётких однонаправленных изменений в фенодатах не выявляется, они разнонаправлены, несмотря на тенденцию потепления. Причин этого может быть несколько: а) недостаточно сильное для биоты изменение гидротермических параметров среды; б) недостаточная временная продолжительность изменений; в) недостаточная способность Летописей природы уловить ответные реакции экосистем на климатические изменения. Летописи природы фиксируют отдельные фрагменты динамики и функционирования экосистем, которые можно интерпретировать как реакцию на потепление, однако без целостной картины изменений.

Список литературы

- Иванов А.Н., Губанова Д.Д. 2011. Влияние изменений климата на экосистемы Командорских островов. – В сб.: Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей. Материалы XII Международной научной конференции. – Петропавл.-Камч., Камчатпресс, с. 142-145.
- Кокорин А.О., Смирнова Е.В., Замолотчиков Д.Г. 2013. Изменения климата. Вып. 2. Регионы Дальнего Востока. – М., Всемирный фонд дикой природы, 234 с.
- Пузаченко Ю.Г. 2004. Математические методы в экологических и географических исследованиях. – М., Издательский центр «Академия», 416 с.
- Byshev V.I., Neiman V.G., Romanov Yu. 2006. On the essential differences between the large-scale variations of the surface temperature over the oceans and continents. – *Oceanology*, vol. 46(2), pp. 147-158.

JOINT ANALYSIS OF THE CHRONICLES OF NATURE AND CLIMATE SERIES FOR THE FAR EAST ISLAND RESERVES

A.N. Ivanov, A.I. Moiseev

Lomonosov Moscow State University, 1 Lenin's mountains, Moscow, 119991, Russia; a.n.ivanov@mail.ru

Abstract. Trends of climate change on the islands of Far Eastern seas has been studied by the examples of the Komandorsky, the Kurils and the Poronaysky nature reserves. It was figured out that in recent decades climate warming has taken place in all islands, and it increased in the XXI century. Climate changes have regional particularity. According to the chronicles of nature the response of ecosystems to climate change is ambiguous.

Keywords. Island reserves, climate change, chronicles of nature.

ОСОБЕННОСТИ ФЕНОЛОГИИ РАННЕЦВЕТУЩИХ РАСТЕНИЙ БУРЯТИИ: ДИНАМИКА И КЛИМАТОГЕННЫЕ ТРЕНДЫ

Д.В. Санданов

Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, Россия, 670047, Улан-Удэ,
ул. Сахьяновой, 6; sdenis1178@mail.ru

Аннотация. Приведены сведения по фенологии раннецветущих растений Бурятии. Проведен анализ фенологических данных с интервалом в 50 лет, а также динамика цветения *Pulsatilla multifida* с конца XIX по начало XXI века. Для изученных видов отмечаются фенологические сдвиги цветения на более ранние сроки. Использование фенологической информации на основе гербарных образцов *Amygdalus pedunculata* показало перспективность такого подхода для оценки сезонного развития вида.

Ключевые слова. Фенология, раннецветущие растения, изменение климата.

Современные исследователи заинтересованы в изучении фенологии в связи с изменениями сроков наступления и продолжительности сезонов и климата, поэтому проводится подробная оценка фенологического отклика растений на климатические изменения (Richardson et al., 2013; Menzel et al., 2020). При наличии общих совпадающих тенденций в изменениях сроков наступления весенних явлений, наблюдаются региональные различия, которые могут быть обусловлены биологическими особенностями прохождения фаз растений (Минин, 2011). Поэтому на сегодняшний день важно развивать региональные фенологические исследования в различных биомах совместно с изучением особенностей биологии и экологии изучаемых растений.

Обработка и анализ архивных фенологических данных проводились на основе фондов Государственного архива Республики Бурятия и Кяхтинского краеведческого музея имени академика В.А. Обручева. Проанализирован большой массив данных с 1923 по 1969 годы: записи и наблюдения фенолога И.С. Котова и многочисленных фенотипических корреспондентов со всех районов Бурятии. Особое внимание уделялось рядам долговременных фенологических наблюдений в окрестностях г. Улан-Удэ, которые охватывают 40-летний интервал (с 1930 по 1969 гг.), а также фенологические данные с окрестностей г. Кяхта с 1923 по 1969 годы. Для современного периода использованы фенологические наблюдения авторов, часть данных по датам зацветания растений рассчитаны по сумме эффективных температур на основе суточных метеоданных. Также задействованы фенологические данные из других источников: публикации, онлайн-данные, ранее неопубликованные данные автора. Для оценки ритма сезонного развития *Amygdalus pedunculata* Pall. использована информация из гербарных коллекций: гербарий Института общей и экспериментальной биологии СО РАН (UUN), гербарий Сибирского института физиологии и биохимии растений СО РАН (IRK), гербарий Иркутского государственного университета (IRKU), цифровой гербарий Московского государственного университета (MW) – <https://plant.depo.msu.ru/>, цифровой

гербарий Центрального сибирского ботанического сада СО РАН (NS и NSK) – <http://herb.csbg.nsc.ru:8081/>.

Для определения дат начала цветения *Amygdalus pedunculata* использован унифицированный метод определения фенологических фаз у гербарных образцов (Pearson, 2019). Визуальная оценка фен фаз дополнялась данными по двум метеостанциям: п. Новоселенгинск, среднемесячные показатели температуры воздуха (<http://en.tutiempo.net/climate>), данные за период с 1985 по 2015 годы и г. Кяхта, суточные показатели температуры воздуха (<http://meteo.ru/data/162-temperature-precipitation#>), данные за период с 1985 по 2019 гг. (Булыгина и др., № 2014620942). Массивы метеоданных для расчета дат цветения *Pulsatilla multifida* (G. Pritzel) Juz. в Улан-Удэ с 2000 по 2005 годы также загружены с сайта <http://meteo.ru/data/162-temperature-precipitation#>.

Весеннее развитие растительности на территории Бурятии начинается с цветения прострела многонадрезного *Pulsatilla multifida* (G. Pritzel) Juz. [*P. patens* auct.]. К этому времени сходит снежный покров, почва оттаивает на глубину пахотного слоя, начинают набухать почки у многих деревьев и кустарников. Сравнительный анализ сроков зацветания *Pulsatilla multifida* в окрестностях Улан-Удэ за 50-летний промежуток выявил фенологические сдвиги в сторону более раннего наступления фенофазы (рис. 1). Зацветание растений за 50 лет сдвинулось на более ранние сроки в среднем на 7 дней. В современных условиях начало цветения вида в Улан-Удэ приходится на 15 апреля, тогда как среднепогодные значения по данным И.С. Котова приходились на 22 апреля. Несмотря

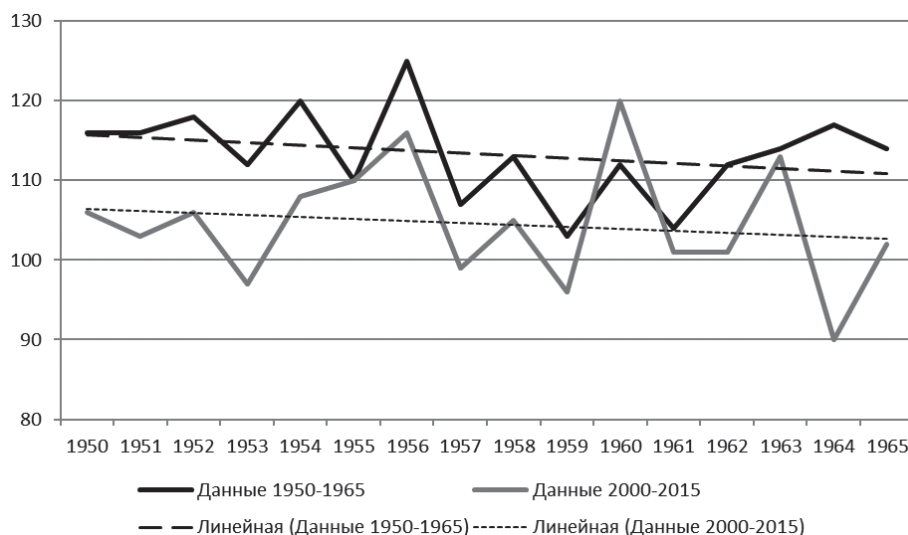


Рис. 1. Цветение *Pulsatilla multifida* в окрестностях Улан-Удэ.

Условные обозначения: по оси ординат указаны дни года, по оси абсцисс – годы наблюдений (данные с 2000 по 2015 год дублируют ранние данные на этой же оси). Данные за 1950–1965 гг. – наблюдения И.С. Котова, данные за 2006–2015 год – наблюдения автора, данные за 2000–2005 гг. рассчитаны на основе сумм эффективных температур.

Таблица 1. Особенности цветения *Pulsatilla multifida* в окрестностях г. Кяхта (с конца XIX по начало XXI века)

Источник данных	Времен- ной интер- вал, годы	День года (сред- немноголетние данные)	Средняя фенодата	Пределы дат зацветания вида в указанные годы
Талько-Грынцевич Ю.Д.	1877–1894	117,3	28 апреля	23.IV – 02.V
Котов И.С.	1923–1929	115,1	26 апреля	11.IV – 03.V
Московский А.А.	1963–1969	107,4	17 апреля	11.IV – 27.V
Расчетные данные	2010–2018	98,8	9 апреля	27.III – 23.IV

на большой интервал между датами начала цветения в разные годы линейные тренды за полувековой период остаются сходными и направлены на более раннее наступление цветения вида. Можно отметить, что фенологический сдвиг зацветания *P. multifida* в Улан-Удэ является относительно небольшим. Так, для более северных широт в условиях Верхней Колымы по 15-летним наблюдениям (частично в период с 1991 по 2013 годы) наблюдается смещение начала цветения на более ранние сроки на 17 дней (Синельникова, Пахомов, 2015). В Баргузинском заповеднике за последние 40 лет наблюдений отмечается более раннее зацветание этого вида лишь на 4,5 дня (Санданов и др., 2019). Все это свидетельствует о региональных отличиях в фенологических сдвигах растений.

Ранее отмечалось, что зацветание *P. multifida* в окрестностях г. Улан-Удэ в большей степени связано с температурными условиями апреля или марта-апреля, чем с показателями осадков (Санданов, Батоцыренов, 2019). Многочисленные исследования также отмечают, что температурные условия являются определяющими для фенологии растений в различных географических регионах (Rathcke, Lacey, 1985; Badeck et al., 2004). Поэтому наблюдаемые процессы глобального потепления климата оказывают непосредственное влияние на особенности фенологии растений, в частности определяют сдвиги цветения видов на более ранние сроки.

И.С. Котовым были рассчитаны даты зацветания *P. multifida* в окрестностях г. Кяхта с 1877 по 1894 гг. на основе климатогеографической характеристики из книги Ю.Д. Талько-Грынцевича «Климат Троицкосавска-Кяхты в гигиеническом отношении» (Иркутск, 1897). Нами дополнительно обработаны архивные данные по цветению вида в окрестностях Кяхты: данные И.С. Котова (1923–1929 гг.) и А.А. Московского (1963–1969 гг.). На основе современных метеоданных по сумме эффективных температур рассчитаны даты зацветания за 2010–2018 гг. в окрестностях Кяхты (табл. 1). Этот временной промежуток был выбран вследствие того, что наиболее значительные изменения климата наблюдаются в последнее десятилетие.

Здесь также можно отметить, что за последние 140 лет наблюдается фенологический сдвиг в сторону более ранних сроков зацветания растений. Причем этот тренд стал более выраженным за последние 50 лет. В целом за изученный

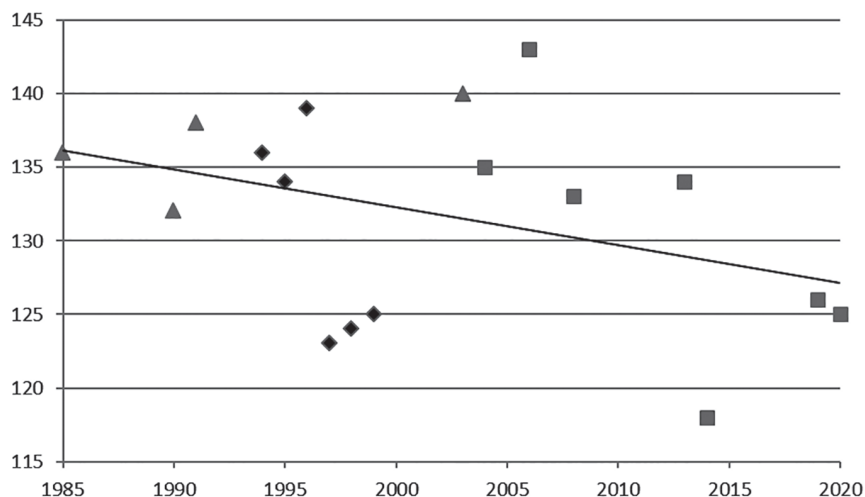


Рис. 2. Динамика цветения *Amygdalus pedunculata* на Селенгинском среднегорье. Условные обозначения: по оси ординат указаны дни года, по оси абсцисс – годы наблюдений. Серыми треугольниками отмечены гербарные данные, черными ромбами – данные Н.В. Екимовой и С.Г. Рудых (2007), серыми квадратами – данные автора.

временной промежуток особи вида стали зацветать на 19 дней раньше. Наблюдаемые сдвиги цветения *P. multifida* на более ранние сроки в Улан-Удэ и Кяхте, несомненно, связаны с процессами потепления климата. Такие тренды наблюдаются и на региональном уровне для территории Забайкалья (Обязов, 2010), а для Байкальского региона отмечаются быстрые темпы потепления (Куликов и др., 2014). В последние десятилетия в Забайкалье происходит смещением изотерм на север (Обязов, 2010), что может обуславливать изменения в фенологии растений.

Наиболее привлекательным и ярким моментом весны в степных районах Бурятии является период цветения миндаля черешкового *Amygdalus pedunculata*. Детальные фенологические исследования в трех популяциях вида проведены Н.В. Екимовой и С.Г. Рудых (2007). Собственные фенологические наблюдения проводились в окрестностях поселков Селендума и Новоселенгинск, где располагаются самые крупные популяции *A. pedunculata*. Обобщение различных данных по началу цветения миндаля черешкового с 1985 по 2020 годы обозначило основной тренд, который также указывает на фенологический сдвиг на более ранние сроки (рис. 2). Если ранее средняя дата начала цветения растений приходилась в среднем на 17 мая, то в последние 10 лет сроки цветения сдвинулись на 10 дней раньше и отмечаются в среднем 7 мая.

В последние годы гербарные данные широко используются для оценки фенологических изменений и их связи с параметрами окружающей среды (Willis et al., 2017; Корр et al., 2020). Однако, метод изучения фенологии на основе гербария является эффективным при наличии предварительных наблюдений за сезонным развитием видов и различных параметров окружающей среды. Так, ранее проведенные детальные исследования фенологии *A. pedunculata* были

полезными при анализе гербарных сборов. Несмотря на растянутый период и фенологическую неоднородность цветения растений, рассчитанные суммы эффективных температур вкупе с доступными метеоданными позволяют оценить сроки начала зацветания. Этот метод также можно широко использовать для оценки фенологии эфемероидов, т.к. для данной группы растений характерен сравнительно короткий срок цветения.

Совокупный анализ архивных и современных данных по фенологии раннецветущих растений Бурятии выявил смещение цветения видов на более ранние сроки. Наблюдаемые фенологические сдвиги различны по продолжительности, связаны с региональными различиями и характером условий местообитаний видов. Тренды более раннего наступления фенофаз у исследованных видов связаны с потеплением климата. Отмечается перспективность использования гербарных данных для изучения особенностей сезонного ритма растений.

Работа выполнена при поддержке гранта РГО №23/2019-Н5 и в рамках государственной темы № АААА-А17-117011810036-3. Автор выражает благодарность сотрудникам Государственного архива Республики Бурятия и Кяхтинского краеведческого музея имени академика В.А. Обручева за помощь в работе с архивными материалами, а также кураторам гербариев за возможность работы с гербарными коллекциями.

Список литературы

- Булыгина О.Н., Разуваев В.Н., Александрова Т.М. Описание массива данных суточной температуры воздуха и количества осадков на метеорологических станциях России и бывшего СССР (ТТТР). – Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2014620942. Электронный ресурс. URL: <http://meteo.ru/data/162-temperature-precipitation#> (дата обращения 25 апреля 2020).
- Екимова Н.В., Рудых С.Г. 2007. Сезонный ритм развития *Armeniaca sibirica* и *Amygdalus pedunculata* (Rosaceae) в Западном Забайкалье. – Растительные ресурсы, т. 43, вып. 2, с. 18-23.
- Котов И.С. 1968. Сезонные явления в природе Бурятии. – Улан-Удэ, Бурятское книжное изд-во, 2 изд., 80 с.
- Куликов А.И., Убугунов Л.Л., Мангатаев А.Ц. 2014. О глобальном изменении климата и его экосистемных последствиях. – Аридные экосистемы, т. 20, № 3(60), с. 5-13.
- Минин А.А. 2011. Некоторые аспекты взаимосвязей наземных экосистем с изменяющимся климатом. – Успехи современной биологии, т. 131, №4, с. 407-415.
- Обязов А.А. 2010. Адаптация к изменениям климата: региональный подход. – География и природные ресурсы, № 2, с. 34-39.
- Санданов Д.В., Батоцыренов Э.А. 2019. Особенности весеннего цветения растений Бурятии: анализ архивных фенологических материалов. – Вестник Восточно-Сибирского государственного института культуры, № 2(10), с. 38-46.
- Санданов Д.В., Бухарова Е.В., Росбах С., Хартиг Ф., Куркина И.И. 2019. Тренды многолетних фенологических наблюдений за растениями Баргузинского заповедника и их связь с изменениями климата. – В сб.: Роль научно-исследовательской работы в управлении и развитии ООПТ. – Иркутск, Издательство Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, с. 175-180.
- Синельникова Н.В., Пахомов М.Н. 2015. Сезонная жизнь природы Верхней Колымы. – М., Товарищество научных изданий КМК, 329 с.

- Талько-Грынцевич Ю. 1897. Климат Троицкосавска-Кяхты в гигиеническом отношении. – Иркутск, Типо-литограф. И.И. Макушина, 67 с.
- Badeck F.W., Bondeau A., Bottcher K., Doktor D., Lucht W., Schaber J., Sitch s. 2004. Responses of spring phenology to climate change. – *New Phytologist*, vol. 162, pp. 295-309.
- Kopp C.W., Neto-Bradley B.M., Lipsen L.P.J., Sandhar J., Smith S. 2020. Herbarium records indicate variation in bloom-time sensitivity to temperature across a geographically diverse region. – *International Journal of Biometeorology*, vol. 64, pp. 873-880.
- Menzel A., Yuan Y., Matiu M., Sparks T., Scheifinger H., Gehrig R., Estrella N. 2020. Climate change fingerprints in recent European plant phenology. – *Global Change Biology*, vol. 26, pp. 2599-2612.
- Pearson K.D. 2019. A new method and insights for estimating phenological events from herbarium specimens. – *Applications in Plant Sciences*, 7(3): e1224.
- Rathcke B., Lacey E.P. 1985. Phenological patterns of terrestrial plants. – *Annual Review of Ecology and Systematics*, vol. 16, pp. 179-214.
- Richardson A.D., Keenana T.F., Migliavacca M., Ryu Y., Sonnentag O., Toomey M. 2013. Climate change, phenology, and phenological control of vegetation feedbacks to the climate system. – *Agricultural and Forest Meteorology*, vol. 169, pp. 156-173.
- Willis C.G., Ellwood E.R., Primack R.B., Davis C.C., Pearson K.D., Gallinat A.S., Yost J.M., Nelson G., Mazer S.J., Rossington N.L., Sparks T.H., Soltis P.S. 2017. Old plants, new tricks: phenological research using herbarium specimens. – *Trends in Ecology & Evolution*, vol. 32, pp. 531-546.

PHENOLOGICAL FEATURES OF EARLY-BLOOMING PLANTS OF BURYATIA: DYNAMIC AND CLIMATIC TRENDS

D.V. Sandanov

*Institute of General and Experimental Biology of SB RAS, 6 Sakhyanovoi str., Ulan-Ude, 670047, Russia;
sdenis1178@mail.ru*

Abstract. Information on phenology of early-blooming plants in Buryatia is presented. Analysis of long-term phenological studies with 50-year span and blooming dynamic for *Pulsatilla multifida* from end of XIX century till beginning of XXI century have been elaborated. Using phenological information on the base of herbarium specimens of *Amygdalus pedunculata* showed perspectives of such approach for estimating seasonal development of the species.

Keywords. Phenology, early-blooming plants, climate change.

АНОМАЛИИ ФЕНОЛОГИЧЕСКОЙ ЗИМЫ 2019–2020 ГГ. НА ЕВРОПЕЙСКОЙ ТЕРРИТОРИИ РОССИИ

*И.И. Сапельникова¹, И.В. Прокошева², Е.А. Шуйская³, В.А. Аблеева⁴,
Н.В. Зануздаева⁵, М.Е. Каримова⁵, Г.В. Соколова⁴, И.А. Федченко⁶, Л.Г. Целищева⁷*

¹Воронежский государственный заповедник им. В.М. Пескова», Россия, 394080, Воронеж, нп. Госзаповедник, ул. Центральная усадьба; is@reserve.vrn.ru

²Государственный природный заповедник «Вишерский», Россия, 618590, Пермский край, г. Красновишерск, ул. Гагарина, 36 Б; halsori@yandex.ru

³Центрально-Лесной государственный заповедник», Россия, 172521, Тверская область, пос. Заповедный; elenashuy@rambler.ru

⁴Приокско-Террасный государственный заповедник, Россия, 142200, Московская область, Серпуховский район, местечко Данки, Заповедник; sftm0@yandex.ru, veniaminovna.sokolowa@yandex.ru

⁵Лапландский государственный природный биосферный заповедник, Россия, 184506, Мурманская обл., г. Мончегорск, Зеленый пер. 8; natazan@yandex.ru

⁶Государственный природный заповедник «Пинежский», Россия, 164610, Архангельская обл., Пинежский р-он, п. Пинега, ул. Первомайская, д. 123а; pinzapo@mail.ru

⁷Государственный заповедник «Нургуш», Россия, 610002, Кировская обл., г. Киров, ул. Ленина, 129а, корпус 2; nurgush-nauka@yandex.ru

Аннотация. Проведен анализ фенологических данных и метеорологических характеристик зимнего сезона 2019–2020 гг. в рамках экологического мониторинга на Европейской части России в шести природных заповедниках: Воронежский, Приокско-Террасный, Центрально-Лесной, Нургуш, Пинежский и Лапландский. В центральных регионах выявлены погодные аномалии в сравнении с периодом 1990–2019 гг., ставшие причиной более раннего наступления сезонных явлений у некоторых растений и животных весной 2020 г.

Ключевые слова. Изменение климата, Календарь природы, многолетние данные, заповедник, погодные аномалии, устойчивый переход температуры, фенодата, феноиндикаторы, фенология.

Введение. В последние два десятилетия изменение климата и перераспределение теплового баланса Земли рассматриваются специалистами в качестве доминирующего фактора, определяющего показатели биоразнообразия, а также смещение времени наступления биологических событий (Минин, 2000; Кожаринов, Минин, 2001; Груза, Ранькова, 2012; Обзор состояния ..., 2018; Доклад..., 2020; Sherry et al., 2007; Mann et al., 2017; и др.). Реакцию биоты оценивают по степени отклонения сроков проявления феноявлений от выбранных норм (Минин, 2000; Cleland et al., 2007). В целом отмечается неоднозначная реакция компонентов экосистем на изменения в глобальной климатической системе (Минин и др., 2016, 2017; Cleland et al., 2007; Parmesan, 2007; Mann et al., 2017; Ovaskainen et al., 2013, 2020), которые могут значительно трансформироваться на локальном уровне. На особо охраняемых природных территориях (ООПТ) имеются многолетние метеорологические и фенологические ряды (Календарь природы), кото-

рые представляют научный интерес для изучения климата и прогнозирования реакции биоты в ответ на изменения условий среды (Кокорин, Минин, 2001; Кожаринов, Минин, 2001; и др.). В последние годы получены важные результаты для многих отдельных пунктов, но обобщенные выводы имеются для немногих регионов России (Минин, 2000; Соловьев, 2005; Гордиенко, Минин, 2006; Минин и др., 2016, 2017; Ovaskainen et al., 2020). Изучение региональных особенностей отклика биоты на климатические флуктуации продолжает оставаться важной задачей современности.

В зимний период 2019–2020 гг. на большей территории Европейской части России (ЕЧР) были зарегистрированы рекордные положительные аномалии в температурном режиме. Авторы статьи проанализировали метеопараметры зимнего сезона и отклик биоты на эти аномалии через изменения в сезонном ритме растений и животных в сравнении с последним тридцатилетним периодом 1990–2019 гг.

Материалы и методы. Для анализа были взяты данные экологического мониторинга шести государственных заповедников, расположенных в различных природных зонах Европейской части России.

Воронежский заповедник расположен на границе Воронежской и Липецкой областей в северной части Усманского бора, в подзоне типичной лесостепи. Метеоданные получены с гидропоста и метеостанции заповедника ведомственного значения II разряда (Базильская, Стародубцева, 2012).

Приокско-Террасный заповедник расположен в Московской области в местечке Данки на террасах левого берега реки Оки, покрытых сосновыми и смешанными лесами (подзона хвойно-широколиственных лесов). Метеоданные получены со станции фонового мониторинга, обособленного подразделения ФГБУ «Центральное УГМС».

Центрально-Лесной заповедник расположен в Тверской области на главном Каспийско-Балтийском водоразделе Русской равнины бассейнов рек Волги и Западной Двины в юго-западной части Валдайской возвышенности в подзоне южной тайги. Метеоданные получены с метеостанции Тверского ЦГМС «Лесной заповедник», расположенной на центральной усадьбе заповедника.

Заповедник «Нургуш» расположен в Кировской области в широкой правобережной пойме реки Вятки в подзоне южной тайги с интразональными биоценозами пойменных хвойно-широколиственных лесов. Метеоданные взяты с метеостанции Котельнич, находящейся в 40 км к северу от заповедника.

Пинежский заповедник расположен в Архангельской области на правом берегу р. Пинеги в районе её субширотной излучины, в подзоне северной тайги с типичными темнохвойными лесами и уникальным массивом лиственничников, сохранившимся на восточной окраине Беломорско-Кулойского плато. Метеоданные получены с метеостанции Пинега, находящейся в 8 км к востоку.

Лапландский заповедник расположен в западной гористой части Мурманской области (Кольский полуостров) в подзоне северной редкостойной тайги, граница которой с равнинной тундрой проходит в 70–90 км от северной границы заповедника; южная граница проходит в 120–130 км северу от Полярного круга. Метеоданные получены с метеостанции Мончегорск.

Климат всех рассматриваемых ООПТ умеренно-континентальный. Согласно классификации Б.П. Алисова (1954), заповедники Воронежский, Приокско-Тerrasный, Центрально-Лесной и Нургуш находятся в атлантико-континентальной области, а Пинежский и Лапландский – в области атлантико-арктического влияния. Все территории заповедников в разной степени подвержены воздействию Северо-Атлантического течения.

В сводках Росгидромета речь идёт о календарной зиме, включающей декабрь, январь и февраль. В нашем исследовании рассматривается фенологическая зима, имеющая разные временные границы на различных ООПТ, но одинаково характеризующаяся главными критериями: деревья и кустарники безлиственны, большинство птиц – в отлёте, земноводные в спячке (Шульц, 1981). Ещё одним критерием зимнего сезона является устойчивый снежный покров (УСП). В эту зиму, по данным Росгидромета, в центре, на западе и на юге ЕЧР образование УСП не произошло. Но по данным ООПТ, УСП с меньшей высотой покрова отмечен, его сроки значительно сократились в сравнении со средними многолетними на 65–100 дней. На северо-западе ЕЧР, напротив, залегание УСП продлилось дольше обычного на 13–18 дней вследствие апрельской температуры ниже средней многолетней на 0,6–0,7 °С.

Границы зимнего сезона в разных ООПТ определяются по разным температурным критериям. В заповедниках Воронежский, Приокско-Тerrasный, Центрально-Лесной и Нургуш за начало сезона принимается устойчивый переход средней суточной температуры воздуха ($T_{\text{сут}}$) через 0 °С в сторону понижения, за конец зимы и начало весны – устойчивый переход $T_{\text{сут}}$ через 0 °С в сторону повышения. В Пинежском заповеднике за границы принят устойчивый переход максимальной температуры воздуха ($T_{\text{макс}}$) в сторону понижения и обратно. В Лапландском заповеднике за начало сезона принимается устойчивый переход средней $T_{\text{сут}}$ через 0°С в сторону понижения, а за начало весны – устойчивый переход $T_{\text{макс}}$ через 0°С в сторону повышения.

В данных заповедниках устойчивые переходы через определенные термические рубежи (0, -5, -10 °С) были рассчитаны единообразно согласно Правилу расчёта, принятому в Руководящем документе Росгидромета (2010). Базовым периодом, с которым сравнивают текущие климатические изменения, является промежуток времени 1961–1990 гг. В настоящей статье средние многолетние даты и показатели рассчитаны за период 1990–2019 гг. (с зимы 1989–1990 гг. до зимы 2019–2020 гг.), т.к. 30-летний отрезок времени считается оптимальным для определения климатической нормы (Кожаринов, Минин, 2001).

Для анализа и сравнения фенособытий столь разных категорий (метеоданные, абиотические факторы, даты наступления сезонных явлений у растений и животных), которые значительно отличаются дисперсиями, а также единицами измерения (дни, градусы, мм), в статье широко используется нормированное отклонение n , вычисляемое как отношение разницы значения параметра текущего года и многолетней величины (M) к стандартному отклонению (σ). Эта безмерная величина позволяет оценить событие как «типичное, норма», раннее, позднее ($|n| \leq 2,5$), аномальное ($|n| > 2,5$) и т.д. Использование нормированного

показателя подходит как для многолетних рядов с нормальным распределением, так и другим типом распределения (Зайцев, 1984). Большинство анализируемых метео- и фенособытий имеют нормальное распределение или с помощью математических преобразований его можно привести к нормальному. Знак «-» перед численным выражением нормированного отклонения говорит об опережающем характере наступления фенодаты, знак «+» – о задержке.

Результаты и обсуждение. Абиотические данные. Зима 2019–2020 гг. стала самой тёплой в России за всю 130-летнюю историю регулярных метеонаблюдений с 1891 г. Абсолютный максимум среднезимней температуры достигнут как на европейской, так и на азиатской территориях. Самой тёплой в истории прошедшая зима стала в Северо-Западном, Центральном, Приволжском, Уральском и Сибирском федеральных округах (meteoinfo.ru, 05.03.2020).

Наши данные подтверждают эти факты. Начиная с ноября 2019 г. практически все отклонения от многолетних данных положительные, нормированные отклонения температур воздуха, начиная с декабря, указывают на превышение типичных значений температурных параметров для всех ООПТ, кроме Лапландского заповедника (табл. 1). На Крайнем Севере эта зима не оказалась рекордно тёплой, за предыдущие 30 лет пять зим были теплее. Средняя температура за зимний сезон для 5 заповедников отличалась еще большей аномальностью: n принимает значения от 2,4 до 3,1.

Продолжительность периода с T сут ниже $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ в центре и на юге ЕЧР оказалась меньше на 28–38 дней средней многолетней и составила 87–88 дней. Зимний сезон начался в обычные сроки (n от -0,9 до 0,2), а закончился рано (n от -1,0 до -2,4) (табл. 2). Периода с T макс устойчиво ниже 0°C в этих областях не было, при средней длительности 88–92 дня.

Декабрь и январь отличились частыми оттепелями, даже в северных ООПТ. На востоке Центральной России (Нургуш) и на Севере период с T сут ниже $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ был практически в норме (+3 дня), а на Крайнем Севере – длиннее на 23 дня. Период без оттепелей имел место только в восточной и северной частях ЕЧР: в Нургуш был на 34 дня короче среднего, а на Севере ЕЧР он закончился раньше на 15-17 дней, но общая продолжительность периода уложилась в норму.

Кроме термического рубежа $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ рассматривались пределы $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ (последний – для северных территорий). Оказалось, что этой зимой на ЕЧР только за Полярным кругом устойчивый период с T сут ниже $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ продолжался более трёх месяцев, на северо-западе и востоке он составил 21% от среднемноголетней длительности, а в центре и на юге ЕЧР его не было.

Устойчивый период с T сут ниже $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ отмечен только на Крайнем Севере, зимой 2020 г. он был на две недели короче среднего (табл. 2).

Количество осадков за зимний сезон выпало меньше среднего на юге и в центре ЕЧР, превысило норму на северо-западе и на востоке Центральной России. Очень многоснежной зима оказалась на Крайнем Севере (табл. 1). Образование УСП на юге и в центре ЕЧР значительно задержалось, наступило в поздние сроки (n от 1,8 до 2,6), в восточной части центра ЕЧР и на севере снежный покров образовался в обычные сроки. Разрушение снежного покрова, напротив,

Таблица 1. Отклонения метеорологических показателей в зимний сезон 2019–2020 гг. на ООПТ Европейской части России

Показатель	Воронежский		Приокско-Тerrasный		Центрально-Лесной		Нургуш		Пинежский		Лапландский
	М ± σ экстремум	n	М ± σ экстремум	n	М ± σ экстремум	n	М ± σ экстремум	n	М ± σ экстремум	n	М ± σ экстремум
Средняя Т сут за зимний сезон, °С	-1,4 -5,9 ± 1,6 -3,4/2012-13	2,8	-1,3 -6,0 ± 1,6	2,9	-0,5 -5,5 ± 1,6 -3,1/2007-08	3,1	-3,3 -8,5 ± 1,8 -5,6/2003-04	2,8	-5,8 -10,5 ± 2,0 -7,5/2007-08	2,4	-6,8 -8,4 ± 1,4 -5,7/1991-92 1994-95
Сумма осадков за зимний сезон, мм	99,5 181 ± 50 69/2002-03	-1,6	93 175 ± 49	-1,7	200 229 ± 47 154/1995-96	-0,6	326 205 ± 53 310/2014-15	2,3	212,5 165 ± 33 221/1992-93	1,4	280 161 ± 30 209/1999-00
Средняя Т ноября, °С	0,8 -0,5 ± 2,9 4,5/2010	0,5	0,9 -1,1 ± 3,0 3,9/2013	0,7	1,5 -1,3 ± 2,9 3,3/1996	1,0	-3,4 -3,6 ± 3,1 1,6/2013	0,1	-4,5 -5,6 ± 3,7 1,7/2005	0,3	-6,8 -5,0 ± 6,0 0,0/2005
Средняя Т декабря, °С	-0,2 -4,9 ± 3,4 1,1/2017	1,4	0,2 -5,2 ± 3,7 0,8/2006	1,5	0,5 -5,2 ± 3,7 1,3/2006	1,5	-4,1 -9,8 ± 4,5 -4,4/2003,17	1,3	-3,7 -9,7 ± 4,3 -2,3/2011	1,4	-5,6 -8,5 ± 7,1 -2,0/2007
Средняя Т января, °С	-0,7 -6,8 ± 3,3 -1,0/2007	1,9	-0,5 -7,1 ± 3,0 -2,0/2007	2,2	-0,2 -6,9 ± 2,8 -2,7/2007	2,4	-4,1 -12,0 ± 3,2 -5,4/2007	2,5	-8,4 -13,4 ± 4,0 -6,9/2018	1,3	-9,9 -11,5 ± 8,2 -5,4/2001
Средняя Т февраля, °С	-1,4 -6,3 ± 3,6 0,0/1990	1,3	-1,3 -6,5 ± 4,2 0,0/1990	1,2	-0,9 -6,5 ± 3,9 0,3/1990	1,4	-3,7 -10,7 ± 4,6 -3,6/1995	1,5	-6,5 -11,6 ± 5,0 -2,4/1990	1,0	-6,7 -10,9 ± 7,7 -2,4/1990
Средняя Т марта, °С	4,2 -1,1 ± 2,9 3,3/1990	1,8	3,3 -1,2 ± 2,9 4,1/2007	1,6	1,3 -1,9 ± 2,5 3,2/2007	1,3	0,7 -4,2 ± 2,9 -0,5/2007	1,7	-2,1 -6,2 ± 3,7 -0,2/2007	1,1	-4,9 -6,8 ± 6,0 -1,3/2007

Сумма осадков, мм ноябрь	28 52 ± 18,3	-1,3	20 46 ± 22,3	-1,2	73 62 ± 29,4	0,4	76 52 ± 16,7	1,4	57 47 ± 16,6	0,6	40 34 ± 14,6	0,4
Сумма осадков, мм декабрь	23 53 ± 23,1	-1,3	23 44 ± 20,0	-1,1	70 60 ± 26,2	0,4	77 50 ± 14,4	1,9	78 44 ± 16,0	2,1	77 35 ± 14,6	2,9
Сумма осадков, мм январь	30 54 ± 20,5	-1,2	43 44 ± 16,1	0,0	59 59 ± 21,3	0,0	41 45 ± 14,6	-0,2	35 38 ± 12,0	-0,2	39 33 ± 14,1	0,4
Сумма осадков, мм февраль	69 42 ± 18,3	1,5	30 40 ± 15,4	-0,6	59 45 ± 19,7	0,7	63 35 ± 15,8	1,8	37 31 ± 16,6	0,4	64 28 ± 13,5	2,6
Сумма осадков, мм март	17 41 ± 23,1	-1,0	33 38 ± 17,0	-0,3	73 45 ± 17,9	1,6	57 30 ± 14,9	1,8	34 32 ± 12,6	0,2	47 26 ± 13,3	1,6

Таблица 2. Отклонения в продолжительности фенологических периодов с устойчивыми метеопараметрами

ООПГ	Воронежский 51°52'31.44" с.ш. 39°39'10.08" в.д.	Приокско-Тerrasный 54°54'53" с.ш. 37°34'19" в.д.	Центрально-Лесной 56°30' с.ш. 32°55' в.д.	Нургуш 58°00'44" с.ш. 48°27'24" в.д.	Пинежский 64°40'36" с.ш. 43°11'57" в.д.	Лапландский 67°49'00" с.ш. 32°28'10" в.д.
Показатель	2019-2020 М	2019-2020 М	2019-2020 М	2019-2020 М	2019-2020 М	2019-2020 М
Длительность периода с Т сут ниже 0° С, дни	87 115	88 123	87 125	148 145	169 166	199 176
Длительность периода с Т сут ниже -5° С, дни	не было 62	не было 64	не было 66	21 100	24 116	131 116
Длительность периода с Т сут ниже -10°С, дни	не бывает	не бывает	не бывает	не было 57	15 66	47 61
Длительность залегания УСП, дни	54 119	49 130	27 127	128 150	198 185	223 205
Длительность зимнего сезона, дни	87 115	88 123	87 125	148 145	130 136	158 162

Таблица 3. Отклонения в гидрометеорологических явлениях в зимний сезон 2019–2020 гг. на ООПТ Европейской части России

ООПТ	Воронежский 51°52'31.44" с.ш. 39°39'10.08" в.д.		Приокско- Террасный 54°54'53" с.ш. 37°34'19" в.д.		Центрально-Лесной 56°30' с.ш. 32°55' в.д.		Нургуш 58°00'44" с.ш. 48°27'24" в.д.		Пинежский 64°40'36" с.ш. 43°11'57" в.д.		Лапландский 67°49'00" с.ш. 32°28'10" в.д.	
	Дата 2019-2020 М ± σ экстремум	n	Дата 2019- 2020 М ± σ экстремум	n	Дата 2019-2020 М ± σ экстремум	n	Дата 2019-2020 М ± σ экстремум	n	Дата 2019-2020 М ± σ экстремум	n	Дата 2019-2020 М ± σ экстремум	n
Явление												
Переход Т сут воздуха ниже 0° С – устой- чивый	21.11 23.11 ± 17 04.01.2018**	-0,1	21.11 16.11 ± 21 19.12.2006**	0,2	21.11 17.11 ± 16 27.12.2015**	0,2	29.10 08.11 ± 12 12.12.2008**	-0,9	27.10 28.10 ± 14 27.11.1996**	-0,1	16.10 26.10 ± 11 17.11.1989**	-0,9
Переход Т макс воздуха ниже 0° С – устойчивый	не было 01.12 ± 18 27.01.2007**		не было 29.11 ± 20 23.01.2007**		не было 29.11 ± 21 23.01.2007**		20.11 14.11 ± 14 19.12.2006**	0,4	28.10 08.11 ± 14 11.12.1996**	-0,8	23.10 05.11 ± 12 26.11.1996**	-1,1
Образование устой- чивого снежного покрова	12.01 02.12 ± 18 15.01.2018**	2,3	31.12 25.11 ± 58 20.01.2007**	0,6	22.01 25.11 ± 22 21.01.2007**	2,6	20.11 12.11 ± 9 26.11.2015**	0,9	02.11 01.11 ± 13 27.11.1996**	0,1	19.10 27.10 ± 15 24.11.1996**	-0,5
Ледостав оконча- тельный на водоёме/ водотоке	22.11 26.11 ± 15 08.01.2018**	-0,3	21.11 04.11 ± н/д		24.11 03.12 ± 24 27.01.2007**	-0,4	27.12 02.12 ± 16 31.12.2006**	1,6	10.11 17.11 ± 14 18.12.2008**	-0,5	29.10 10.11 ± 10 27.11.2005**	-1,2
Переход Т сут воздуха ниже -5° С – устойчивый	не было 18.12 ± 22 29.01.2007**		не было 13.12 ± 23 24.01.2007**		не было 19.12 ± 24 25.01.2005**		26.01 30.11 ± 19 14.01.2014**	2,9	17.01 23.11 ± 22 11.01.2018**	2,5	27.10 02.12 ± 21 01.01.2008**	-1,7
Переход Т сут воздуха ниже -10° С – устойчивый	не бывает		не бывает		не бывает		не было 19.12 ± 24 10.02.2018**		25.01 18.12 ± 23 31.01.2018**	1,7	18.01 01.01 ± 25 14.02.2005**	2,8
Переход Т сут воздуха выше -10° С – устойчивый	не бывает		не бывает		не бывает		не было 13.02 ± 19 05.01.2000*		09.02 22.02 ± 18 26.01.1990*	-0,7	05.03 03.03 ± 20 27.01.2016*	0,0
Переход Т сут воздуха выше -5° С – устойчивый	не было 18.02 ± 21 10.01.1993,2002*		не было 15.02 ± 26 05.12.2015*		не было 23.02 ± 21 09.01.2002*		16.02 10.03 ± 18 31.01.2016*	-1,2	10.02 19.03 ± 17 02.02.1990*	-2,2	06.03 28.03 ± 18 17.02.2015*	-1,2

Переход Т макс воздуха выше 0° С – устойчивый	не было 27.02 ± 19 12.01.1993*	не было 24.02 ± 18 18.01.1990*		не было 01.03 ± 15 27.01.2016*		16.02 16.03 ± 14 06.02.2002*	-2,0	06.03 24.03 ± 13 20.02.2015*	-1,3	22.03 04.04 ± 13 25.02.2015*	-1,0
Проталины на откры- тых местах – первые	н/д	н/д		12.02 21.03 ± 15 24.02.2014*	-2,6	14.03 04.04 ± 8 22.03.2002,2004	-2,5	20.04 12.04 ± 9 19.03.2015*	1,0	не наблюдают	
Кольцевые проталины вокруг деревьев – первые	н/д	н/д		12.02 21.03 ± 14 28.02.2014*	-2,6	03.02 10.03 ± 15 07.02.2016*	-2,3	16.04 09.04 ± 11 04.05.1993**	0,7	18.05 19.04 ± 8 03.05.1997**	3,6
Переход Т сут воздуха выше 0° С – устой- чивый	16.02 18.03 ± 14 18.02.2002,2017*	17.02 19.03 ± 17 04.02.2002*	-1,7	16.02 22.03 ± 14 21.02.1990*	-2,4	25.03 02.04 ± 8 20.03.2007*	-1,0	14.04 13.04 ± 9 27.03.2016*	0,1	02.05 20.04 ± 14 27.03.2016*	0,9
Вскрытие водоёмов/ водотоков	08.03 22.03 ± 12 28.02.1990*	н/д		не наблюдают		27.03 14.04 ± 6 01.04.2007*	-2,9	не наблюдают		03.06 28.05 ± 7 16.03.2016*	0,9
Разрушение устойчивого снежного покрова	06.03 30.03 ± 11 06.03.2016*	18.02 04.04 ± 12 12.03.1993*	-3,8	18.02 01.04 ± 14 06.03.1993*	-3,8	26.03 11.04 ± 7 31.03.2007*	-2,4	18.05 05.05 ± 9 14.04.1994*	1,6	29.05 20.05 ± 7 08.05.2001/16*	1,2
Сход снега на откры- тых местах	07.03 03.04 ± 10,5 07.03.2016*	20.02 13.04 ± 10 24.03.1990*	-5,2	08.03 05.04 ± 12 10.03.1993*	-2,3	14.04 14.04 ± 6 04.04.2007*	0,0	не наблюдают		не наблюдают	
Сход снега в лесу	04.03 04.04 ± 10,5 08.03.2016*	27.02 н/д		02.03 19.04 ± 11 20.03.2007*	-4,4	02.05 30.04 ± 9 19.04.2010*	0,2	29.05 19.05 ± 9 30.04.1999*	1,2	08.06 30.05 ± 6 19.03.2016*	1,5
Полное освобождение ого льда водоёма/ водотока	11.03 05.04 ± 9,5 16.03.2016*	17.03 н/д		23.03 н/д		09.04 22.04 ± 6 10.04.2007*	-2,3	07.05 05.05 ± 6 25.04.1993*	0,5	08.06 01.06 ± 7 20.03.2016*	1,0

Примечание. М – среднее многолетнее значение за период 1990–2019 гг.; σ – стандартное отклонение; н/д – нет данных; * – самая ранняя дата; ** – самая поздняя дата.

в южных областях происходило в рекордно ранние сроки (n от -2,4 до -3,8). Процесс активного и раннего снеготаяния подтверждался наблюдениями проталин на открытых местах и кольцевых проталин вокруг деревьев (n от -2,3 до -2,6) (табл. 3).

В связи с экстремально теплой погодой зимой 2020 г. процесс ледообразования на большинстве рек юга, запада и центра европейской части России был неравномерным и прерывистым. Полный ледостав наблюдался только на небольших реках, озёрах и прудах. На северо-западе ЕЧР и на Крайнем Севере ледостав наблюдался дольше обычных сроков (табл. 3).

По сообщению научного руководителя Гидрометцентра России Р.М. Вильфанда, причиной столь существенных температурных аномалий прошедшей зимы стали процессы в циркуляции земной атмосферы в приполярных районах. Вследствие очень высокой положительной фазы арктического колебания холодные воздушные массы не перемещались в северные и умеренные широты. Тёплые воздушные массы с Атлантики очень быстро переносились с запада на восток, проникая далеко в Сибирь и даже на Дальний Восток (aif.ru, 07.03.20).

Биота: растения. Указанные выше причины создали на юге и в центре ЕЧР условия для очень раннего начала вегетации. Для некоторых зимнезелёных видов – осоки, тысячелистник, чистотел, яснотка крапчатая и др. эти процессы приостанавливались лишь в короткие периоды с небольшими морозами. В продолжительные оттепели стали прорастать семена однолетников, подснежное развитие эфемероидов сменилось надземным при раннем разрушении снежного покрова. Высокие температуры в марте активировали физиологические процессы у древесно-кустарниковых видов: началось сокодвижение у клёнов и берёз, у большинства местных видов начали набухать почки.

В данной статье более подробно рассмотрен отклик растений, так как именно по этой группе получены наиболее полные данные в начале полевого сезона 2020 г., когда влияние аномальной зимней погоды было значительным.

Начало сокодвижения у берёзы пушистой и бородавчатой (*Betula sp.*) для всех заповедников до 60° с.ш. регистрировались в 2020 г. раньше многолетних сроков (табл. 4). Начало сокодвижения у берёзы связано с устойчивым переходом температуры через 0 °C (Минин, 2000), а даты устойчивых переходов через порог 0 °C в этих точках также одни из самых ранних за последние 30 лет (табл. 3).

Начало цветения/пыления орешника (*Corylus avellana* L.) представлено для Воронежского, Приокско-Тerrasного и Центрально-Лесного), даты явления (пыление мужских серёжек) практически на месяц опережают многолетние сроки и n принимает значения от -2,3 до -3,4 (табл. 4). Зацветание вида одним из первых возможно благодаря особенностям биологии: все основные органы закладываются в почках с предыдущего года до наступления основных осенних заморозков (Аксенова, Вахрамеева, 1975). Наблюдения за орешником в Воронежском заповеднике в тёплую зиму 2006–2007 гг. показало, что при высоких положительных дневных температурах уже в конце января из женских почек выдвигаются рыльца пестиков и происходит разрыхление мужских соцветий (серёжек). В 2020 г. уже 3 февраля в Воронежском заповеднике на кустах лещины при плотных мужских соцветиях можно было наблюдать начавшееся выдвижение бордовых рылец из

женских почек. Эти факты подтверждают, что период глубокого покоя у лещины достаточно короткий, и растение активно реагирует на устойчивый приход тепла зимой. Удивительна синхронность начала пыления орешника в 2020 г. на указанных выше ООПТ при отличающихся среднемноголетних датах и широтном расположении точек наблюдения. Причины, по всей видимости, в следующем: поступательное движение тепла с января до конца марта, отсутствие на территориях заповедников в зимний сезон 2019–2020 гг. перехода максимальной температуры воздуха через рубеж 0 °С, раннее разрушение снежного покрова.

Начало пыления/цветения ольхи клейкой (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) и **серой** (*Alnus incana* (L.) Moench) представлено для всех ООПТ (табл. 4). Ольха клейкая или чёрная, характерная для пойменных лесов южных и центральных районов рассматриваемой территории, севернее замещается ольхой серой. В данном анализе рассматривается совместно, так как сезонное развитие близких видов похоже. Вместе с орешником ольха одной из первых открывает календарь цветения года. Сроки пыления ольхи были рекордно ранними для большинства ООПТ, кроме Лапландского заповедника, где цветение прошло в обычные сроки чуть позже многолетней даты, что хорошо согласуется с метеорологическими особенностями года на этой территории.

Начало цветения мать-и-мачехи (*Tussilago farfara* L.) во всех ООПТ наступило раньше многолетних сроков, особенно аномалия проявилась в заповеднике Нургуш ($n = -3,0$) (табл. 4). У этого вида формирование генеративных органов в почках заканчивается почти полностью к осени, зимние месяцы можно считать периодом относительного покоя, рост частей цветка в почках резко усиливается в конце зимы и ранней весной (Губанов, 1974). Поэтому в аномально тёплые зимы растения зацветают раньше при схожих абиотических условиях. Рассматривая географические особенности начала цветения мать-и-мачехи, видим, что для всех ООПТ сроки наступления имели отрицательную аномалию, а для заповедников Центрально-Лесного и Нургуш это были самые ранние даты начала цветения за последние 30 лет. В Воронежском заповеднике из-за особенностей места произрастания вида зацветание не наблюдалось в рекордные сроки.

Начало цветения пролески сибирской (*Scilla siberica* Andrews), **печеночницы благородной** (*Hepatica nobilis* Mill.), **хохлатки плотной** (*Corydalis solida* (L.) Clairv.), и др. луковичных и клубневых эфемероидов везде, где произрастают эти виды, началось аномально раньше многолетних сроков (табл. 4). Очень тёплый декабрь в Воронежской области без снежного покрова способствовал повсеместному подземному росту эфемероидов, частично прорастанию их семян, началу вегетации на поверхности земли. В зеленой зоне г. Воронежа в парковой дубраве с 10 по 24.12.19 г. наблюдали массовое цветение пролески сибирской (сообщение Михаила Глущенко, руководителя проекта «Нескучный день. Путешествия из Воронежа»). Ростков пролески было много, больше сотни, отмечено несколько десятков цветущих растений: с бутонами и полураскрытыми венчиками. В Центрально-Лесном заповеднике в середине ноября зарегистрировано цветение нескольких десятков особей печеночницы благородной.

Таблица 4. Особенности сезонного развития биоты в начале 2020 года на ООПТ Европейской части России

Феноявление	Воронежский 51°52'31.44" с.ш. 39°39'10.08" в.д.		Приокско-Тerrasный 54°54'53" с.ш. 37°34'19" в.д.		Центрально-Лесной 56°30' с.ш. 32°55' в.д.		Нургуш 58°00'44" с.ш. 48°27'24" в.д.		Пинежский 64°40'36" с.ш. 43°11'57" в.д.		Лапландский 67°49'00" с.ш. 32°28'10" в.д.	
	Дата 2020 M ± σ самая ранняя	n дни	Дата 2020 M ± σ самая ранняя	n дни	Дата 2020 M ± σ самая ранняя	n	Дата 2020 M ± σ самая ранняя	n	Дата 2020 M ± σ самая ранняя	n	Дата 2020 M ± σ самая ранняя	n
Скворец, первая встреча	5.03 18.03 ± 7,5 4.03.1999	-1,8	3.03 23.03 ± 9 1.03.2008	-2,2	16.03 22.03 ± 8,5 2.03.2014	-0,7	26.03 30.03±6,3 15.03.2001	-0,6	28.03 4.04 ± 8,7 17.03.1991	-0,8		
Полевой жаворонок, первая встреча	6.03 22.03 ± 6,4 28.02.2017	-1,1	7.03 27.03 ± 9 4.03.1995	-2,2	7.03 24.03 ± 9,1 8.03.2017	-0,2	10.04 10.04±7,6 28.03.2007	0				
Канюк обыкновен- ный, первая встреча	24.01 26.03 ± 16 28.04.2014	-3,8	18.03 3.04 ± 16 9.03.2015	-1,0							10.04 20.04 ± 18 1.03.2003	-0,5
Берёза пушистая или повислая, начало сокодвижения	3.03		11.03 1.04 ± 10 11.03.2017	-2,1	10.03 29.03 ± 9,5 12.03.1995/15	-1,9	26.03 15.04 ± 7,5 31.03.2007	-2,7	17.04 26.04 ± 7,4 13.04.1994	-1,2	5.05 1.05± 5,5 21.04.2006	0,7
Серый журавль, первая встреча	27.03 25.03 ± 7,9 7.03.2017	0,3			25.03 2.04 ± 7,2 12.03.2003	-1,1	06.04 14.04 ± 4,5 29.03.2007	-1,7	28.04 20.04 ± 4,8 7.04.2004	1,6		
Появление бабоч- ки-крапивницы	8.03 29.03 ± 10,3 9.03.2017	-2,0	13.03 4.04 ± 11 16.03.2002/15	-2,0	24.03 30.03 ± 11,4 6.03.2014	-0,5	27.03 9.04 ± 8,7 31.03.2007	-1,5	12.04 12.04 ± 9,9 26.03.2007	0,0		
Ожигивление муравей- ников	11.03 28.03 ± 9,5 8.03.2002	-1,8	23.03 1.04 ± 10	-0,9					7.04 12.04 ± 11,1 16.03.2015	-0,5	18.05 1.05 ± 10,9 12.04.2011	1,6
Появление бабоч- ки-лимонницы	8.03 31.03 ± 11 10.03.2002	-2,1			25.03 4.04 ± 13,2 9.03.2014	-0,8	29.03 10.04 ± 9,9 18.03.2015	-1,2				
Орешник (лещина), начало пыления	7.03 2.04 ± 10,0 8.03.2016	-2,7	7.03 10.04 ± 10 24.03.2008/15	-3,4	11.03 5.04 ± 10,3 10.03.2014	-2,3						

Ольха клейкая /ольха серая*, начало пыления	8.03 2.04 ± 10,7 10.03.2016	-2,4	11.03 16.04 ± 11 26.03.2007	-3,3	11.03* 3.04 ± 10,6* 9.03.2014*	-2,2	4.04* 18.04 ± 5,6* 11.04.10/16*	-2,5	19.04* 28.04 ± 7,2* 15.04.2005*	-1,3	15.05* 11.05 ± 7,8* 25.04.2019*	0,5
Мать-и-мачеха, начало цветения	20.03 3.04 ± 9,8 11.03.2016	-1,4	18.03 7.04 ± 10 18.03.1975	-2,0	19.03 8.04 ± 8,6 20.03.2001	-2,3	27.03 17.04 ± 7,0 3.04.2007	-3,0	13.04 24.04 ± 6,4 13.04.2015	-1,7	18.05 21.05 ± 7,2 8.05.2016	-0,4
Мелдь, первая встреча по следам					20.03 нет многолетн. данных		12.03 23.04 ± 19,6 22.03.2002	-2,1	2.04 7.04 ± 7,2 25.03.2007	-0,7	15.04 15.04 ± 8 1.04.1990	0,0
Появление лесных клешей	5.03 4.04 ± 11,7 14.03.2017	-2,6			4.03		28.03 24.04 ± 6,9 16.04.2014	-3,9				
Пролеска сибирская / пчелюница благородная*, начало цветения	9.03 5.04 ± 8,9 15.03.2017	-3,1			10.03* 5.04 ± 10,8* 12.03.2014*	-2,4						
Хохлатка плотная, начало цветения	20.03 11.04 ± 6,0 31.03.2002/08	-3,7	18.03 14.04 ± 6 14.03.2015	-4,5								
Медуница неясная, начало цветения	13.03 12.04 ± 6,8 28.03.2014	-4,4	28.03 18.04 ± 7 30.03.2007	-3	04.03 21.04 ± 7,5 01.04.2014	-3,1	29.04 02.05 ± 4,2 24.04.2008	-1,2				
Ива козья/ ива пепельная, ива остролистная*, начало цветения	26.03/28.03 13.04 ± 6,6 /14.04 ± 6,3 1.04.2002/07*	-3,0 -2,5	8.04 20.04 ± 7 13.04.2007 13.04.2008	-1,7	12.04 нет многолетн. данных		5.04* 22.04 ± 5,4 13.04.2016	-3,2	10.05 6.05 ± 9,6 17.04.2000	0,4	25.05 24.05 ± 8,0 5.05.2016	0,1
Волчье лыко, начало цветения			28.02 15.04 ± 9 3.03.1983	-5,8	9.03 нет многолетн. данных		29.04		12.05 9.05 ± 9,0 25.04.2016	0,3	25.05 22.05 ± 7,9 6.05.2006	0,4
Прострел раскрытый, начало цветения	27.03 16.04 ± 6,1 06.04.2017	-3,3	30.03 20.04 ± 7 4.04.2007	-3,0			04.05 30.04 ± 9,1 16.04.1997	0,4				

Таблица 4. Особенности сезонного развития биоты в начале 2020 года на ООПТ Европейской части России (окончание)

Феноявление	Воронежский 51°52'31.44" с.ш. 39°39'10.08" в.д.		Приокско-Террасный 54°54'53" с.ш. 37°34'19" в.д.		Центрально-Лесной 56°30' с.ш. 32°55' в.д.		Нургуш 58°00'44" с.ш. 48°27'24" в.д.		Пинежский 64°40'36" с.ш. 43°11'57" в.д.		Лапландский 67°49'00" с.ш. 32°28'10" в.д.	
	Дата 2020 M ± σ самая ранняя	n дни	Дата 2020 M ± σ самая ранняя	n дни	Дата 2020 M ± σ самая ранняя	n	Дата 2020 M ± σ самая ранняя	n	Дата 2020 M ± σ самая ранняя	n	Дата 2020 M ± σ самая ранняя	n
Ветреница лютиков. /В. дубравная*, начало цветения	20.03 17.04 ± 6,2 5.04.2006/08	-4,5	29.03 21.04 ± 7 4.04.2007	-3,3	28.03* 15.04 ± 8,4* 25.03.2007*	-2,2	3.05*					
Черёмуха обыкновенная, начало зеленыя	3.04 (29.03) 20.04 ± 7,5 3.04.1990	-2,2	18.04 26.04 ± 9 23.04.2000	-0,9	29.03 19.04 ± 8,9 25.03.2014	-2,3	7.05 5.05 ± 7 1.05.2015	0,3				
Одуванчик лекарственный, начало цветения	8.04 26.04 ± 7,1 3.04.1990	-2,5	7.04 4.05 ± 9 19.04.2017	-3,0	3.05 5.05 ± 7,4 16.04.2001	-0,2	5.05 8.05 ± 7,5 27.04.2012	-0,4	29.05 3.06 ± 8,8 16.05.2016	-0,6		

Примечание: значком * отмечен один из видов, имеющийся в конкретном заповеднике.

В Воронежском заповеднике гусиный лук жёлтый (*Gagea lutea* (L.) Ker-Gawl.) и хохлатка Маршалла (*Corydalis marshalliana* (Pall, ex Willd.) Pers.) зацвели в аномально рекордные сроки: 26.03 (n = -2,9) и 13.03 (n = -5,3) соответственно. Интервалы между зацветанием разных видов эфемероидов сократились, наблюдалось нарушение очередности цветения, что проявляется иногда в годы с ранней и дружной весной после хорошей зимовки.

Так, медуница в Центральном-Лесном заповеднике зацвела раньше печеночницы благородной, хотя многолетняя последовательность зацветания у этих видов иная. В Воронежском на первых этапах роста гусиный лук даже обгонял растения пролески сибирской, хотя в норме его развитие отстает на несколько дней от пролесок. Причина столь раннего развития видов в продолжении подземного роста в тёплые зимы, и аномально раннее установление положительных суточных температур в начале весны.

Начало цветения медуницы неясной (*Pulmonaria obscura* Dumort.), ветрениц лютиковидной (*Anemonoides ranunculoides* L.) и дубравной (*A. nemorosa* L.) также регистрировалось в рекордно ранние сроки в местах произрастания (табл. 4). Для медуницы значение аномалии падало при продвижении с юга на север, что хорошо сопоставимо с более поздними сроками цветения в высоких широтах и помнявшимся к этому времени распределением тепла над ЕЧР.

Начало цветения ивы козьей (*Salix caprea* L.), пепельной (*S. cinerea* L.) и остролистной (*S. acutifolia* Willd.). Среди других рано цветущих древесно-кустарниковых видов в качестве индикатора раннего начала весеннего сезона показательны виды рода *Salix*, цветущие до распускания листьев (табл. 4). Там, где не встречается ива козья, но есть пепельная и остролистная, можно сравнивать их аномалии, как зацветающих в близкие сроки. Показательно, что до 60° с.ш. начало цветения ив было ранним или рекордно ранним, а даты зацветания пришлись на третью декаду марта – первую декаду апреля.

Начало цветения волчьего лыка (*Daphne mezereum* L.) получены из четырёх точек (табл. 4). Этот кустарничек относится к раннецветущим растениям. Цветение в условиях Московской области происходит сразу после схода снега. С середины декабря волчье лыко готово к цветению и находится в состоянии вынужденного покоя. При определенных погодных условиях растение может зацвести в зимний период (Вахрамеева, Денисова, 1974). Так, по наблюдениям сотрудников Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН в открытом грунте Ботсада в 1949 г. 24 декабря зацвел экземпляр, пересаженный в сентябре этого же года из окрестностей г. Тихвина. Местные растения вида также тронулись в рост, почки на них набухли, и почечные чешуйки разошлись местами, но последовавшее похолодание остановило ростовые процессы (Леонтьев, 1950). В Центрально-Лесном заповеднике 12 ноября 2019 г. был зарегистрирован ещё более удивительный факт цветения волчьего лыка, чему способствовало тепло в первой половине месяца. В свете приведенных фактов начало цветения волчьего лыка в 2020 г. в Приокско-Тerrasном заповеднике 28 февраля, а в Центрально-Лесном 9 марта – нормальное проявление биологических особенностей сезонного ритма развития вида при аномально сложившихся для данного времени года погодных условиях. В Пинежском и Лапландском заповедниках этот вид начал цвести в обычные многолетние сроки. Учитывая особенности цветения, волчье лыко можно использовать как индикатор на тёплые зимние сезоны (центр ЕЧР) и ранние тёплые весны (север ЕЧР) и рекомендовать фазу начала цветения вида для включения в основной список Календарей природы ООПТ, где этот вид произрастает.

Начало цветения прострела раскрытого (*Pulsatilla patens* (L.) Mill.) на юге ЕЧР наблюдалось в рекордно ранние сроки, а в Нургуш (восток центра ЕЧР) цветение вида было уже в обычное для территории время (табл. 4). Устойчивый снежный покров в Нургуш разрушился раньше многолетних сроков, 26 марта (11.04 ± 7 ; $n = -2,4$) (табл. 1), но временным покровом с короткими перерывами снег лежал до середины апреля.

Начало зеленения или появление листьев у черёмухи обыкновенной (*Prunus padus* L.) в трёх более южных ООПТ началось раньше многолетних сроков. При этом интересной особенностью сезонного развития вида для Воронежского и Центрально-Лесного заповедников была регистрация появления первых молодых листочков на отдельных кустах уже в конце марта. Из-за возврата холодов процесс зеленения на указанных территориях остановился и в полную силу начался только с приходом тёплых дней 4 и 10 апреля соответственно (табл. 4). Эти

факты свидетельствуют о том, как важно выбирать для многолетних наблюдений экземпляры со средними сроками развития в популяции. С другой стороны, наблюдения за видами в разных условиях произрастания позволяют изучать возможности биологии вида при аномальных условиях. Почему появление листьев у черёмухи в Приокско-Террасном началось заметно позже, несмотря на срединное положение территории между Воронежским и Центрально-Лесным заповедниками, ответить с помощью имеющихся фактов не получается. В Нургуш начало зеленения черёмухи зарегистрировано в обычные сроки.

Начало цветения одуванчика лекарственного (Taraxacum campylodes G.E. Naglund) в данном анализе было выбрано из-за особенностей биологии вида. Так, некоторые авторы (Ермакова, 1990) указывают, что в Московской области соцветия одуванчика закладываются в пазухах зимующих листьев с лета, часто наблюдается цветение части из них в этот же год, но большая часть цветёт после перезимовки с мая по начало июня. То есть, для цветения в обычные сроки после зимнего сезона виду необходимо достаточное количество тепла, так как цветение наступает в начале мая. В 2020 г. наблюдалось аномально раннее начало цветения единичных одуванчиков в Воронежском и Приокско-Террасном заповедниках, при этом в Воронежском начало цветения единичных особей одуванчика на Центральной усадьбе было зарегистрировано в декабре 2019 г. В Центрально-Лесном, Нургуш и Пинежском заповедниках начало цветения одуванчика наблюдали в обычные сроки.

Среди объектов живой природы других систематических групп были выбраны птицы, прилетающие в первую волну, и насекомые, первая встреча которых также приходится на начало весеннего сезона.

Первая встреча скворца (*Sturnus vulgaris* L.) и полевого жаворонка (*Alauda arvensis* L.) для Воронежского и Приокско-Террасного заповедников отмечены в очень ранние сроки, в Центрально-Лесном и Нургуш эти виды зарегистрированы раньше многолетней даты, но в пределах нормы. Первая встреча серого журавля (*Grus grus* L.) в ранние сроки отмечена для заповедников Центрально-Лесного и Нургуш, первые стаи смогли появиться в центральных областях с первой сильной волной тепла, даты 2020 г. – не самые ранние за последние 30 лет.

Похожая ситуация и с канюком обыкновенным (*Buteo buteo* L.). В мягкие зимы с обилием мышевидных стаи канюков могут весь холодный период кочевать по южным областям ЕЧР, как и в окрестностях города Воронежа. В других ООПТ первая встреча вида отмечена несколько раньше или в обычные сроки. Возможно, из-за особенностей расположения пунктов наблюдений, в окрестностях Приокско-Террасного заповедника канюки также кочевали по полям зимой, но не были зарегистрированы наблюдателями.

Сезонная активность беспозвоночных животных зависит от местных погодных условий, поэтому данные о первых встречах этой группы особенно интересны при аномальных флуктуациях температурного режима в течение года. Все сведения о первых встречах беспозвоночных животных в 2020 г. в рекордно ранние сроки зарегистрированы только в Воронежском заповеднике. Рано был отмечен первый выход дождевых червей 12.03 ($n = -1,9$), хотя показатель нор-

мированного отклонения предполагает возможность регистрации ещё более ранних дат для этого события. Далее к северу даты встреч беспозвоночных отмечены, как правило, в более ранние сроки, чем многолетние, но не рекордные (табл. 4). В Центрально-Лесном заповеднике в первой половине марта 2020 г. не было раннего лёта крапивницы как в Воронежском и Приокско-Тerrasном, а первая встреча бабочек лимонницы и крапивницы отмечены только в конце марта; причем впервые за все годы исследований весной были единичные встречи фоновых видов бабочек углокрыльницы и павлиний глаз (устное сообщение энтомолога Коробова Е.Д.). Клещи как в южных, так и центральных заповедниках проявили активность очень рано (табл. 4).

В Воронежском и Центрально-Лесном заповедниках были зарегистрированы зимние выходы из нор барсука, раннее появление ежа после зимовки (устные сообщения коллег-специалистов). Первая встреча бурого медведя по следам в Пинежском заповеднике зарегистрирована с отрицательными отклонениями от многолетних дат (табл. 4), а в Нургуш аномалия существенная ($n = -2,1$). В 300 км к северо-западу от Нургуш в Кировской области было сообщение о выходе медведя из спячки 26 февраля после ливневых дождей при обычном пробуждении в конце марта или начале апреля (<https://www.mk-kirov.ru>).

Выводы. Дана экспресс оценка основных климатических параметров и реакции биоты на изменение погоды в 2020 г. в ЕЧР. В зиму 2019-2020 гг. были зарегистрированы абсолютные максимумы для большого количества метеорологических и фенологических параметров зимнего сезона Календаря природы. При выраженных положительных аномалиях температурного режима стали регистрироваться отрицательные (опережающие) отклонения сроков наступления феноявлений от среднемноголетних значений у ряда видов. При этом в Воронежском, Приокско-Тerrasном и Центрально-Лесном заповедниках эти отклонения весьма значительны для явлений, в норме наступающих с марта по апрель. Для более северных ООПТ (заповедники Нургуш и Пинежский) для этих же фенодат опережение многолетних сроков становится менее выраженным, или же фенособытия наступают в пределах нормы.

Наставление по ведению агрометеорологических наблюдений в советские годы предусматривало ведение наблюдений за растениями и насекомыми при метеостанциях. Очевидно, что комплексный подход в экологическом мониторинге, который сохранился и продолжает осуществляться на ООПТ, даёт возможность получать объективную целостную картину как особенностей ежегодных изменений в погодных условиях, так и последующую реакцию живых организмов на эти изменения.

Список литературы

- Аксенова Н.А., Вахрамеева М.Г. 1975. Лещина обыкновенная. – Биологическая флора Московской области, вып. 2. – М., МГУ, с. 18-28.
- Алисов Б.П. 1954. Климаты СССР. – М., Изд-во МГУ, 127 с.
- Базильская И.В., Стародубцева Е.А., 2012. Метеорологическая служба Воронежского заповедника. – В сб.: Труды Воронеж. гос. Заповедника, вып. XXVI. – Воронеж, «БиомикАктив», с.165-169.

- Вахрамеева М.Г., Денисова Л.В. 1974. Волчье лыко обыкновенное. – Биологическая флора Московской области, вып. 1. – М., МГУ, с. 124-130
- Гордиенко Н.С., Минин А.А. 2006. Фенологические тенденции последних десятилетий в природе Южного Урала. – Известия РАН, серия Географическая, № 3, с. 48-56.
- Груза Г.Н., Ранькова Э.Я. 2012. Наблюдаемые и ожидаемые изменения климата России. – Обнинск, 194 с.
- Губанов И.А. 1974. Мать-и-мачеха обыкновенная. – Биологическая флора Московской области, вып. 1. – М., МГУ, с. 169-181
- Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2019 год. 2020. – М., 97 с.
- Ермакова И.М. 1990. Одуванчик лекарственный. – Биологическая флора Московской области, вып. 8. – М., МГУ, с. 210-229.
- Зайцев Г.Н. 1984. Математическая статистика в экспериментальной ботанике. – М., Наука. 424 с.
- Обзор состояния и тенденций изменения климата России. 2018. – Институт глобального климата Росгидромета и РАН. М., URL: http://climatechange.igce.ru/index.php?option=com_docman&task=cat_view&gid=32&Itemid=75&lang=ru/ (дата обращения: 20.06.2020).
- Кожаринов А.В., Минин А.А. 2001. Современные тенденции в состоянии природы Русской равнины. – В сб.: Влияние изменений климата на экосистемы. Охраняемые природные территории России: анализ многолетних изменений. – М., Всемирный фонд дикой природы, Российское представительство, ч. 1, с. 17-23.
- Кокорин А.О., Минин А.А. 2001. Обзор итогов работ. – В сб.: Влияние изменений климата на экосистемы. Охраняемые природные территории России: анализ многолетних изменений. – М., Всемирный фонд дикой природы, Российское представительство, ч. 1, с. 5-8.
- Леонтьев В.Л. 1950. Необычное цветение волчьего лыка. – Природа, № 6, с. 78.
- Минин А.А. 2000. Фенология Русской равнины: материалы и обобщения. – М., Изд-во АБФ/АБФ, 160 с.
- Минин А.А., Ранькова Э.Я., Рыбина Е.Г., Буйволов Ю.А., Сапельникова И.И., Филатова Т.Д. 2016. 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. – М., ИГКЭ, с. 17-28.
- Минин А.А., Ранькова Э.Я., Рыбина Е.Г., Буйволов Ю.А., Сапельникова И.И., Филатова Т.Д. 2017. 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. – М., ИГКЭ, с. 5-22.
- Руководящий документ РД 52.33.725-2010. 2010. Методические указания по составлению агрометеорологического ежегодника для сельскохозяйственной зоны Российской Федерации. – Обнинск, ВНИИГМИ-МЦД, 142 с.
- Соловьев А.Н. 2005. Биота и климат. Региональная фенология. – М., Пасья, 288 с.
- Шульц Г.Э. 1981. Общая фенология. – Ленинград, Наука, 188 с.
- Cleland E.E., Chuine I., Menzel A., Mooney H.A., Schwartz M.D. 2007. Shifting plant phenology in response to global change. – Trends in Ecology & Evolution J. № 22, p. 357-365.
- Mann M.E., Rahmstorf S., Kornhuber K., Steinman B.A., Miller S.K., Coumou D. 2017. Influence of anthropogenic climate change on planetary wave resonance and extreme weather events. – Scientific Reports, vol. 7, pp. 45242.
- Ovaskainen O., Skorokhodova S., Yakovleva M., Sukhov A., Kutenkov A., Kutenkova N., Shcherbakov A., Meyke E., and Delgado Maria Del Mar. 2013. Community-level phenological response to climate change. – Proceedings of the National Academy of Sciences J., vol. 110(33), p. 13434-13439.

- Ovaskainen O., Meyke E., Lo C. et al. 2020. Chronicles of nature calendar, a long-term and large-scale multitaxon database on phenology. – *Sci Data* 7, 47. <https://doi.org/10.1038/s41597-020-0376-z>.
- Parmesan C. 2007. Influences of species, latitudes and methodologies on estimates of phenological response to global warming. – *Global Change Biology J.*, vol. 13(9). p. 1860-1872. DOI : 10.1111/j.1365-2486.2007.01404.x.
- Sherry R.A., Zhou X., Gu S., Arnone J.A., Schimel D.S., Verburg P.S., Wallace L.L., Luo Y. 2007. Divergence of reproductive phenology under climate warming. – *Proceedings of the National Academy of Sciences J.*, vol. 104(1), p. 198-202.
- www.meteoinfo.ru – Электронный ресурс (дата обращения 05 марта 2020).
- www.aif.ru – Электронный ресурс (дата обращения 07 марта 2020).
- <https://www.mk-kirov.ru> – Электронный ресурс (дата обращения 01 марта 2020).

ANOMALIES OF THE PHENOLOGICAL WINTER 2019–2020 IN THE EUROPEAN TERRITORY OF RUSSIA

I.I. Sapelnikova¹, I.V. Prokosheva², E.A. Shuyskaya³, V.A. Ableeva⁴, N.V. Zanuzdaeva⁵,
M.E. Karimova⁵, G.V. Sokolova⁴, I.A. Fedchenko⁶, L.G. Tselishcheva⁷

¹Voronezh Biosphere Reserve, Voronezh, Russia; is@reserve.vrn.ru

²Vishersky Reserve, Krasnovishersk, Perm` region, Russia; halsori@yandex.ru

³Central Forest Biosphere Reserve, Zapovedny settl., Tver` region, Russia; elenashuy@rambler.ru

⁴Prioksko-Terrasny Biosphere Reserve, Danki, Moscow region, Russia; sfm0@yandex.ru, veniaminovna.sokolova@yandex.ru,

⁵Lapland Biosphere Reserve, Monchegorsk, Murmansk Region, Russia; natazan@yandex.ru

⁶Pinezhsky Nature Reserve, Pinega, Arkhangelsk Region, Russia; pinzapno@mail.ru

⁷Reserve «Nurgush», Kirov, Kirov region, Russia; nurgush-nauka@yandex.ru

Abstract. The analysis of phenological data and meteorological characteristics of the winter season 2019–2020 as part of environmental monitoring in the European part of Russia in six nature reserves: Voronezhsky, Prioksko-Terrasny, Tsentral'nolesnoy, Nurgush, Pinezhsky and Laplandsky. In the central regions, weather anomalies were revealed in comparison with the period 1990–2019, which caused the earlier onset of seasonal phenomena in some plants and animals in the spring of 2020.

Keywords. Climate change, Nature calendar, long-term data, nature reserve, weather anomalies, steady transition of temperature, phenodate, pheno-indicators, phenology.

СОВРЕМЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА ЮГО-ЗАПАДЕ ВАЛДАЙСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ

В.В. Мамкин, Ю.А. Курбатова

*Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, Россия, 119071, г. Москва,
Ленинский проспект, д. 33; vadimmamkin@gmail.com*

Аннотация. В настоящей работе рассматриваются тренды приземной температуры воздуха и осадков, характерные для территории Центрально-Лесного биосферного заповедника в период 1981–2018 гг. Исследование выполнено по данным метеостанций «Торопец» и «Лесной заповедник».

Ключевые слова. Изменение климата, глобальное потепление, температура, осадки Валдайская возвышенность, Центрально-Лесной биосферный заповедник.

Введение. Оценка климатических изменений является неотъемлемой частью фенологических исследований. Глобальные изменения климата имеют свои региональные особенности. В среднем, на планете наблюдается увеличение приземной температуры воздуха, однако темпы глобального потепления имеют значительную пространственную неоднородность (IPCC, 2014). На большей части территории России темпы потепления климата превышают среднемировые. За период 1976–2019 гг. рост средней годовой приземной температуры воздуха составил 0.52 °C/10 лет (Доклад об особенностях ..., 2020). Тренды изменения температуры воздуха и осадков различны для сезонов года. Например, в Центральной России наиболее значительное потепление отмечается для зимних месяцев. В отдельных регионах наблюдается изменение годовых и сезонных сумм осадков. Так, для европейской территории России за последние десятилетия был отмечен рост сумм осадков весенних месяцев (Доклад об особенностях ..., 2020).

Современные изменения климата приводят к смещению природных зон и оказывают влияние на устойчивость и функционирование экосистем (IPCC, 2014). Наиболее ощутимо последствия климатических изменений проявляются вблизи границ природных зон (Desherevskaya et al., 2010). Юго-запад Валдайской возвышенности представлен типичными лесными экосистемами южной тайги, для которых характерно наличие как хвойных, так и неморальных видов древесной растительности (Пугачевский, 1992). Потепление климата на юго-западе Валдайской возвышенности способно привести к значительным изменениям соотношения между хвойными и широколиственными видами деревьев (Olchev et al., 2009).

Цель данной работы – определить параметры трендов современного изменения приземной температуры воздуха и атмосферных осадков, характерных для территории Центрально-Лесного государственного природного заповедника (ЦЛГПБЗ), расположенного на юго-западе Валдайской возвышенности, для периода с 1981–2018 гг. на основе данных инструментальных наблюдений.

Методы. В основе настоящего исследования лежат данные инструментальных измерений приземной температуры воздуха и атмосферных осадков двух метеостанций: «Лесной заповедник» и «Торопец», расположенных в Тверской области на юго-западе Валдайской возвышенности. Метеостанция «Лесной заповедник» (56.50° с.ш., 31.63° в.д., 240 м н. у. м.) находится на территории ЦЛГПБЗ. Метеостанция «Торопец» (56.48° с.ш., 31.63° в.д., 187 м н. у. м.) располагается на расстоянии 80 км к западу от метеостанции «Лесной заповедник». Данные наблюдений метеостанции «Лесной заповедник» были предоставлены сотрудниками ЦЛГПБЗ. Данные метеостанции «Торопец» получены из открытой базы данных Всероссийского научно-исследовательского института гидрометеорологической информации – Мировой центр данных Аисори-М (<http://aisori.meteo.ru/ClimateR>). Анализ изменения температуры воздуха и осадков производился для периода 1981–2018 гг. Расчёт климатических норм осуществлялся для базового периода 1981–2010 гг. Выбранный базовый период был рекомендован Всемирной метеорологической организацией (ВМО) для расчёта стандартных климатических норм в целях проведения оперативного климатического мониторинга (ВМО, 2017). Из-за отсутствия ночных измерений в отдельные годы на метеостанции «Лесной заповедник» для анализа изменений приземной температуры воздуха были использованы только данные метеостанции «Торопец». Для анализа изменения сумм осадков использовались данные обеих метеостанций. Аномалии средней годовой (или сезонной) температуры воздуха ($A_{T,i}$), а также средней за год (или за сезон) месячной суммы осадков ($A_{Pr,i}$) рассчитывались для каждого года (i) следующим образом:

$$\begin{aligned} A_{T,i} &= T_i - T_{1981-2010} \\ A_{Pr,i} &= Pr_i - Pr_{1981-2010} \end{aligned}$$

где, T_i – средняя годовая (или сезонная) температура воздуха i -й год [°C]; Pr_i – средняя за год (или за сезон) месячная сумма осадков i -й год [мм · мес⁻¹]; $T_{1981-2010}$ – многолетняя норма средней годовой (или сезонной) температуры воздуха; $Pr_{1981-2010}$ – многолетняя норма средней за год (или за сезон) месячной суммы осадков.

Результаты. Средняя годовая температура воздуха за выбранный базовый период по данным метеостанции «Торопец» составила 5.2 °C. За период 1981–2018 гг. средняя годовая температура воздуха статистически значимо увеличивалась, с коэффициентом линейного тренда ($b=0.4$ °C/ 10 лет) (рис.1, табл. 1). При этом, достоверный рост температуры воздуха наблюдался исключительно летом с коэффициентом линейного тренда 0.5°C/ 10 лет. Аномалии средней годовой температуры воздуха в период 1981–2018 гг. изменялись от -2.7 до 1.6 °C (табл. 2). Наибольший диапазон изменения сезонной аномалии приземной температуры воздуха был зафиксирован для зимы (от -6.1 до 4.3 °C), а наименьший для лета (от -2.1 до 3.8 °C).

Средняя годовая сумма осадков по данным метеостанции «Торопец» за базовый период составила 759 мм, а по данным метеостанции «Лесной заповедник» 709 мм. Максимальное количество осадков приходится на лето. Минимум сезонной суммы осадков по данным метеостанции «Торопец» отмечается весной, а по данным метеостанции «Лесной заповедник» зимой. Во все сезоны года,

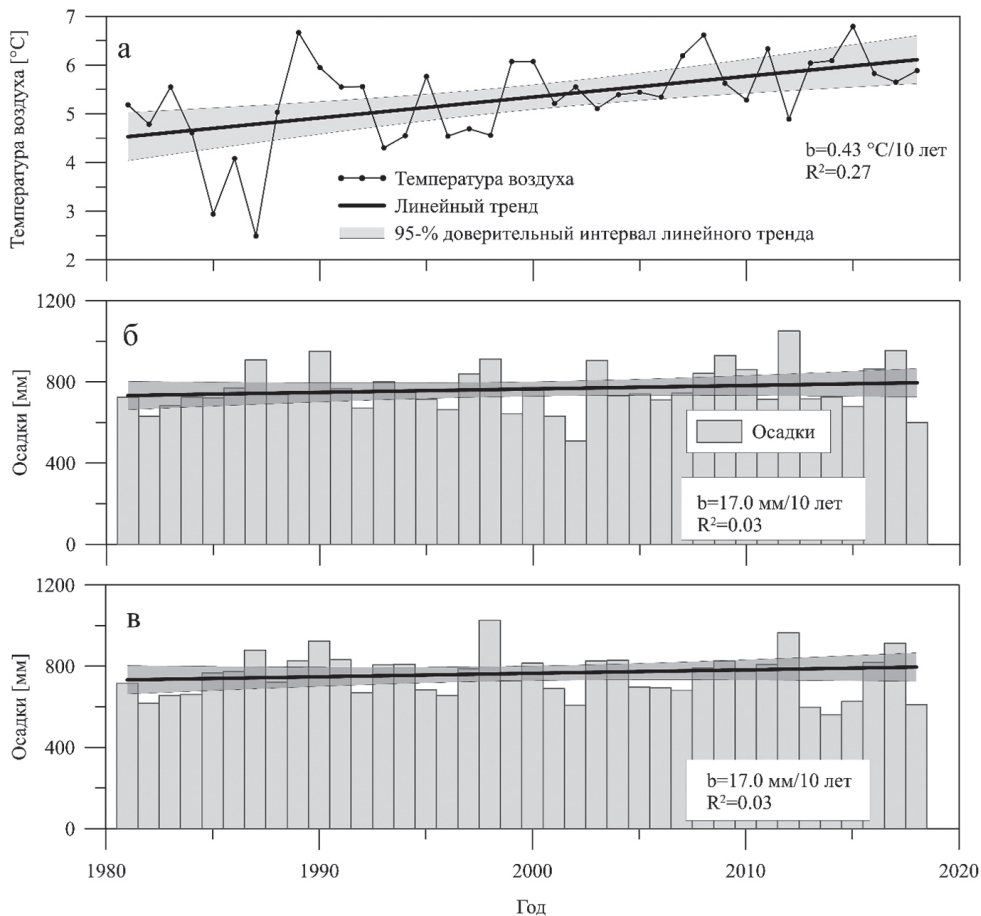


Рис. 1. а) Средняя годовая приземная температура воздуха по данным метеостанции «Торопец» в период с 1981 по 2018 гг.; б) годовая сумма осадков по данным по данным метеостанции «Торопец» в период с 1981 по 2018 гг.; в) годовая сумма осадков по данным по данным метеостанции «Лесной заповедник» в период с 1981 по 2018 гг. b – коэффициент линейного тренда.

кроме весны, сумма осадков по данным метеостанции «Торопец» выше, чем по данным метеостанции «Лесной заповедник». Разница сезонных сумм осадков между метеостанциями зимой в среднем достигает 24%, а летом менее 2%.

Для обеих метеостанций не было получено достоверных изменений средних за год аномалий месячных сумм осадков в период 1981–2018 гг. (табл. 3). На метеостанции «Торопец» статистически значимого тренда суммы осадков не было обнаружено ни в один из сезонов года. По данным метеостанции «Лесной заповедник» достоверный рост аномалий месячных сумм осадков наблюдается зимой ($3.7\text{ мм} \cdot \text{мес}^{-1}/10\text{ лет}$ или 9% от нормы) и весной ($4.5\text{ мм} \cdot \text{мес}^{-1}/10\text{ лет}$ или 10% от нормы) (рис. 2). Аномалии средней за год месячной суммы осадков по данным метеостанции «Торопец» в период 1981–2010 изменялись от -17 (27% от нормы) до $22\text{ мм} \cdot \text{мес}^{-1}$ (35% от нормы), а по данным метеостанции «Лесной за-

Таблица 1. Средние величины приземной температуры воздуха (T_a) по данным метеостанции «Торопец» и суммы осадков по данным метеостанций «Торопец» (Pr_T) и «Лесной заповедник» ($Pr_{ЛЗ}$) за год и для сезонов в базовый период (1981 по 2010 гг.).

	Год	Зима	Весна	Лето	Осень
T_a [°C]	5.2	-14.7	5.3	16.4	4.9
Pr_T [мм]	759.2	165.1	131.3	260.8	201.7
$Pr_{ЛЗ}$ [мм]	708.7	125.9	140.4	256.9	185.5

поведник» от -21 (36% от нормы) до 24 мм·мес⁻¹ (41% от нормы). Диапазон изменения аномалий месячных сумм осадков был максимален летом и минимален весной. Аномалия средней месячной суммы осадков для лета по данным мете-

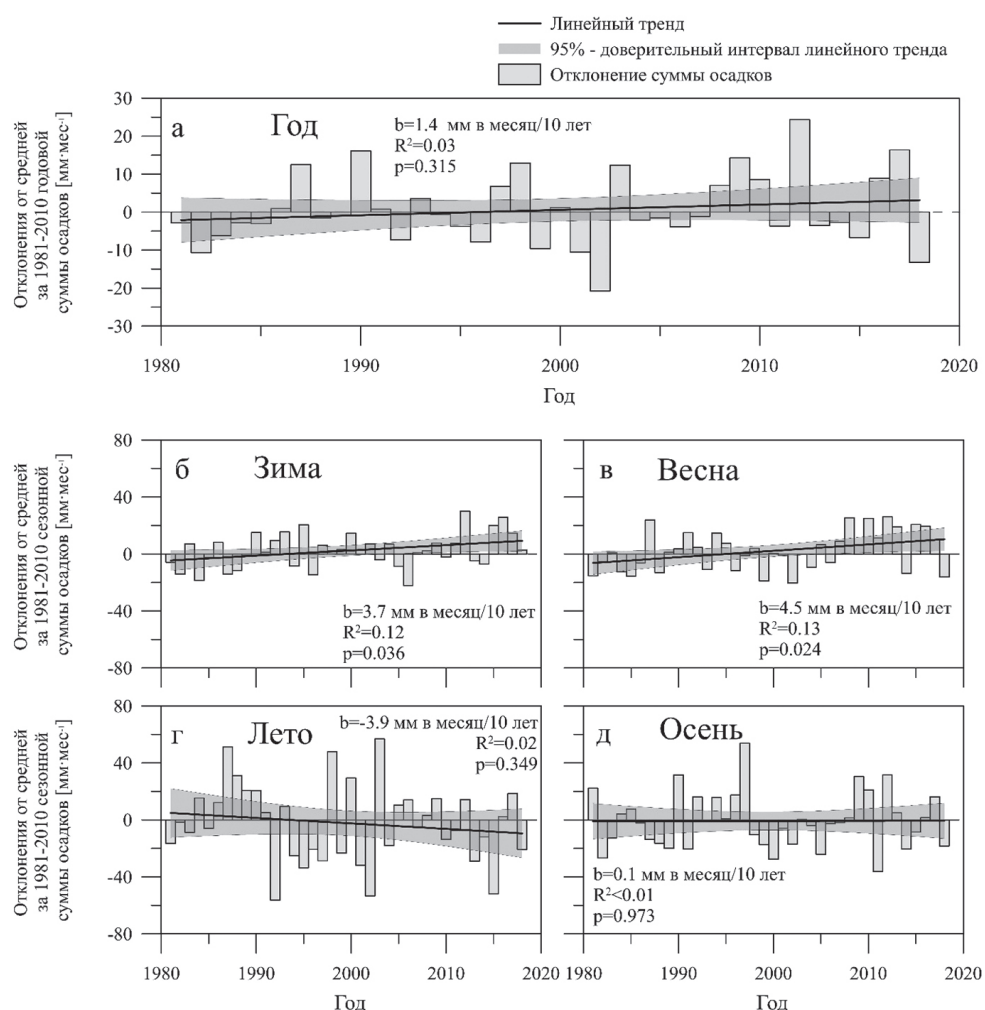


Рис. 2. Аномалии средней, за год (а) и за сезоны (б - д) месячной суммы осадков по данным метеостанции «Лесной заповедник» в период с 1981 по 2018 гг.

Таблица 2. Коэффициенты линейного тренда (b) аномалий (ΔT) средней температуры воздуха за год и для сезонов по данным метеостанции «Торопец» в период с 1981 по 2018 гг.

	Год	Зима	Весна	Лето	Осень
b [$^{\circ}\text{C}/10$ лет]	0.4	0.5	0.4	0.5	0.3
R^2	0.27	0.05	0.10	0.19	0.06
P	<0.01	0.16	0.06	0.01	0.13

Жирным шрифтом выделены статистически значимые тренды ($p < 0.05$).

Таблица 3. Коэффициенты линейного тренда (b) средней, за год и для сезонов, аномалии месячной суммы осадков (ΔPr) [$\text{мм} \cdot \text{мес}^{-1}/10$ лет] по данным метеостанции «Торопец» (Т) и «Лесной заповедник» (ЛЗ) в период с 1981 по 2018 гг.

Метеостанция		Год	Зима	Весна	Лето	Осень
Т	b	-0.1	1.8	1.3	0.3	-0.1
ЛЗ		1.4	3.7	4.5	-3.9	0.1
Т	R^2	<0.01	0.03	0.02	0.01	0.00
ЛЗ		0.03	0.12	0.13	0.02	<0.01
Т	P	0.92	0.29	0.45	0.53	0.79
ЛЗ		0.32	0.04	0.02	0.35	0.97

Жирным шрифтом выделены статистически значимые тренды ($p < 0.05$).

останции «Торопец» изменялась от -54 (62% от нормы) до 96 $\text{мм} \cdot \text{мес}^{-1}$ (110% от нормы), а по данным метеостанции «Лесной заповедник» от -73 (85% от нормы) до 62 $\text{мм} \cdot \text{мес}^{-1}$ (72% от нормы). Весной аномалия осадков изменялась от -19 (43% от нормы) до 28 $\text{мм} \cdot \text{мес}^{-1}$ (64% от нормы) по данным метеостанции «Торопец» и от -20 (43% от нормы) до 26 $\text{мм} \cdot \text{мес}^{-1}$ (56% от нормы) по данным метеостанции «Лесной заповедник».

Выводы. На юго-западе Валдайской возвышенности в период с 1981 по 2018 гг. зафиксирован статистически значимый положительный тренд приземной температуры воздуха. Рост средней годовой температуры наблюдается, прежде всего, за счёт увеличения температуры летних месяцев. Достоверного тренда годовых сумм осадков обнаружено не было. По данным метеостанции «Лесной заповедник» в период с 1981 по 2018 гг. наблюдалось статистически значимое увеличение зимних и весенних осадков. При этом, в годовой сумме доля летних и осенних осадков остаётся преобладающей. Месячные суммы осадков зимнего периода по данным метеостанции «Торопец» оказались, в среднем, больше на четверть, чем по данным метеостанции «Лесной заповедник». Таким образом, при использовании данных сети метеорологических станций для изучения связи фенологических событий с условиями температурно-влажностного режима важно учитывать пространственную неоднородность поля осадков.

Данная работа была выполнена при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта №19-04-01234 А. Авторы выражают благодарность сотрудникам ЦЛПТБЗ за предоставленные метеорологические данные.

Список литературы

- ВМО. 2017. Руководящие указания ВМО по расчету климатических норм. – Женева, № 1203. 32 с.
- Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2019 год. 2020. – М., Росгидромет, 97 с.
- Пугачевский А.В. 1992. Ценопопуляции ели: структура, динамика, факторы регуляции. – Мн., Навука і тэхніка, 204 с.
- Desherevskaya O., Kurbatova J., Olchev A. 2010. Climatic conditions of the south part of Valdai Hills, Russia, and their projected changes during the 21st century. – The Open Geography Journal, vol. 3. pp. 1.
- IPCC 2014. Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change / Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.). – IPCC, Geneva, Switzerland, 151 p.
- Olchev A., Novenko E., Desherevskaya O., Krasnorutskaya K., Kurbatova J. 2009. Effects of climatic changes on carbon dioxide and water vapor fluxes in boreal forest ecosystems of European part of Russia. – Environmental Research Letters, vol. 4, №. 4. pp. 045007.
- База данных ВНИИГМИ-МЦД Аисори-М – Электронный ресурс. URL: <http://aisori.meteo.ru/ClimateR> (Дата обращения: 12 июня 2020).

CURRENT CLIMATE CHANGE AT SOUTH-WEST PART OF VALDAI HILLS

V.V. Mamkin, J.A. Kurbatova

A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution of the Russian Academy of Sciences, 33, Leninsky Prospect, Moscow, 119071, Russia; vadimmamkin@gmail.com

Abstract. The study is focused on the trends of air temperature and precipitation for the area of Central Forest state biosphere reserve in the period 1981-2018. The data of meteorological stations “Toropets” and “Lesnoy Zapovednik” was used.

Keywords. Climate change, global warming, temperature, precipitation, Valdai hills, Central Forest State Natural Biosphere Reserve.

ВЛИЯНИЕ ПОГОДНЫХ АНОМАЛИЙ 2020 ГОДА НА ВЕСЕННЕЕ РАЗВИТИЕ РАСТЕНИЙ В ЛАНДШАФТАХ СРЕДНЕГО УРАЛА

О.В. Янцер, М.Р. Серегин, Н.А. Лантев

Уральский государственный педагогический университет, Россия, 620017, Екатеринбург,
пр. Космонавтов, 26; ksenia_yantser@bk.ru

Аннотация. Приведены результаты феномониторинга 2020 года по весеннему развитию мать-и-мачехи (*Tussilago farfara*), одуванчика (*Taraxacum officinale*), березы пушистой (*Betula pubescens*), повислой (*B. pendula*) и черемухи обыкновенной (*Prunus padus*) на Среднем Урале. Выявлено, что средние температуры воздуха в середине и конце весны были выше среднесуточных значений на 3–7 °С. Сопоставлено начало наступления фаз у черемухи обыкновенной с эффективными положительными температурами воздуха выше 0° и +5 °С. Установлены различия в фенологии вида между лесостепными областями, таежной областью Зауральского пенеппла, восточными предгорьями и низкогорной полосой Среднего Урала. В условиях Среднего Урала весной 2020 г. происходило быстрое накопление суммы эффективных температур за счет аномальных превышений среднесуточных значений, которое обусловило ускоренное развитие природных процессов с опережением средних многолетних дат от 2 до 12 суток.

Ключевые слова. Средний Урал, ландшафты, погодные аномалии, феноиндикатор.

Интегрированным физиономическим показателем реакции организмов на трансформацию условий среды служит изменение сроков наступления фенологических фаз их жизнедеятельности. Каждый вид растений на уровне географической популяции приспосабливается к определенному диапазону погодно-климатических параметров конкретной местности в их сезонной динамике (Соловьев и др., 2011). Изменения параметров сезонных явлений служат индикаторами сезонной динамики природных комплексов разного ранга. Фенологические наблюдения, как один из основных способов изучения изменений климатических характеристик ландшафтов, позволяют отслеживать сезонную динамику фитокомпонента (Янцер, Скок, 2016). Физиологическая активность и начало вегетационного периода определяются температурой воздуха, окружающего растения, а также температурой и влажностью почвы (Хвостова и др., 2008; Menzel, Sparks, 2007.).

Целью исследования послужило выявление влияния погодных аномалий весной 2020 года на особенности реакции растений-феноиндикаторов в неоднородных условиях территории Среднего Урала. В качестве метеорологической характеристики границы зимы и весны выбрана дата устойчивого перехода среднесуточной температуры воздуха выше 0 °С (Минин и др., 2019; Шерстюков, 2008).

Данные фенологического мониторинга, осуществляемого сетью добровольных корреспондентов-наблюдателей методом регистраторов срока (Ян-

цер, Скок, 2016) весной 2020 г., позволили провести сравнительный анализ дат наступления явлений в ландшафтах Среднего Урала. Фенологические наблюдения проводились за развитием мать-и-мачехи (*Tussilago farfara*), одуванчика (*Taraxacum officinale*), березы пушистой (*Betula pubescens*), повислой (*Betula pendula*) и черемухи обыкновенной (*Prunus padus*) в период с марта по июнь 2020 г. на постоянных площадках, расположенных как в городской, так и в естественной среде. Расчет феноаномалий произведен путем сопоставления зафиксированных в 2020 г. сроков наступления явлений со средними многолетними в географических пунктах, расположенных в предгорьях и низкогорной полосе Среднего Урала.

Изучаемая территория – самая низкая часть Уральских гор, с преобладающими абсолютными высотами 400–500 м. Ширина горной полосы здесь составляет около 25–30 км, абсолютные высоты – от 600 до 750 м. Амплитуда высот 150–250 м. Мягко очерченные низкогорные хребты и увалы и более резко расчлененные кряжи чередуются с относительно узкими субмеридиональными депрессиями. Предгорья Среднего Урала имеют большую ширину – до 80–90 км. Край восточных предгорий Урала характеризуется преобладающими абсолютными высотами 250–350 м и амплитудой высот 40–70 м. Предгорные увалы, гряды, сопки и холмы разделены обширными плоско-вогнутыми депрессиями. Восточная граница края восточных предгорий фиксирует начало преобладания абсолютных высот ниже 250 м для края Зауральского пенеплена. В целом увлажнение умеренно избыточное. Летний период характеризуется оптимальным и даже недостаточным увлажнением. Средняя температура июля: 17,5–19 °С, января: -16–17 °С. Продолжительность безморозного периода 95–105 дней. Сумма температур выше 10 °С: 1600–1700°. Фенологическая весна по календарю В.А. Батманова продолжается с 24 марта по 3 июня. Феноиндикаторами ее наступления служат переход среднесуточных температур воздуха выше 0 °С, первые ручейки снеговой воды, начало цветения мать-и-мачехи. Территория располагается в южнотаежной подзоне тайги, ландшафтные районы совпадают с тектогенными подокругами (Гурьевских и др., 2016).

Зима 2019–2020 г. была одной из самых теплых за всю историю метеорологических наблюдений. В целом, отклонения среднесуточной температуры воздуха днём для пунктов наблюдений на Среднем Урале составляли 5–7 °С (по расчетам данных порталов pogodaiklimat.ru; meteoinfo.ru; www.gismeteo.ru). Главной причиной аномально теплой зимы служило непрерывное поступление теплого воздуха с Атлантического океана и частично акватории Средиземного и Черного моря. Снежный покров установился позже средних многолетних дат примерно на 2 недели, во второй декаде ноября. Интенсивность циклонической деятельности усиливалась в течение всей зимы и достигла пика в середине февраля, когда было отмечено максимальное снегоотложение. В конце февраля в начале марта температуры начали резко расти, активно развивалось соллярное снеготаяние. За весь март зафиксировано всего лишь 3 дня с отрицательными дневными температурами. Сход снега весной в среднем происходил раньше на 7–12 дней. В апреле и мае преобладающие ветры южных направлений приноси-

Таблица 1. Феноаномалии весенних явлений на Среднем Урале в 2020 г.

Пункт наблюдений	Феноаномалии, в сутках			
	цветение мать-и-мачехи	цветение одуванчика	зеленение березы	зацветание черемухи
Манчаж	-3	-3	-2	-3
Шаля	+2	-2	-4	-4
Первоуральск	+6	-7	-7	-5
Екатеринбург	-7	-12	-7	-10
Сысерть	-2	-12	-7	-10
Реж	+4	-7	-9	-3
Асбест	+8	-3	-8	-8

ли устойчиво теплую погоду, апрельский максимум среднесуточных температур составил +18 °С, аномально жаркая погода наблюдалась с 5 по 14 мая, когда среднесуточные температуры воздуха были выше +21 °С. Средние температуры воздуха середины и окончания весны в 2020 году были выше средних многолетних значений на 3–7 °С. Более ранний сход снега и активное нагревание воздуха способствовали более быстрому просыханию почв, что привело к ускорению начала развития фитокомпонента (табл. 1).

В апреле положительные феноаномалии, характеризующие запаздывание цветения мать-и-мачехи, выявлены для пунктов наблюдений, расположенных в полосе высоких предгорий, низкогорий Среднего Урала и на Зауральском пенепплене. Запаздывание развития вида здесь обусловлено особенностями рельефа, определившими более позднее таяние снега в долинах рек и на склонах кряжей. В мае зеленение березы, зацветание черемухи и одуванчика протекали повсеместно с опережением. Вегетативные почки большинства деревьев и кустарников начали распускаться на 5–7 дней раньше средних дат, а облиствение произошло, в среднем, на 3–5 дней раньше. С опережением на 7–10 суток зацветали в середине и конце мая травянистые растения и кустарники. Так, начало цветения шиповника и рябины обыкновенной – многолетних индикаторов границы летнего сезона на Среднем Урале, зафиксировано раньше на 9 суток. Географические различия у черемухи обыкновенной – панареального индикатора весны (Минин и др., 2016), проявляются в разных сроках наступления явлений (табл. 2).

Более ранние сроки наступления зеленения и зацветания черемухи отмечены в лесостепных областях, а также в таежной области Зауральского пенепплена и восточных предгорий, что обусловлено меньшей высотой снега зимой, его более быстрым таянием и просыханием почвы. В названных районах Среднего Урала количество положительных эффективных температур выше 0 °С и +5 °С, необходимое для начала вегетации, меньше, чем в высоких западных предгорьях и низкогорьях. В условиях Среднего Урала весной 2020 г. происходило быстрое накопление суммы эффективных температур за счет аномальных пре-

Таблица 2. Даты наступления фаз у черемухи обыкновенной (*Prunus padus*) и суммы эффективных температур (Т) на Среднем Урале в 2020 г.

Пункты наблюдений	Дата зазеленения (З)	Окрашенные бутоны	Начало цветения (НЦ)	Массовое цветение	Начало отцветания	Сумма Т > 0° до даты З	Сумма Т > 5° до даты З	Сумма Т > 0° до даты НЦ	Сумма Т > 5° до даты НЦ	Кол-во осадков (мм) с начала весны до НЦ
ЛЕСОСТЕПНАЯ ОБЛАСТЬ УРАЛА										
д. Манчж	24.04	-	13.05	14.05	18.05	64	129	621	546	127
ТАЕЖНАЯ ОБЛАСТЬ УРАЛА ЗАПАДНОГО ПЕРЕХОДНОГО СЕКТОРА										
Косью-Уфимская провинция западных предгорий: Южнотаёжная подпровинция-макрорайон. Сылвинско-Айский макрорайон высоких предгорий										
Шая	8.05	-	15.05	18.05	-	390	324	516	456	167
Провинция низкогорной полосы Среднего Урала: южнотаёжная подпровинция: Макрорайон Уфимско-Чусовской депрессии										
Староуткино	9.05	-	-	15.05	-	431	369	560	498	157
Дружинино	-	-	9.05	12.05	-	-	-	463	413	71
Вильво-Уфимский низкогорно-хребтовый макрорайон										
Нижние Серги	10.05	-	-	15.05	-	458	404	560	506	133
Выйско-Ревдинский низкогорно-кряжевый макрорайон										
Первоуральск	-	-	7.05	15.05	-	-	-	409	371	72
Полевской	29.04	-	-	10.05	-	351	308	514	471	60
ТАЕЖНАЯ ОБЛАСТЬ УРАЛА КОНТИНЕНТАЛЬНОГО СЕКТОРА										
Исетско-Северососьвинская провинция восточных предгорий										
Невяно	26.04	8.05	9.05	13.05	-	258	209	423	419	61
Екатеринбург	19.04	6.05	8.05	9.05	-	257	212	487	435	56
Тагил-Исетская провинция-подпровинция Зауральского пенеплена										
Реж	28.04	13.05	14.05	14.05	15.05	381	339	688	646	53
Асбест	27.04	7.05	7.05	8.05	11.05	285	249	413	377	59
ЛЕСОСТЕПНАЯ ОБЛАСТЬ УРАЛА										
Исетско-Уйская провинция Зауральского пенеплена										
Богданович	28.04	-	6.05	8.05	-	411	362	511	462	62

вышней среднесуточных значений, которое обусловило ускоренное развитие природных процессов с опережением средних многолетних дат от 2 до 12 суток. Фенологическая весна характеризовалась более ранними сроками наступления и окончания, а также сокращением продолжительности на 7 дней. Таким образом, погодные аномалии внесли коррективы в сроки наступления и динамику прохождения зимы, весны и начала лета 2020 года в ландшафтах Среднего Урала.

Благодарности. Авторы искренне благодарят за предоставленные результаты наблюдений корреспондентов фенологической комиссии Свердловского отделения РГО: Скок Н.В., Евдокимову А.М., Кукарцеву Ю., Ларионову В., Репникову А., Блискова К., Бахтерева Д., Пушкину И., Асбаува Г., Санникову Р., Ленину Е., Русанову А.

Список литературы

- Гурьевских О.Ю. Капустин В.Г. Скок Н.В. Янцер О.В. 2016. Физико-географическое районирование и ландшафты Свердловской области / под ред. О.Ю. Гурьевских. – Екатеринбург, Урал. гос. пед. ун-т, 280 с.
- Минин А.А., Буйолов Ю.А., Ананин А.А., Ларин Е.Г., Лебедев П.А., Сапельникова И.И., Поликарпова Н.В., Прокошева И.В., Шуйская Е.А., Федотова В.Г., Янцер О.В. 2019. Об унификации фенологических наблюдений климатических изменений и их последствий. – В сб.: Заповедники – 2019: Биологическое и ландшафтное разнообразие, охрана и управление. Материалы IX Всероссийской научно-практической конференции. – Симферополь, ООО «Изд. «Ариал», с.181-185.
- Минин А.А., Ранькова Э.Я., Рыбина Е.Г., Буйолов Ю.А., Сапельникова И.И., Филатова Т.Д. 2016. 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. 28, № 3, с. 5-22.
- Соловьев А.Н., Шихова Т.Г., Бусыгин Е.И. 2011. Влияние погодно-климатических аномалий 2010 года на состояние растений средних широт востока Русской равнины. – Вестник Удмуртского университета. Биология. Науки о Земле, вып. 4, с. 8-20.
- Хвостова А.В., Федяев А.Л., Лобанова О.А. 2008. Влияние микроклиматических, эдафических факторов на состояние сосняков кустарничково-сфагновых в условиях антропогенного воздействия. – Вестник Северного (Арктического) федерального университета. Серия: Естественные науки, № 2, с. 52-57.
- Шерстюков Б.Г. 2008. Региональные и сезонные закономерности изменений современного климата. – Обнинск, 246 с.
- Янцер О.В., Скок Н.В. 2016. Фенологические методы исследований в изучении динамики ландшафтов: общий обзор. – Вестник Башкирского государственного университета, т. 21, № 1, с. 91-100.
- Menzel A., Sparks T. 2007. Temperature and plant development: phenology and seasonality. – Plant Growth and Climate Change. с. 70-95.
- Погода и климат – прогнозы погоды, новости погоды, климатические данные. URL: <http://www.pogodaiklimat.ru/> (дата обращения 19 июня 2020).
- Погода и подробный прогноз погоды от Гидрометцентра России. URL: <https://meteoinfo.ru/> (дата обращения 19 июня 2020).
- Погода в России. URL: <https://www.gismeteo.ru/> (дата обращения 19 июня 2020).

INFLUENCE OF WEATHER ANOMALIES IN 2020 ON THE SPRING DEVELOPMENT OF PLANTS IN MIDDLE URALS LANDSCAPES

O.V. Yantser, M.R. Seregin, N.A. Laptev

Ural State Pedagogical University, 26 Kosmonavtov Str., Yekaterinburg, Russia; ksenia_yantser@bk.ru

Abstract. The results of phenomonitoring in 2020 on the spring development of *Tussilago farfara*, *Taraxacum officinale*, *Betula pubescens*, *B. pendula* and *Prunus padus* in Middle Urals are presented. It was found that the average air temperatures in the middle and end of spring were higher than the average annual values by 3–7 °C. We compared the onset of phenophases in *Prunus padus* with effective positive air temperatures above 0° and +5 °C. Differences in the species phenology between the forest-steppe regions, the taiga region of the Trans-Ural penplain, the Eastern foothills and the low-mountain band of the Middle Urals were found. In the conditions of Middle Urals in the spring of 2020, the sum of effective temperatures rapidly accumulated due to abnormal exceedances of the average daily values, which caused the accelerated development of natural processes ahead of the average long-term dates from 2 to 12 days.

Keywords. Middle Urals, landscapes, weather anomalies, phenological indicator.

ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ НА ФЕНОЛОГИЮ РАСТЕНИЙ И ЖИВОТНЫХ АЛТАЙСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ЗАПОВЕДНИКА

М.А. Лукашева

*Алтайский государственный заповедник, Россия, 649000, Республика Алтай, г. Горно-Алтайск,
пер. Набережный, 1; chuch2@mail.ru*

Аннотация. В статье приводится анализ динамики среднегодовой температуры воздуха за 59 лет (1960–2018 гг.) на территории Алтайского заповедника. Вычислена скорость повышения среднегодовой температуры. Автором рассмотрено влияние климатических изменений на сроки начала зацветания по двадцати одному виду сосудистых растений и сроки прилета для десяти видов птиц за 20 лет (1998–2018 гг.). Выявлена положительная динамика смещения на более ранние сроки зацветания растений и прилета для 80% видов птиц.

Ключевые слова. Алтайский заповедник, климатические изменения, начало зацветания, начало прилета птиц, календарь природы.

Введение. Растения и животные являются наиболее чувствительными фенологическими биоиндикаторами изменений внешней среды. В первую очередь это касается изменения современного климата, которое оказывает влияние на смещение сроков наступления той или иной фазы. Согласно докладу об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2017 год, по всей территории страны продолжается потепление (Доклад..., 2018). Проявление изменения климата наблюдается как на глобальном, так и региональном уровнях.

Территория Алтайского государственного заповедника расположена в северо-восточной части Республики Алтай и простирается с северо-запада на юго-восток на площади 871206 га. Ландшафтная структура разнообразна: от таежных и лесостепных низкогорий до альпийских высокогорий. Многообразие природных условий создают пестроту климата и богатое разнообразие растительных сообществ (Сахневич, Золотухин, 2018).

Цель исследования – анализ метеорологической и фенологической информации на основе Календаря природы Алтайского заповедника и выявление изменчивости рассматриваемых показателей.

Материалы. В работе использовались материалы Летописи природы (раздел Календарь природы), собираемые научными сотрудниками и госинспекторами Алтайского заповедника последние 20 лет (1998–2018 гг.). По причине большой территории Алтайского заповедника и нехватки сотрудников, сеть мониторинга охватывает преимущественно северную часть заповедника (Лукашева, 2020). Поэтому анализ проводился по данным, собранные в окрестностях с. Яйлю (северная часть заповедника). Сбором фенологического материала по растениям и птицам занимаются Митрофанов О.Б., Сахневич М.Б., Зубина Т.В., в прошлом

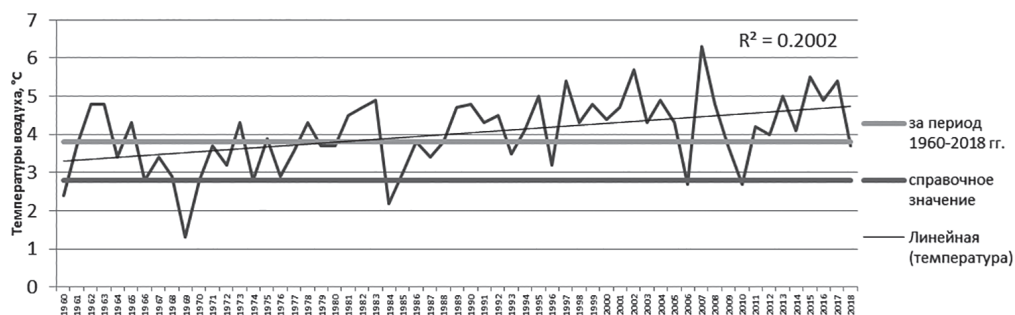


Рис 1. Динамика показателей средней годовой температуры воздуха в северной части Алтайского заповедника (с. Яйлю) и линейный тренд за 59 лет (1960–2018 гг.).

Захарченко Ю.В., Королева Е.Ф. Для характеристики климатических изменений использовались данные метеорологической станции фонового мониторинга Яйлю. Анализировались показатели среднегодовой и среднеемесячной температуры воздуха весеннего периода. Смещение сроков фенодат высчитывались на основе линейных трендов, построенных в программе MS Excel.

Результаты. Климат. Среднегодовая температура воздуха в разные периоды времени на территории Алтайского заповедника существенно различалась. За период 1960–2018 гг. среднее значение составило $3,8 \pm 0,9$ °C (многолетняя величина здесь и далее приводится со стандартным отклонением σ) (рис. 1).

В первой половине рассматриваемого периода были самые холодные годы, когда среднегодовая температура воздуха опускалась до 1,3 °C (1969 г.). С начала 1970-х гг. годовые показатели температуры воздуха стали расти. Максимальная среднегодовая температура отмечена в 2007 г. (6,3 °C). Анализ временного ряда (1960–2018 гг.) выявил устойчивую тенденцию увеличения средней годовой температуры воздуха, о чем свидетельствует линейный тренд. За 80 лет среднегодовая температура увеличилась на 1,5 °C. Скорость изменения этого показателя составляет 0,25 °C за 10 лет. Наиболее заметна положительная динамика роста среднеемесячной температуры воздуха за 1960–2018 гг. в весенний период – март–май (σ 1,4) (рис. 2).

На основе линейного тренда величина прироста температуры составила 2,3 °C (0,38 °C/10 лет). Для обозначения наступления начала и конца фенологических сезонов в Алтайском заповеднике еще в начале 1990-х гг. научными сотрудниками было решено условно принимать температурные показатели в качестве границ периодов (Филонов, Нухимовская, 1985). Фенологический год начинается с приходом зимы, когда максимальные температуры переходят ниже 0 °C, с устойчивым переходом максимальных температур выше 0 °C начинается фенологическая весна. С переходом минимальных температур выше +10 °C наступает лето, переход минимальных температур ниже +10 °C свидетельствует о начале осени (Сухова и др., 2019).

Изменение сроков начала цветения высших сосудистых растений. У всех рассматриваемых 21 вида растений даты начала цветения в 1998–2018 гг. сме-

Таблица 1. Даты начала цветения растений за 1998–2018 гг.

Название вида	Среднее значение, $M \pm \sigma$	Смещение средней за 20 лет	R^2
Мать-и-мачеха <i>Tussilago farfara</i> L.	21.03±7	-1	0.03
Ветреница алтайская <i>Anemonoides altaica</i> Fisch. ex C.A. Mey.	24.03±8	-2	0.008
Медуница мягенькая <i>Pulmonaria mollis</i> Wulfen ex Hornem.	05.04±12	-2	0.011
Хохлатка крупноприцветниковая <i>Corydalis bracteata</i> Steph. ex Willd.	14.04±9	-17	0.316
Калужница болотная <i>Caltha palustris</i> L.	19.04±7	-10	0.173
Рододендрон Ледебура <i>Rhododendron ledebourii</i> Pojark.	25.04±9	-12	0.186
Бадан толстолистный <i>Bergenia crassifolia</i> (L.) Fritsch	03.05±7	-7	0.108
Береза повислая <i>Betula pendula</i> Roth	03.05±7	-10	0.196
Смородина черная <i>Ribes nigrum</i> L.	05.05±8	-12	0.190
Ольховник кустарниковый <i>Alnus alnobetula</i> subsp. <i>fruticosa</i> (Rupr.) Raus (<i>Duschekia fruticosa</i> (Rupr.) Pouzar)	10.05±7	-5	0.037
Черемуха обыкновенная <i>Prunus padus</i> L.	13.05±8	-13	0.088
Смородина темно-пурпуровая <i>Ribes atropurpureum</i> C.A. Mey.	18.05±7	-10	0.142
Пион уклоняющийся <i>Paeonia anomala</i> L.	21.05±7	-1	0.01
Таволга дубравколистная <i>Spiraea chamaedryfolia</i> L.	26.05±7	-6	0.078
Сосна обыкновенная <i>Pinus sylvestris</i> L.	26.05±7	-11	0.196
Карагана древовидная, желтая акация <i>Caragana arborescens</i> Lam.	26.05±8	-14	0.313
Рябина сибирская <i>Sorbus aucuparia</i> subsp. <i>sibirica</i> (Hedl.) Krylov	01.06±7	-7	0.138
Борщевик рассеченный <i>Heracleum dissectum</i> Ledeb.	10.06±5	-2	0.005
Сосна сибирская кедровая, кедр сибирский <i>Pinus sibirica</i> Du Tour	10.06±8	-3	0.011
Малина обыкновенная <i>Rubus idaeus</i> L.	15.06±11	-11	0.077
Шиповник майский, роза майская <i>Rosa majalis</i> Herrm.	17.06±8	-4	0.032

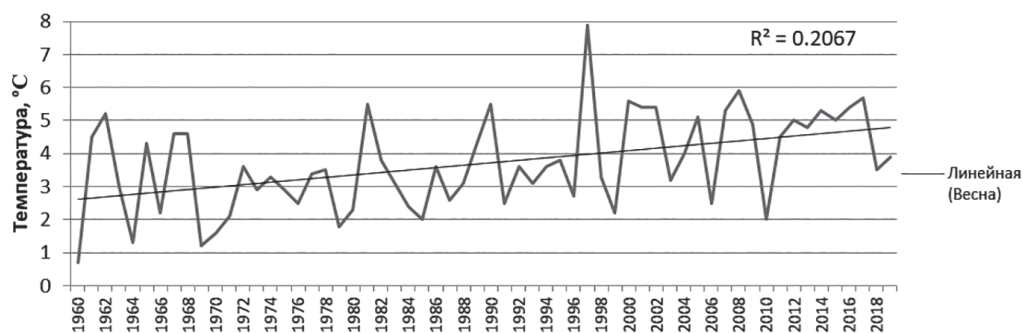


Рис. 2. Динамика среднемесячных температур воздуха за весенний период.

стились на более ранние сроки (табл. 1). Интервал в смещениях для разных видов составляют от 1 до 14 дней. Смещение на более чем 7 суток (среднее и сильное отклонение) доказано для 12 видов. Например, значительно раньше стали зацветать хохлатка крупноприцветниковая (*Corydalis bracteata*) – на 17 дней, карагана древовидная (*Caragana arborescens*) – 14 дней, и черемуха обыкновенная (*Prunus padus*) – 13 дней. Средняя дата начала цветения у хохлатки в 1998–1999 гг. приходилась на 29 апреля, за последние пять лет – на 8 апреля. У караганы древовидной 31 и 18 мая, у черемухи обыкновенной на 16 и 11 мая соответственно. Отметим, что у первых двух и последних двух видов различия между фенофазами составляет около месяца. Ранее рододендрон Ледебура (*Rhododendron ledebourii*) начинал цвести в среднем 27 апреля, сейчас 18 апреля, черная смородина (*Ribes nigrum*), соответственно, 14 мая и 30 апреля. У остальных 9 видов сроки начала наступления этой фенофазы изменились незначительно. В первую очередь это касается мать-и-мачехи (*Tussilago farfara*), пиона (*Paeonia anomala*), ветреницы алтайской (*Anemonoides altaica*) и др. (1–2 дня).

Изменение сроков зоофенологических явлений. Анализ сроков начала пролета птиц (10 видов) за последние 20 лет выявил также опережающую тенденцию в их изменениях (табл. 2), 30% исследуемых видов стали прилетать раньше. Наиболее сильно даты прилета сместились у желтоголовой трясогузки (*Motacilla citreola*) – 25 дней и береговой ласточки (*Riparia riparia*) – 22 дня. У двух видов не выявлено каких-либо достоверных изменений в сроках прилета, т.е. для обыкновенной галки (*Corvus monedula*) и городской ласточки (*Delichon urbica*) даты прилета остались стабильными.

За исследуемый отрезок времени (1998–2018 гг.) раньше стало начинаться сокодвижение у березы (8 дней). В среднем на четыре дня раньше стало слышно первое кукование обыкновенной кукушки (*Cuculus canorus*). Так же на четыре дня раньше стал встречаться первый муравей и делать свой первый облет шмель. Отметим, что фенологические явления связаны между собой через ос-

Таблица 2. Даты начала прилета птиц за 1998–2018 гг.

Название	Среднее значение	Смещение средней за 20 лет	R ²
Обыкновенная галка <i>Corvus monedula</i> (L., 1758)	27.03±9	0	0.048
Лапландский подорожник <i>Calcarius lapponicus</i> (L., 1758)	29.03±7	-6	0.067
Грач <i>Corvus frugilegus</i> (L., 1758)	06.04±10	-18	0.304
Лебедь-кликун <i>Cygnus cygnus</i> (L., 1758)	15.04±10	-3	0.012
Вертишейка <i>Junx torquilla</i> (L., 1758)	02.05±12	-13	0.107
Желтоголовая трясогузка <i>Motacilla citreola</i> (Pallas, 1776)	03.05±15	-25	0.240
Черноголовый чекан <i>Saxicola torquata</i> (L., 1766)	08.05±6	-9	0.209
Перевозчик <i>Actitis hypoleucos</i> (L., 1758)	08.05±8	-3	0.013
Береговая ласточка <i>Riparia riparia</i> (L., 1758)	10.05±10	-22	0.305
Городская ласточка <i>Delichon urbica</i> (L., 1758)	12.05±5	0	0.064

новой температурный рубеж – переход максимальной температуры через 0 °С, т.е. начало условной весны. В среднем через 17 дней с момента этого перехода отмечается первая встреча мухи, а еще через 2 дня выползают змеи.

Выводы. Средняя температура за исследуемый отрезок времени (1960–2018 гг.) в северной части Алтайского заповедника составляет 4,4 °С, что на 3,4 °С выше справочных значений. Вероятно, это объясняется увеличившимися темпами потепления с 1970-х годов. Скорость изменения температуры составляет 0,25 °С за 10 лет. Наибольший вклад в среднегодовое потепление температуры воздуха вносит весна (0,38 °С/10 лет).

В ходе нашего исследования проведен анализ фенологических событий (начало цветения) в жизни двадцати одного вида сосудистых растений, а также рассмотрены сроки прилета десяти видов птиц. В результате потепления климата в северной прителецкой части заповедника сроки начала цветения растений за последние два десятилетия сместились на 1–17 дней раньше. Для трех видов птиц выявлено слабое смещение дат начала прилета (3–6 дней), у двух видов сроки не изменились, еще у двух наблюдается существенное отклонение (9–13 дней). У оставшихся трех видов выявлено сильное смещение дат (18–25 дней).

Таким образом, современная тенденция изменения климата на территории Алтайского заповедника находит отклик в изменениях сроков наступления фенологических событий для растений и животных.

Список литературы

- Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2017 год. 2018. – М., 69 с.
- Лукашева М.А. 2020. История и задачи инструментальных наблюдений в бассейне Телецкого озера. – В сб.: Полевые исследования в Алтайском биосферном заповеднике / под ред. С.В. Трифановой, вып. 2. – Горно-Алтайск, с. 81-87.
- Сахневич М., Золотухин Н.И. 2018. Аннотированный список дендрофлоры Алтайского заповедника. – Горно-Алтайск, 62 с.
- Сухова М.Г., Чернова Е.О., Журавлева О.В., Лукашева М.А. 2019. Региональные проявления изменения климата на территории Северо-Восточного Алтая. – В сб.: Глобальные климатические изменения: региональные эффекты, модели, прогнозы. Мат. конф. / под общ. ред. Куролапа С.А., Акимова Л.М., Дмитриевой В.А., т. 1. – Воронеж, с. 286-291.
- Филонов К.П., Нухимовская Ю.Д. 1985. Летопись природы в заповедниках СССР: методическое пособие / К.П. Филонов, Ю.Д. Нухимовская. – Москва, 143 с.

INTER-ANNUAL AND SEASONAL DYNAMICS OF BIOTA ACTIVITY IN THE TERRITORY OF THE ALTAISKY STATE NATURE RESERVE

M.A. Lukasheva

*Altai state nature biosphere reserve, 1 Naberechniy, Gorno-Altaysk, Altay, 649000, Russia;
chuch2@mail.ru*

Abstract. This paper analyzes the impact of changes in average air temperature on the dates of beginning of flowering plants and date of birds arrival in the Altai nature reserve in 1998–2018. Climate changes identified, influencing the positive dynamics of the shift to earlier periods of flowering (dusting) of plants and arrival for 80% of bird species was revealed.

Keywords. Altai Nature Reserve, climate change, beginning of flowering plants, migration of birds, nature calendar.

ВЛИЯНИЕ ПОТЕПЛЕНИЯ КЛИМАТА НА РАСТИТЕЛЬНЫЙ ПОКРОВ СЕВЕРО-ОСЕТИНСКОГО ЗАПОВЕДНИКА

А.Л. Комжа, К.П. Попов

*Северо-Осетинский государственный природный заповедник, Россия, 363240, г. Алагир,
ул. Ч. Басиевой, д. 1; alkomzha@yandex.ru; kostjapopovalagir@mail.ru*

Аннотация. Потепление климата обуславливает изменения в растительном покрове Северо-Осетинского заповедника. Происходит нарушение сезонной ритмики ряда видов. Отмечена миграция видов вверх по высотному профилю. Наблюдается вторжение чужеродных видов в природные сообщества охранной зоны заповедника и их натурализация. О повышении среднегодовой температуры свидетельствуют участвовавшие засухи.

Ключевые слова. Природный заповедник, потепление климата, миграция видов, чужеродные виды, засухи.

Северо-Осетинский государственный природный заповедник (СОГПЗ) создан в 1967 г. Расположен в горной части бассейна р. Ардон на северном макросклоне Центрального Кавказа. Его территория включает природные экосистемы в высотном диапазоне 640–4649 м над ур. м.

Для климатической характеристики заповедника можно, с небольшими поправками, использовать данные двух метеостанций (м/с), расположенных примерно в 30 км восточнее заповедника: м/с «Владикавказ» (703 м над ур. м.) и находящуюся на территории соседней Грузии м/с «Казбеги высокогорная» (3656 м над ур. м.). Они расположены на северном макросклоне Центрального Кавказа в весьма близких заповеднику природно-климатических условиях. Первая м/с достаточно репрезентативно характеризует климат низкогорий СОГПЗ (рассматриваемый ниже период инструментальных наблюдений – 1872–1990 гг.), вторая – верхней ступени высокогорий (рассматриваемый ниже период инструментальных наблюдений – 1931–1990 гг.).

В 1872–1990 гг. в г. Владикавказе средняя годовая температура воздуха и годовая сумма атмосферных осадков имели положительный тренд, соответственно 0,0066 °С/год и 0,329 мм/год. То есть, за неполные 120 лет средняя годовая температура воздуха повысилась на 0,8 °С, а годовая сумма атмосферных осадков увеличилась на 40 мм, или на 5 % (Панов и др., 2002).

Сравнение данных м/с «Владикавказ» и «Казбеги высокогорная» за 1931–1990 гг. показывает, что температура воздуха в годовом разрезе по этим станциям изменялась разнонаправленно: на м/с «Владикавказ» происходило потепление, а на м/с «Казбеги высокогорная» – похолодание, соответственно тренд за 60 лет составил +0,008 и –0,008 °С/год (Панов и др., 2002).

Со второй половины XIX в., после окончания Малого ледникового периода, из-за потепления климата неуклонно сокращается гляциосфера региона.

Наблюдается поднятие снеговой линии и отступление ледников (Каменев и др., 2008; Тавасиев, Тебиева, 2010; Тавасиев, 2011).

Обусловленные климатическим трендом процессы протекают и в растительном покрове заповедника. Изменяются границы высотных поясов. С середины XIX по конец XX вв. абсолютные высотные отметки верхней границы лесной растительности в регионе поднялись на 100–200 м (Панов и др., 2002). Происходит миграция видов вверх по высотному профилю, в связи с этим местами отмечается постепенное изменение видового состава сообществ с тенденцией к смене доминантов растительного покрова.

Нарушается (особенно в последние шесть лет) обычная для региона сезонная ритмика ряда видов природной флоры и интродуцентов. Наиболее отчетливо это прослеживается у деревьев и кустарников, в их числе: калина обыкновенная – *Viburnum opulus* L., конский каштан обыкновенный – *Aesculus hippocastanum* L., магнолия Суланжа – *Magnolia soulangiana* Soul.-Bod., яблоня домашняя – *Malus domestica* Borkh., сирень обыкновенная – *Syringa vulgaris* L., хеномелес катаянский – *Chaenomeles cathayensis* (Hemsl.) Schneid. и др. Ранее их вторичное цветение было редкостью и рассматривалось как аномалия, а ныне оно стало почти ежегодным.

Наблюдается вторжение чужеродных видов растений в природные сообщества охранной зоны заповедника (долины рек Ардон и Фиагдон с их притоками) (Комжа, Попов, 1990; Ефимова и др., 1997; Комжа и др., 2001; Комжа, 2004а, 2004б). Расселение натурализовавшихся интродуцентов и проникших в регион адвентивных видов связано как с антропогенными, так и с естественными факторами. В числе ведущих факторов следует отметить потепление климата в регионе, способствующее ускорению адаптации чужеродных видов к местным условиям и их продвижению вверх по высотному профилю северного макросклона Центрального Кавказа. Обычным компонентом антропогенно трансформированных растительных сообществ местами уже стали: амброзия полыньелистная – *Ambrosia artemisiifolia* L., рейнутрия японская – *Reynoutria japonica* Houtt., цитостик ветвистый – *Hydrocotyle ramiflora* Maxim., клен американский – *Acer negundo* L., айлант высочайший – *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle, кардария крупковидная – *Cardaria draba* (L.) Desv., недотрога мелкоцветковая – *Impatiens parviflora* DC. и др.

На фоне потепления климата возникают различные климатические аномалии, оказывающие то или иное влияние на растительность: засухи теплого периода года, зимние засухи и весенние заморозки.

Засухи теплого периода года. В отдельные годы в СОГПЗ случались засухи, нередко способствовавшие возникновению пожаров. В июле – сентябре 1998 г. наблюдалась длительная засуха, какой не отмечалась несколько десятилетий (Попов, 2000). Она способствовала трансформации пала, пущенного чабанами с целью выжигания сухой травы на пастбище в охранной зоне, в обширный лесной пожар, начавшийся 2.10.1998 и достигший южной границы СОГПЗ. За время наших наблюдений (с 1976 г.) пожары возникали преимущественно осенью, реже – весной и летом, редко – зимой (в периоды отсутствия снежного покрова).

Наиболее значительная из майских засух, зарегистрированных за 100-летний период метеонаблюдений на Северном Кавказе, наблюдалась 23–30.05.2007. В течение этого периода среднесуточная температура воздуха в Северной Осетии превышала норму на 5–10 °С, а максимальная температура составила (по данным м/с «Владикавказ») 35–37 °С. Данная температурная аномалия вызвала прерывание цветения яблони домашней – *Malus domestica* Borkh., айвы обыкновенной – *Cydonia oblonga* Mill. и видов боярышника – *Crataegus* spp., осыпание завязей лимонника китайского – *Schizandra chinensis* (Turcz.) Baill., увядание цветков ряда видов шиповника – *Rosa* spp. На галечниках в пойме р. Ардон и у дорог на южной окраине г. Алагир 26.05 наблюдалось растрескивание почвы и усыхание травянистой растительности, а 29.05.2007 – усыхание листьев и увядание цветков калины обыкновенной – *Viburnum opulus* L.

Во второй половине лета – начале осени 2006 г. имела место засуха, аналогичной по интенсивности и продолжительности которой, по сведениям Северо-Осетинского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, в Северной Осетии не было 50 лет. Она охватила низкогорные и среднегорные ландшафты заповедника, где 25.07–2.09.2006 температура в дневные часы поднималась до 30 °С и выше. 3.08 началось увядание травянистой растительности в пойме р. Ардон на южной окраине г. Алагир (вблизи Центральной усадьбы СОГПЗ), а 13.08 (намного раньше средней многолетней даты) наблюдался листопад груши кавказской – *Pyrus caucasica* Fed. и видов березы – *Betula* spp., увядание листьев лимонника китайского – *Schizandra chinensis* (Turcz.) Baill. 15.08 отмечено усыхание и опадение листьев у облепихи крушиновой (*Hippophaë rhamnoides* L.) и даже усыхание молодых растений, а у ольхи серой – *Alnus incana* (L.) Moench. – побурение, усыхание и опадение листьев (на некоторых деревьях их осталось около 5%). 18.08 температура на Центральной усадьбе достигла максимума за период засухи (33 °С). 23.08 отмечены трещины на почве в саду и на огородах, а также в окрестном буковом лесу на Лесистом хребте. 29.08.2006 дул суховей – горячий северный ветер с равнины (температура воздуха поднялась до 32 °С), вызвавший сморщивание и усыхание зрелых плодов сливы растопыренной – *Prunus divaricata* Ledeb.

Еще одна значительная засуха наблюдалась в конце августа – начале сентября 2010 г. От других зарегистрированных нами с 1976 г. засух она отличалась наиболее высокой температурой. Южнее г. Алагир, на щебнистых участках поймы р. Ардон происходило усыхание травянистых растений, скручивание и побурение листьев молодых деревьев ольхи серой – *Alnus incana* (L.) Moench. (а у наиболее молодых – их опадение), преждевременное опадение листьев у березы – *Betula* sp., робинии лжеакации – *Robinia pseudoacacia* L., видов липы – *Tilia* spp. На склонах Унальской внутригорной котловины из-за преждевременного усыхания травянистой растительности уже в июле появился коричнево-бурый аспект, который обычно наблюдается в конце сентября – начале октября. По данным м/с «Владикавказ», температура самого жаркого дня за период засухи (1.09.2010) составила 38 °С. Следует заметить, что средняя температура сентября

во Владикавказе составляет 15,0 °С, а абсолютный сентябрьский максимум (как и годовой) равен 39 °С (Будун, 1994).

Зимние засухи. В сосновых лесах заповедника и охранной зоны (в Цейском, Куртатинском и Алагирском ущельях) в конце марта – начале апреля 2012 г. на площади не менее 2 км² наблюдалось пожелтение хвои сосны Коха – *Pinus kochiana* Klotzsch ex С. Koch, явившееся следствием зимней засухи. Чередование морозов и оттепелей вызвало временное нарушение водного обмена у деревьев, следствием этого стало усыхание хвои и мелких веток. Описанный случай столь масштабного проявления зимней засухи был единственным за период наблюдений (с 1976 г.).

Весенние заморозки. Наряду с повышением среднегодовой температуры в низкогорье и среднегорье, характерными маркерами которого являются участвовавшие засухи, имеют место и отрицательные температурные аномалии. Так, 29–30.03.2014 отмечено нетипичное для данного климатического сезона резкое и значительное похолодание с ночной температурой –17 °С в пределах Цейского рекреационного комплекса (~1900 м над ур. м.) на основной, внутригорной территории заповедника в верхней части среднегорий (устное сообщение Р.А. Тавасиева). В это же время, 29–30.03, в низкогорной части заповедника (по репрезентативным для нее данным м/с «Владикавказ») произошло падение температуры с 13 до –7 °С. В результате резкого и довольно продолжительного похолодания, произошедшего на фоне устойчивой теплой погоды, отмечено прерывание цветения дикорастущих косточковых (сливы растопыренной – *Prunus divaricata* Ledeb., кизила мужского – *Cornus mas* L.) на всем высотном профиле региона. Пострадали и находившиеся в фазе цветения культурные растения (абрикос обыкновенный – *Armeniaca vulgaris* Lam., слива вишненосная – *Prunus cerasifera* Ehrh. и др.).

Выводы. Со второй половины XIX в. в растительном покрове Северо-Осетинского заповедника наблюдается ряд изменений, обусловленных потеплением климата:

1. Поднятие абсолютных высотных отметок верхней границы лесной растительности.
2. Миграция видов вверх по высотному профилю, местами вызывающая постепенное изменение видового состава сообществ с тенденцией к смене доминантов растительного покрова.
3. Нарушение обычной для региона сезонной ритмики ряда видов природной флоры и древесно-кустарниковых интродуцентов.
4. Ускорение натурализации адвентивных видов и их продвижения вверх по высотному профилю региона.
5. Учащение засух (характерных маркеров повышения среднегодовой температуры) в низкогорье и среднегорье.

Список литературы

- Будун А.С. 1994. Природа, природные ресурсы Северной Осетии и их охрана. Изд. 2-е, перераб. и доп. – Владикавказ, РИО, 254 с.
- Ефимова В.А., Комжа А.Л., Попов К.П. 1997. Новые находки адвентивных растений на Центральном Кавказе. – Бот. журн., т. 82, № 3, с. 149-153.
- Каменев Н.С., Галушкин И.В., Тавасиев Р.А. 2008. Активизация селевых очагов Северного Кавказа в связи с изменением климата на примере Цейского ущелья (Республика Северная Осетия-Алания, Россия). – В сб.: Селевые потоки: катастрофы, риск, прогноз, защита: тр. междунар. конф. – Пятигорск, Институт Севкавгипроводхоз, с. 114-116.
- Комжа А.Л. 2004 а. Новые адвентивные виды Центрального и Восточного Кавказа. – Бот. журн., т. 89, № 1, с. 121-125.
- Комжа А.Л. 2004 б. Флористические находки в Северной Осетии. 1. – Бот. журн., т. 89, № 5, с. 860-865.
- Комжа А.Л., Попов К.П. 1990. Новые данные об адвентивной флоре Северной Осетии. – Бот. журн., т. 75, № 1, с. 108-110.
- Комжа А.Л., Попов К.П., Ефимова В.А., Бируля И.В. 2001. Флористические находки в Северной Осетии. – Бот. журн., т. 86, № 10, с. 106-110.
- Панов В.Д., Панова С.В., Вагин В.С., Валиева Л.Б., Погорелов А.В. 2002. Климат вчера, сегодня, завтра. – В кн.: Климат. – Владикавказ, Проект-Пресс, с. 192-199.
- Попов К.П. 2000. Хроника и многолетняя динамика пожаров в Северо-Осетинском заповеднике и их воздействие на биоту. – В кн.: Оценка экологического состояния горных и предгорных экосистем Кавказа. – Ставрополь, Кавказский край, с. 157-163.
- Тавасиев Р.А. 2011. Каменные глетчеры Северной Осетии и их значение для устойчивого развития горных территорий. – Вестник Владикавказского науч. центра, т. 11, № 3, с. 48-54.
- Тавасиев Р.А., Тебиева Д.И. 2010. Горные озера Северной Осетии и их влияние на устойчивое развитие горных территорий. – В сб.: Устойчивое развитие горных территорий в условиях глобальных изменений: матер. седьмой междунар. науч. конф. – Владикавказ, Терек, СКГМИ (ГТУ). – Электрон. опт. диск. (CD-ROM).

INFLUENCE OF CLIMATE WARMING ON THE VEGETATION COVER OF THE NORTH-OSSETIAN RESERVE

A.L. Komzha, K.P. Popov

*North-Ossetian State Nature Reserve, 1, Tch. Basieva Str., Alagir, 363240, Russia;
alkomzha@yandex.ru; kostjapopovalagir@mail.ru*

Abstract. Climate warming causes changes in the vegetation cover of the North-Ossetian Reserve. There is a disturbance of seasonal rhythm of some species. Migration of species upward along the altitude profile has been noted. Invasion and naturalization of alien species into natural communities of the Reserve's protection zone is observed. The increase in the average annual temperature is also reflected in the increased frequency of droughts.

Keywords. Nature reserve, climate warming, species migration, alien species, droughts.

АНАЛИЗ МНОГОЛЕТНИХ КЛИМАТИЧЕСКИХ И ФЕНОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ ЗАПОВЕДНИКА «КЕДРОВАЯ ПАДЬ»

М.В. Сырица

*«Земля леопарда», Россия, 690068, Приморский край, г. Владивосток, пр-т 100 Владивостока, д. 127;
ctv@leopard-land.ru*

Аннотация. Приводится анализ многолетних климатических и фенологических данных за период с 1974 по 2019 гг. государственного природного биосферного заповедника «Кедровая падь». Установлено, что с потеплением климата происходит смещение на более ранние сроки начала распускания листьев и начала цветения, и смещение на поздние сроки начала осеннего окрашивания листьев у фоновых видов древесной растительности заповедника.

Ключевые слова. Изменение климата, фенологическая фаза, фенологический сдвиг, государственный природный биосферный заповедник «Кедровая падь».

Заповедник «Кедровая Падь» – старейший заповедник не только на Дальнем Востоке, но и в России. Годом его образования принято считать 1916 год, когда Приморское лесное общество предложило изъять Кедровую падь из лесопромышленного плана и организовать здесь заповедник. Долгое время заповедник переходил из одного ведомства в другое, менялся режим использования ресурсов, и только с 1935 г. был организован соответствующий режим охраны и начаты ботанические, лесоводственные, почвенные и зоологические исследования (Коркишко, 2006). Первая Летопись природы заповедника «Кедровая падь» датируется 1973 г., именно с этого года ведутся многолетние ряды метео- и фенонаблюдений.

Заповедник «Кедровая Падь» расположен в Хасанском районе Приморского края, в 2 км от западного побережья Амурского залива. Географические координаты: 43°01'–43°09' с.ш. и 131°24'–131°36' в.д. Это самый южный сухопутный дальневосточный заповедник.

С 1973 по 1993 гг. метеоданные были получены с метеостанции, расположенной на территории заповедника. С 1994 г по 2009 г. по причине ее технической неисправности многолетние наблюдения температурой и осадками не проводились. Только с 2010 г. стали использоваться метеоданные с ближайшей гидрометеорологической станции «Барабаш», расположенной в 18 км от границы заповедника.

В статье впервые приводятся анализ многолетних климатических данных и анализ некоторых фенологических явлений фоновых видов древесных растений заповедника «Кедровая падь». Сравнивались средние климатические показатели по следующим периодам: 1974–1983 гг., 1984–1993 гг. и 2010–2019 гг. Для анализа многолетних фенонаблюдений за растениями были взяты ряды на-

Таблица 1. Сравнительные показатели среднесуточных и среднегодовых температур воздуха (°C) в различные десятилетия

Месяцы	Периоды		
	1974–1983	1984–1993	2010–2019
Январь	-14,8	-11,7	-14,2
Февраль	-9,8	-7,3	-10,0
Март	-1,4	-1,3	-1,6
Апрель	5,5	6,1	5,5
Май	11,0	11,5	11,5
Июнь	14,5	15,1	15,7
Июль	18,6	19,2	20,2
Август	20,0	21,0	20,7
Сентябрь	14,7	15,7	15,7
Октябрь	8,0	9,2	7,5
Ноябрь	-1,4	0,5	-2,3
Декабрь	-10,1	-8,8	-10,8
Среднегодовое значение	4,6	5,6	5,0

блюдений за следующие периоды: 1974–1983 гг., 1984–1995 гг. и 1998–2019 гг. Наблюдения в первый период велись за ограниченным числом видов. В 1974 году список включал всего 14 видов растений, в 1976 году этот список увеличился до 76 видов и включал 15 деревьев (в последующие годы 31), 21 вид кустарников и лиан, 40 травянистых видов растений. С 1976 г. наблюдения за этими растениями велись на постоянных фенологических маршрутах.

По нашим данным климат заповедника за периоды с 1974 по 2019 гг. характеризуется следующими средними показателями среднесуточных и среднегодовых температур (табл. 1).

Среднегодовая температура воздуха составила +5 °C. Несмотря на достаточно сильные колебания среднегодовых температур в отдельные годы, период 1997–1998 был самым холодным (2,5 °C), а 1989–1990 гг. – самым теплым (11,3 °C) отклонения от среднегодовой температуры незначительные. Сравнивая данный показатель за три десятилетия, можно сказать о тенденции в сторону потепления в среднем на 0,8 °C. Для территории заповедника характерен ярко выраженный муссонный климат. По сравнению со всей территорией Приморья в заповеднике климатические условия несколько мягче благодаря южному расположению и близости моря.

Период со среднесуточными температурами ниже 0 °C включает 5 месяцев, тогда как с положительными 7 месяцев, за счет сентября (среднемесячная температура воздуха +15,5 °C) и октября (+8 °C). Осень стала теплее. Несмотря на то, что в отдельные дни температура воздуха могла снижаться до -10 °C, среднесуточный переход на отрицательные температуры воздуха приходится на вторую половину ноября. Зима относительно мягкая, солнечная. Самый холодный ме-

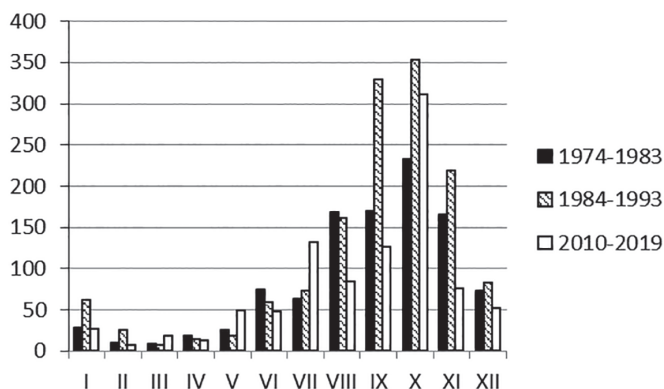


Рис. 1. Динамика сумм осадков по месяцам и периодам.

сяц зимы – январь. Изменился характер зим, что выражается отсутствием продолжительных сильных морозов. Абсолютный минимум все чаще не превышает -30°C . Снежный покров постоянно лежит только в долинах и на северных склонах и редко достигает высоты 25–30 см. Южные склоны обычно освобождаются от него на второй-третий день даже после обильных снегопадов. Весна затяжная. Переход на положительные среднесуточные температуры воздуха приходится на первую декаду апреля. Характерны поздние заморозки. Первая половина лета прохладная, с частыми дождями и моросью, вторая – жаркая, с высокой, до 100%, влажностью при температуре до $+35^{\circ}\text{C}$.

Годовое количество осадков уменьшилось. За последнее десятилетие оно сократилось на 184,3 мм. Чаще это были экстремальные осадки, когда за сутки выпадало более 90 мм осадков. Распределение осадков по месяцам осталось прежним, наибольшее количество осадков выпадает в теплый период года (рис. 1, табл. 2).

Нами проанализированы сроки наступления трех основных фаз в жизни древесных растений: распускание листьев, начало цветения и начало осеннего окрашивания листьев (Бейдеман, 1974). Наглядно это отражено в таблицах 3, 4 и 5.

Деревья можно разделить на группы по срокам наступления фазы распускания листьев: I группа (с 20 апреля по 10 мая): ива тонкостолбиковая, ильм японский, черемуха азиатская, вишня сахалинская, груша уссурийская, трескун амурский, клен ложнозибольдов и клен мелколистный. Анализируя сроки наступления фазы распускания листьев на ранние сроки: для ивы – незначительное смещение на 6–8 дней, ильма 3 дня, груши уссурийской 3–5 дней, клена мелколистного 4–6 дней, вишни сахалинской 1–2 дня, клена ложнозибольдова только в последнее десятилетие смещение на более ранние даты на 4 дня, черемухи азиатской на 10 дней. Сроки распускания листьев остались без изменения у трескуна амурского, а вот у ореха маньчжурского листья стали распускаться на 20 дней позже средней многолетней даты.

Таблица 2. Сравнительные показатели сумм осадков (мм) по месяцам в различные десятилетия

Месяцы	Периоды		
	1974–1983	1984–1993	2010–2019
Январь	28,0	61,8	26,9
Февраль	9,4	24,9	7,4
Март	8,8	6,9	17,9
Апрель	18,6	14,7	13,2
Май	25,1	18,5	49,2
Июнь	73,8	59,6	47,3
Июль	62,8	72,8	132,3
Август	168,3	161,9	83,5
Сентябрь	169,4	329,1	126,4
Октябрь	232,9	352,6	311,9
Ноябрь	165,1	219,3	75,9
Декабрь	73,3	82,5	51,7
Среднегодовое значение	1035,5	1404,6	943,6

II группа (с 11 по 20 мая): сроки начала распускания листьев остались без изменения у липы амурской, у дуба монгольского в последние 10 лет на 3 дня раньше, у диморфанта семилопастного смещение на более ранние даты в среднем на 5–6 дней, березы Шмидта – на 13 дней раньше.

III группа (с 20 по 30 мая): сроки начала распускания листьев у маакии амурской в последнее десятилетие позже на 7 дней, бархата амурского раньше на 7 дней.

По срокам начала цветения можно выделить группы. Деревья, цветение которых происходит до распускания листьев (с 20 марта по 5 апреля): ива тонкостолбиковая, у которой за наблюдаемые периоды произошел сдвиг в сроках наступления фазы на более ранние даты в среднем на 5 дней; ильм японский зацвел позже на 4 дня в период 1998–2019 гг. и на 16 дней позже за период 1984–1995 гг. Деревья, цветение которых начинается практически с их облиствлением (с 10 мая по 15 мая), либо с отставанием до 9 дней от начала распускания листьев. Это груша уссурийская, береза Шмидта, клены ложнозибольдов и мелколистный, вишня сахалинская. Сроки наступления начала цветения для всех этих видов наступают с годами на 1–3 дня раньше. В третью группу можно отнести деревья, цветение которых происходит уже после полного облиствления и формирования листьев нормальной величины. Это черемуха азиатская, орех маньчжурский, дуб монгольский, липа амурская, трескун амурский, бархат амурский. Для всех пород деревьев, кроме бархата амурского, характерен сдвиг в сторону более раннего наступления цветения в среднем на 1–3 дня. Лишь сроки начала цветения бархата сместились на более поздние даты, особенно за последнее десятилетие (на 21 день).

Таблица 3. Среднегодовы́е даты наступления фазы распускания листьев у фоновых видов древесной растительности по периодам

	Фенологическая фаза: распускания листьев						
	Видовое название	1979–1983		1984–1995		1996–2016	
		X	m	X	m	X	m
1	Орех маньчжурский	19.04	±3,61	11.05	±1,97	14.05	±1,86
2	Ива тонкостолбиковая	2.05	±5,79	26.04	±3,02	28.04	±1,73
3	Дуб монгольский	14.05	±1,75	14.05	±3,96	11.05	±1,60
4	Ильм японский	9.05	±1,70	14.05	±2,74	5.05	±1,26
5	Груша уссурийская	11.05	±3,06	6.05	±3,32	9.05	±2,04
6	Маакия амурская	23.05	±4,47	22.05	±2,90	29.05	±2,17
7	Липа амурская	14.05	±2,79	14.05	±1,97	14.05	±1,72
8	Диморфант семилопастный	20.05	±1,27	15.05	±2,18	14.05	±1,72
9	Трескун амурский	29.04	±2,85	29.04	±2,64	30.04	±1,82
10	Береза Шмидта	10.05	±2,60	13.05	±3,43	8.05	±1,94
11	Черемуха азиатская	04.05	±3,17	21.04	±3,05	20.04	±1,25
12	Бархат амурский	29.05	±1,48	22.05	±2,60	20.05	±1,61
13	Клен ложнозибольдов	10.05	±0,92	10.05	±2,46	6.05	±1,30
14	Клен мелколистный	13.05	±2,31	9.05	±2,20	6.05	±1,23
15	Вишня сахалинская	6.05	±2,18	4.05	±4,10	5.05	±1,31

Примечание. Здесь и далее X – средняя дата наступления явления, $\pm m$ – стандартная ошибка средней величины.

Раньше всех осенняя окраска листьев начинает проявляться у черемухи азиатской, уже в первой декаде августа. В последнее десятилетие у черемухи фенодата сдвинулась на более поздние сроки (на 9 дней). У большинства древесных пород начало смены окраски листьев начинается после 20 сентября. Мало изменились, начиная с 1974 года, сроки наступления осенних феноявлений у ореха, трескуна, бархата, ивы тонкостолбиковой и вишни сахалинской (колебания в ту или другую сторону составили 1–3 дня). Начало осенней окраски регистрировалось раньше у маакии амурской (на 6–10 дней), дуба (1–4 дня), груши уссурийской (на 5–7 дней). Отрицательные тренды у них сохранялись от периода к периоду. Позднее стали окрашиваться в осенние тона листья у липы амурской (на 5–8 дней), диморфанта (на 4–19 дней), березы Шмидта (на 10–13 дней) и кленов (на 14–16 дней).

Таким образом, происходящие климатические изменения вызвали смещение дат наступления отдельных фенофаз у древесных растений. С годами более ранними стали сроки начала распускания листьев и начала цветения. Особенно ярко эта тенденция проявляется в самый теплый период 1984–1993 гг. Смещение сроков наступления осеннего окрашивания листьев у древесных форм растений в сторону более поздних является следствием более растянутого осеннего периода и запоздания сроков наступления зимы. Данные метеонаблюдений

Таблица 4. Среднемноголетние даты наступления фазы начала цветения у фоновых видов древесной растительности по периодам

	Фенологическая фаза: начало цветения						
	Видовое название	1979–1983		1984–1995		1996–2016	
		X	m	X	m	X	m
1	Орех маньчжурский	28.05	±1,06	28.05	±1,23	29.05	±1,59
2	Ива тонкостолбиковая	1.04	±2,20	30.03	±3,21	22.03	±3,45
3	Дуб монгольский	26.05	±4,22	20.05	±5,78	25.05	±2,85
4	Ильм японский	23.04	±2,69	9.05	±7,50	27.04	±1,58
5	Груша уссурийская	15.05	±2,52	14.05	±2,04	13.05	±1,55
6	Маакия амурская	-	-	-	-	-	-
7	Липа амурская	16.06	±2,63	15.06	±4,33	12.06	±2,20
8	Диморфант семилопастный	-	-	-	-	-	-
9	Трескун амурский	1.07	±1,89	29.06	±4,64	30.06	±1,66
10	Береза Шмидта	10.05	±2,92	9.05	±2,60	13.05	±2,27
11	Черемуха азиатская	16.05	±2,85	17.05	±2,78	15.05	±1,71
12	Бархат амурский	1.06	14,71	10.06	±9,76	22.06	±1,52
13	Клен ложнозибольдов	16.05	±3,08	-	-	15.05	±1,67
14	Клен мелколистный	16.05	±3,55	14.05	±3,61	14.05	±1,47
15	Вишня сахалинская	12.05	±2,04	10.05	±4,01	10.05	±1,90

подтверждают это. Средние многолетние сроки наступления определенных явлений помогают выявить местные природные сигналы, или индикаторы, с помощью которых можно определить сезонное состояние природы, а также спрогнозировать характер текущего вегетационного периода.

Список литературы

- Бейдеман И.Н. 1974. Методика изучения фенологии растений и растительных сообществ. – Новосибирск, Наука, 156 с.
- Коркишко Р.И., Саенко Е.М. 2006. 90 лет Государственному природному биосферному заповеднику «Кедровая падь». – Вестник ДВО РАН, № 5, с. 175-183.

Таблица 5. Среднегодовое наступление фазы осеннего окрашивания листьев у фоновых видов древесной растительности по периодам

	Фенологическая фаза: начало осеннего окрашивания листьев						
	Видовое название	1979–1983		1984–1995		1996–2016	
		X	m	X	m	X	m
1	Орех маньчжурский	18.09	±7,33	18.09	±2,66	16.09	±3,50
2	Ива тонкостолбиковая	1.10	±8,30	3.10	±2,11	24.09	±4,31
3	Дуб монгольский	1.10	±2,54	30.09	±4,57	26.09	±2,90
4	Ильм японский	25.09	±2,69	2.10	±4,50	20.09	±2,44
5	Груша уссурийская	23.09	±6,61	16.09	±13,19	18.09	±4,12
6	Маакия амурская	8.10	±1,75	2.10	±4,37	28.09	±4,54
7	Липа амурская	16.09	±5,04	24.09	±4,20	21.09	±2,93
8	Диморфант семиллопастный	15.09	±7,85	4.10	±2,73	19.09	±4,86
9	Трескун амурский	20.09	±9,49	29.09	±2,59	13.09	±2,15
10	Береза Шмидта	28.09	±6,00	11.10	±1,73	8.10	±2,53
11	Черемуха азиатская	7.08	±7,32	7.08	±9,89	16.08	±4,62
12	Бархат амурский	23.09	±5,98	26.09	±1,92	20.09	±2,46
13	Клен ложнозибольдов	25.09	±5,74	11.10	±1,28	9.10	±1,75
14	Клен мелколистный	28.09	±6,79	11.10	±1,77	10.10	±1,33
15	Вишня сахалинская	27.09	±6,35	3.10	±1,45	15.09	±3,37

ANALYSIS OF LONGSTANDING CLIMATIC AND PHENOLOGICAL DATA OF THE “CEDAR PAD” RESERVE

M.V. Syritysa

«Kedrovaya Pad» State Biosphere Nature Reserve and Land of the Leopard National Park, Vladivostok, Primorsky Krai, 690068, Russia; cmv@leopard-land.ru

Abstract. The analysis of longstanding climatic and phenological data for the State Natural Biosphere Reserve “Cedar Pad” from 1974 to 2019 is provided in the present document. It has been established that climate change affected early leafing and flowering, and the late period of autumn leaves coloring of the background species of woody vegetation of the reserve.

Keywords. Climate change, phenological phase, phenological shift, the State Biosphere Nature Reserve “Cedar Pad”.

МНОГОЛЕТНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ СРОКОВ РАЗМНОЖЕНИЯ РЯБИННИКА И БЕЛОБРОВИКА В ЗАПОВЕДНИКЕ «КИВАЧ» (ЮЖНАЯ КАРЕЛИЯ) НА ФОНЕ ПОТЕПЛЕНИЯ КЛИМАТА

М.В. Яковлева

Государственный природный заповедник «Кивач», Россия, 186215, Республика Карелия,
Кондопожский р-н, п. Кивач, ул. Заповедная, д. 14; kivach-bird@rambler.ru

Аннотация. Рассмотрены изменения сроков прилета и размножения рябинника (*Turdus pilaris*) и белобровика (*T. iliacus*) в заповеднике «Кивач» (южная Карелия) за последние 50 лет. Сроки прилета обоих видов не изменились, а даты начала размножения незначительно (на 3–4 дня) сдвинулись на более ранние сроки. Это смещение было выражено значительно слабее сдвига весеннего развития растительности.

Ключевые слова. Рябинник *Turdus pilaris*, белобровик *Turdus iliacus*, сроки размножения, изменение климата.

Потепление климата, затронувшее многие регионы, влияет на фенологическое развитие сообществ (Соколов, 2010). Сдвиги сроков фенологических явлений, в особенности весенних, обнаружены в разных систематических группах. У птиц хорошо известно смещение сроков весеннего прилета – наиболее легко наблюдаемого сезонного явления. Во многих регионах потепление весны сопровождалось и более ранним прилетом птиц (Gordo, 2007; и др.). О долгосрочных изменениях сроков размножения известно значительно меньше, поскольку такие наблюдения более трудоемки. В Западной Европе сдвиг сроков гнездования на более ранние даты зарегистрирован у многих видов, хотя реакция на изменение климата различалась в разных регионах (Dunn, Winkler, 2010). Для территории России такие исследования немногочисленны (Соколов, 2006; Венгеров, 2011, 2014; Артемьев, 2019). Между тем смещение сроков размножения и фенологической обстановки в этот период могут влиять на успешность размножения птиц и динамику их численности (Visser et al., 2004; Both, 2010). В данном сообщении рассмотрены многолетние материалы по срокам гнездования двух массовых в Карелии видов дроздов – белобровика (*Turdus iliacus*) и рябинника (*T. pilaris*). Исследования проводились в заповеднике «Кивач», где на фоне потепления климата было обнаружено более раннее наступление многих весенних феноявлений у растений и животных (Скороходова, Щербаков, 2011; Яковлева, Сухов, 2011; Ovaskainen et al., 2013).

Материал и методы. На основании собственных и архивных материалов проанализированы сроки прилета и размножения белобровика и рябинника в 1970–2019 гг. В качестве показателя сроков размножения использована дата откладки первого яйца, которая определялась либо непосредственно, либо по возрасту вылупившихся птенцов. Оба вида имеют растянутый сезон гнездования, что связано с существованием у значительной части самок белобровика второ-

го цикла размножения, а также с высокой степенью разорения гнезд дроздов и, вследствие этого, большим числом повторных (компенсаторных) кладок. Поэтому кладки, начатые в июне – июле, являющиеся предположительно вторыми или повторными после разорения, не учитывались. Число включенных в анализ гнезд с известными сроками размножения составило 1077 у белобровика и 817 у рябинника.

При обработке использовались общепринятые статистические методы с использованием программ Exel и Statistica. При сравнении динамики откладки яиц в теплые и холодные весны «теплыми» считали сезоны, в которые средняя температура с III декады апреля по I декаду мая превышала средние показатели (+4,9°) на 1°, а «холодными» – с температурами этого периода на 1° ниже многолетних. Данные по среднесуточным температурам получены метеопостом заповедника (Скороходова, 2008, с дополнениями).

Результаты и обсуждение. За последние 50 лет весна в заповеднике потеплела: положительный тренд среднемесячных температур выявлен для апреля ($p < 0,01$) и мая ($p < 0,05$). Но температуры разных декад этих месяцев, когда прилетают и начинают размножаться дрозды, изменялись неравномерно: в апреле потеплели лишь II и III декады, а в мае – III.

Сроки начала прилета обоих видов, зимующих главным образом в южной Европе, были очень близкими. Они коррелировали с температурами I–II декад апреля – периода, когда появлялись первые мигранты (коэффициент ранговой корреляции Спирмена $r_s = -0,74$ для рябинника и $r_s = -0,77$ для белобровика, $p < 0,001$). Долговременный тренд дат первых встреч дроздов отсутствовал, что можно объяснить очень слабым изменением температур этого периода.

От регистрации первых птиц до начала откладки в наиболее ранних гнездах у рябинника проходило от 11 до 33, в среднем 22 дня, у белобровика – 10–32, в среднем 19 дней. При поздних сроках прилета этот интервал сокращался (соответственно $r_s = -0,78$ и $-0,76$; $p < 0,001$). Даты начала размножения дроздов варьировали слабее, чем сроки их прилета (табл. 1): дисперсии достоверно различались по критерию F Фишера (для рябинника $F = 2,21$, $p < 0,01$, для белобровика $F = 2,297$ $p < 0,01$).

Хотя в годы с ранним прилетом откладка яиц начиналась раньше, у обоих видов значительно более тесной была корреляция дат начала размножения с температурами предшествующего гнездованию периода – с III декады апреля

Таблица 1. Сроки прилета и начала размножения рябинника и белобровика, их временной тренд и корреляция с весенними температурами (r_s)

	Рябинник		Белобровик	
	Прилет	Начало откладки	Прилет	Начало откладки
<i>Lim</i>	3.04–29.04	2.05–20.05	6.04–30.04	28.04–30.04
Среднее (σ)	17.04 (6,5)	9.05 (4,2)	18.04 (5,9)	7.05 (3,9)
Тренд (r_s)	-0,13	-0,29*	-0,05	-0,27

Примечание. Уровни значимости: * – $p < 0,05$; *** – $p < 0,001$.

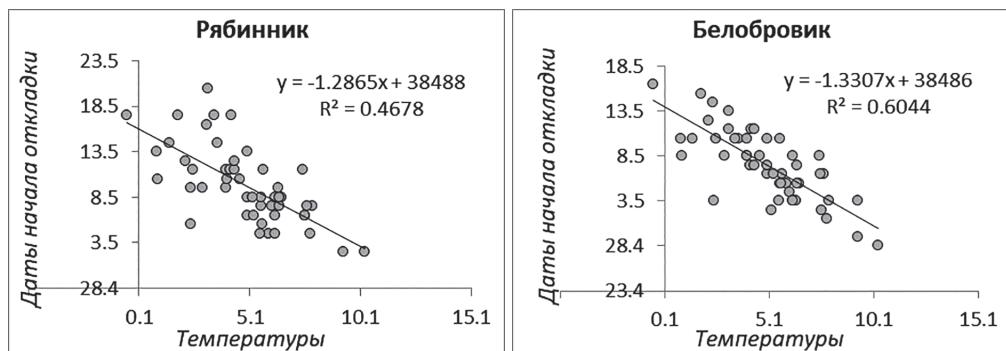


Рис. 1. Зависимость сроков начала размножения рябинника и белобровика от температур III декады апреля – I декады мая.

по I декаду мая ($r_s = -0,68$ у рябинника и $-0,64$ у белобровика, $p < 0,001$). Обнаружена также связь сроков начала размножения с датами устойчивого перехода температур через $+5^\circ$ ($r_s = 0,61$ у рябинника и $0,67$ у белобровика), а также имеющимися в литературе фенодатами развития растительности в этот период (Скороходова, 2006; Ovaskainen et al., 2013). При этом сроки размножения дроздов варьировали слабее, чем сроки развития растительности, а реакция на повышение температур этого периода была более слабой, чем у растений: при повышении температур на 1 градус сроки размножения дроздов сдвигались на 1,3 дня (рис. 1), тогда как регистрируемые в начале – середине мая фенодаты у растений – на 1,8–2,5 дня.

У рябинника в годы с высокими температурами конца апреля – начала мая пик откладки приходился на 8–10.05, при низких температурах – на 15–20.05. При этом пик размножения в холодные весны далеко не всегда был более растянутым, как это отмечалось у зяблика и мухоловки-пеструшки в Вороножском заповеднике (Венгеров, 2014): в первые 5 дней от начала размножения откладка начиналась в среднем в 46% гнезд в теплые весны и в 42% – в холодные, а в первые 10 дней – соответственно 60 и 65%. У белобровика пик майских кладок приходился на II–III пятидневки при теплой весне и на IV–V – в годы с холодным маем. В теплые сезоны в первые 10 дней было начато 56% гнезд, в холодные – 60%, т.е. различия также были невелики. У рябинника в 1970–2019 гг. обнаружена слабая тенденция к смещению начала гнездования на более ранние сроки ($r_s = -0,29$ $p < 0,05$ $n = 49$), которая начала проявляться лишь в XXI веке, в соответствии с ростом температур конца апреля – начала мая в этот период (рис. 2). Сдвинулись и сроки массового размножения: если до 1999 г. пик начала кладок приходился на 15–20.05, то в последние 20 лет – на 6–12.05. Доля наиболее ранних кладок (начатых до 10.05) значительно выросла: в 1970–1999 – 18,8%, позднее – 41,7% ($p < 0,001$), а медиана начала кладок сместилась на 5 дней. У белобровика смещение сроков начала самых ранних кладок в 1970–2019 гг. выражено слабее, чем у рябинника ($r_s = -0,27$ $p = 0,057$), но при добавлении имеющихся в литературе данных за 1960–1967 гг. по размножению этого вида в «Киваче» (Хохлова

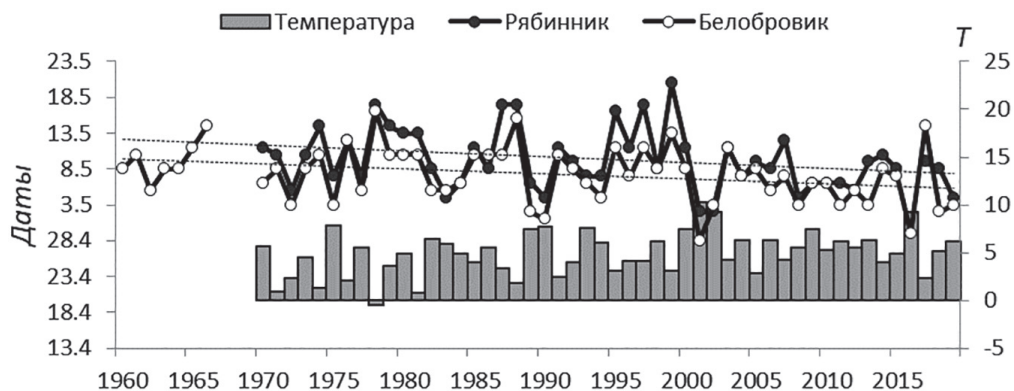


Рис. 2. Динамика сроков начала кладок рябинника, белобровика и средних температур III декады апреля – I декады мая. Показаны линейные тренды сроков начала кладок.

и др., 1983) оно становится статистически достоверным: $r_s = -0,32$ $p < 0,05$, $n = 57$. Пик начала первых кладок в последние 20 лет по сравнению с предыдущим периодом практически не сместился и приходится на II декаду мая, а медиана изменилась всего на 3 дня (соответственно 16.05 и 13.05). Но доля наиболее ранних кладок, начатых до 10.05, достоверно выросла: в 1970–1999 – 23,7%, позднее – 33,3%, $p < 0,001$).

Таким образом сроки начала размножения двух карельских дроздов стали более ранними. У рябинника величина сдвига, вычисленная по уравнению линейной регрессии, за последние 50 лет составила всего 4 дня, у белобровика – 3,4 дня (0,08–0,07 дней в год). По сравнению с изменениями весенней фенологии, зарегистрированными в Западной Европе, эти показатели очень невелики. Так, в Великобритании 20 видов всего за 25 лет (1971–1995 гг.) продвинули сроки размножения в среднем на 8,8 дней (Crick et al., 1997). Существенно больший сдвиг обнаружен в Карелии для одного из массовых видов воробьиных – мухоловки-пеструшки (*Ficedula hypoleuca*), для которой начало размножения в 1980–2017 гг. смещалось на 0,16 дней/год (Артемьев, 2019).

Из-за того, что сроки начала прилета и размножения регулировались температурами разных периодов, которые не всегда изменялись согласованно, сроки начала размножения сместились, а размножения – нет. Но, поскольку рябинники и белобровики прилетают задолго до начала размножения, а сдвиг сроков размножения был очень незначительным, дефицита времени в предгнездовой период у дроздов на настоящий момент нет.

Ранее было показано, что для птиц тенденция смещения весенних феноявлений (основную массу которых составляли даты весеннего прилета) выражена в среднем слабее, чем для растений (Ovaskainen et al., 2013). Меньшая вариация сроков размножения дроздов, их более слабая реакция на изменение температуры показывают, что в ранние весны, которые в последние десятилетия встречаются чаще, дрозды начинают размножаться при более «продвинутом» состоянии растительности. За 40-летний период (1966–2005) сроки развития рас-

тельности в период начала размножения дроздов сместились значительно сильнее. В эти годы большинство растительных фенодат в конце апреля – начале мая, которые коррелировали с датами начала размножения дроздов, достоверно сместились на более ранние сроки, а величина этого смещения составляла от 8 до 19 дней (Скороходова, Щербаков, 2011). Это может приносить птицам определенные выгоды: в ранние и теплые весны гнезда дроздов разоряются реже, чем в холодные (Яковлева, 2009), а более раннее начало размножения дает птицам больше возможностей для откладки вторых или компенсаторных кладок. Тем не менее, очевидно, на долговременную динамику численности этих видов решающее влияние оказывают какие-то другие факторы, поскольку у обоих видов она в настоящее время сокращается (Яковлева, 2015).

Список литературы

- Артемов А.В. 2019. Влияние климата на экологию мухоловки-пеструшки в Карелии – Вестник ТвГУ. Серия «Биология и экология», т. 53, № 1, с. 31-42.
- Венгеров П.Д. 2011. 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, с. 416-424.
- Венгеров П.Д. 2014. Особенности размножения зяблика (*Fringilla coelebs*) и мухоловки-пеструшки (*Ficedula hypoleuca*) в условиях высоких весенних температур – Научные ведомости БелГУ. Серия Естественные науки, №17 (188), вып. 28, с. 76-81.
- Скороходова С.Б. 2006. Календарь природы заповедника «Кивач» (1966–2005 гг.) – Тр. гос. прир. заповед. «Кивач», вып. 3, с. 48-79.
- Скороходова С.Б. 2008. О климате заповедника «Кивач». – В сб.: Тр. гос. прир. заповед. «Кивач», вып. 4, с. 3-34.
- Скороходова С.Б., Щербаков А.Н. 2011. Тренды наступления фенологических событий в заповеднике «Кивач» за 1966–2005 годы – Тр. гос. прир. заповед. «Кивач», вып. 5, с. 207–221.
- Соколов Л.В. 2006. Влияние глобального потепления климата на сроки миграций и гнездования воробьиных птиц в XX веке. – Зоологический журнал, т. 86, вып. 3, с. 313-341.
- Соколов Л.В. 2010. Климат в жизни растений и животных. – СПб, Тесса, 344 с.
- Яковлева М.В. 2009. Об изменчивости степени разорения гнезд некоторых открытогнездящихся птиц. – В сб.: Экология, эволюция и систематика животных: Материалы Всероссийской научно-практической конференции, Рязань, НП «Голос губернии», с. 298-299.
- Яковлева М.В. 2015. Мониторинг гнездовой численности лесных видов птиц в заповеднике «Кивач». – Ежегодник Программы «Птицы Москвы и Подмосковья», вып. 4, с. 5-12.
- Яковлева М.В., Сухов А.В. 2012. Многолетние изменения сроков весеннего прилета птиц в заповеднике «Кивач» – Природные процессы и явления в уникальных условиях средне-таежного заповедника. Петрозаводск, с. 204-2010.
- Хохлова Т.Ю., Захарова Л.С., Зимин В.Б. 1983. Сроки и динамика сезонных явлений годового цикла у дрозда-белобровика в Карелии – Фауна и экология птиц и млекопитающих Северо-Запада СССР. Петрозаводск, КФ АН СССР, с. 11-29.
- Both C. 2010. Food availability, mistiming and climatic change. – Effect of climate change on birds. Møller A.P., Fiedler W., Berthold P. (eds.) Oxford University Press, pp. 129-147.
- Crik H.Q.P., Dudley C., Glue D.E., Thomson D.L. 1997. UK birds are laying eggs earlier. – Nature, vol. 388, p. 526.
- Dunn P.O., Winkler D.W. 1997. Chapter 10. Effects of climate change on timing of breeding and reproductive success in birds. – In the book: Effects of climate change on birds. Edited by A.P. Møller, W. Fiedler, P. Berthold. Oxford pp. 113-128.

- Gordo O. 2007. Why are bird migration dates shifting? A review of weather and climate effects on avian migratory phenology. – *Climate Research*, vol. 35. pp. 37-58.
- Ovaskainen O., Skorokhodova S., Yakovleva M., Sukhov A., Kutenkov A., Kutenkova N., Shcherbakov S., Meyke E. & Delgado M. 2013 Community-level phenological response to climate change. – *Proceeding of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 110 (33). P. 13434-13439.
- Visser M.E., Both C., Lambrechts M.M. 2004. Global climate change leads to mistimed avian reproduction. – *Advances in Ecological Research*, vol. 35, pp. 89-110.

LONG-TERM CHANGES OF BREEDING TIME IN REDWING AND FIELDFARE IN THE KIVACH RESERVE (SOUTH KARELIA) IN CLIMATE WARMING

M.V. Yakovleva

*Kivach Nature State Reserve, 14, Zapovednaya street, Kivach village, Kondopozhsky district,
Republic of Karelia, 186215, Russia; kivach-bird@rambler.ru*

Abstract. Changes in the dates of arrival and breeding of Fieldfare (*Turdus pilaris*) and Redwing (*T. iliacus*) in the Kivach reserve (Southern Karelia) over the past 50 years are considered. The arrival dates of both species did not change, and the dates of the start of breeding slightly (by 3-4 days) shifted to earlier dates. This shift was expressed much weaker than the shift of spring vegetation development.

Keywords. Fieldfare *Turdus pilaris*, Redwing *Turdus iliacus*, breeding dates, climate change.

РАСПРОСТРАНЕНИЕ ЛИПЫ СИБИРСКОЙ НА ООПТ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

А.В. Кобзев

Шорский национальный парк, Россия, 652990, г. Таштагол, ул. Садовая, д. 8А; kobzev-av@mail.ru
Институт водных и экологических проблем СО РАН, Россия, 656038, г. Барнаул, ул. Молодежная, д. 1

Аннотация. В работе представлены современные тенденции изменения климата в пределах территории памятника природы федерального значения «Липовая роща» и окружающем микрорегионе. Исследования показывают формирование благоприятных климатических условий для возможного расширения в Южной Сибири ареала хвойно-широколиственных лесов с комплексом третичных реликтов.

Ключевые слова. Липа сибирская, изменение климата, ареал, реликт, памятник природы.

Наблюдаемое в настоящее время глобальное изменение климата уже не вызывает сомнений. Остается дискуссионным вопрос о причинах этого процесса – природная цикличность или антропогенное воздействие. В связи с изменениями климата усложняется задача сохранения видов и экосистем на особо охраняемых природных территориях. Возникает необходимость адаптироваться к этому процессу и, по возможности, использовать для устойчивого развития регионов. Требуется оценить реакцию экосистем территории на изменение климатических факторов.

В Кемеровской области в 5-10 км к востоку от с. Кузедеево в бассейне р. Большой Теш (правый приток р. Кондома) расположен крупнейший в России по площади памятник природы федерального значения «Липовая роща». Памятник природы образован в 1983 г. и занимает в настоящее время площадь 11 тыс. га (Кадастровый отчет ..., 2018). «Липовая роща» является единственным ареалом в Сибири хвойно-широколиственных лесов с липой сибирской *Tilia sibirica* Bayer (Амелин, Бляхарчук, 2016).

За пределами памятника природы липа сибирская распространена лишь в виде незначительных по площади локальных насаждений. Главным образом, это низкогорья северо-западной части Горной Шории в нижнем и среднем бассейне реки Мрассу, среднем бассейне реки Кондомы, а также в западной части верхнего бассейна реки Томи. За пределами Кемеровской области липа сибирская локально встречается на западных склонах Салаирского кряжа в соседних Алтайском крае и Новосибирской области.

В роще представлены естественные насаждения липы сибирской, которые служат местообитанием комплекса третичных неморальных реликтов, редких, исчезающих и эндемичных видов, а также резервом ценных лекарственных, медоносных и декоративных видов растений. В Красные книги России и Кемеровской области включены 15 видов растений, произрастающих на территории памятника природы (Кадастровый отчет ..., 2018).

Видовая насыщенность реликтовых видов на территории памятника природы «Липовая роща» – наиболее высокая среди всех сообществ Сибири: 23 вида, часть из которых относятся к доминантам ассоциации, играют значительную фитоценотическую роль в составе травянистого яруса. В частности, доминантами в составе травостоя «Липовой рощи» выступают следующие реликты: копытень европейский *Asarum europaeum* L., овсяница высочайшая *Festuca altissima* All., осмориза остистая *Osmorhiza aristata* (Thunb.) Rydb., подлесник европейский *Sanicula europaea* L., подмаренник душистый *Galium odoratum* (L.) Scop., щитовник мужской *Dryopteris filix-mas* (L.) Schott (Положий, Крапивкина, 1985).

Исследования распространения реликтов показали, что их количество в липовом лесу составляет в среднем 12 видов на участке ассоциации (500 м²). В то же время в черневой тайге, окружающей «Липовую рощу», их концентрация снижается до 7–10 видов, а в качестве доминантов в составе травянистого яруса черневой тайги неморальные реликты выступают очень редко (Положий, Крапивкина, 1985).

Липовая роща находится в низкогорной местности с особым, более мягким микроклиматом. Перепад высот колеблется в диапазоне от 250 до 520 м н.у.м. Количество осадков варьирует в среднем 600–700 мм в год. Температура воздуха здесь в среднем на 2–3 °С выше, чем на окружающей территории.

Липа сибирская на значительной площади территории памятника природы доминирует в составе древостоя: ее насаждения занимают 32% лесопокрытых земель. Соотношение других древесных пород: 28% – пихта, 23% – осина, 15% – береза, 2% – прочие (кедр, ель, ива, сосна) (Андреева и др., 2008).

Впервые исследовал и описал «Липовую рощу» профессор Томского университета П.Н. Крылов в 1881 г. в работе «Липа на предгорьях Кузнецкого Алатау». Тогда же им было высказано предположение, что липовая роща является остатком теплолюбивых широколиственных лесов третичного периода.

Современные исследования Л.Н. Савиной с использованием спорово-пыльцевого анализа показали, что участие липы в древостое прослеживается на протяжении ближайших 1500 лет, при этом на достаточно широком ареале, охватывавшем всю Южную Сибирь (Амелин, Бляхарчук, 2016).

Таблица 1. Линейные тренды среднегодовой температуры воздуха за период 1955–2018 гг.

Метеостанция	Высота н.у.м., м	Расстояние от ООПТ, км	Оценки по тренду		Уравнение тренда
			Δ°/100 лет	R², %	
Барнаул	183	251	2,79	51,2	$y = 0,0279x + 1,4042$
Бийск-Зональная	222	175	3,32	58,3	$y = 0,0332x + 1,1364$
Кемерово	148	225	3,18	46,2	$y = 0,0318x - 0,0778$
Кузедеево	293	9	3,36	62,2	$y = 0,0336x + 0,615$
Кызыл-Озёк	324	182	3,81	69,4	$y = 0,0381x + 1,1988$
Неожиданный	527	116	3,18	64,3	$y = 0,0318x - 1,5266$
Яйлю	482	174	2,71	59,8	$y = 0,0271x + 3,1149$

Таблица 2. Линейные тренды годовой суммы осадков за период 1966-2018 гг.

Метеостанция	Высота н.у.м., м	Расстояние от ООПТ, км	Оценки по тренду		Уравнение тренда
			Δ мм/100 лет	R^2 , %	
Барнаул	183	251	49,67	4,8	$y = 0,4967x + 437,6$
Бийск-Зональная	222	175	-57,41	4,3	$y = -0,5741x + 566,26$
Кемерово	148	225	251,21	81,1	$y = 2,5121x + 429,06$
Кузедеево	293	9	254,25	50,7	$y = 2,5425x + 626,29$
Кызыл-Озёк	324	182	-138,14	24,4	$y = -1,3814x + 779,4$
Неожиданный	527	116	126,78	23,4	$y = 1,2678x + 841,47$
Яйлю	482	174	-19,61	0,5	$y = -0,1961x + 896,67$

По данным ближайших к ООПТ метеостанций автором проведен анализ изменчивости среднегодовых температур (табл. 1) и годовой суммы осадков (табл. 2). Одна из метеостанций находится в непосредственной близости от памятника природы – в с. Кузедеево.

Полученные результаты в целом соотносятся с данными Оценочного доклада Всемирного фонда дикой природы по воздействию на экосистемы российской части Алтае-Саянского экорегиона (Изменение климата ..., 2011), и свидетельствуют об увеличении годовой температуры воздуха со средней скоростью $0,33^\circ\text{C}/10$ лет (рис. 1) и годового количества осадков на $25 \text{ мм}/10$ лет (рис. 2). При этом, темпы прироста среднегодовой температуры в районе «Липовой рощи» немного выше средних темпов прироста температуры по окружающему региону, а темпы прироста годовой суммы осадков – наибольшие.

В то же время, согласно так называемому «жесткому сценарию», возможно сокращение ареалов темнохвойных лесов из кедра и пихты в некоторых райо-

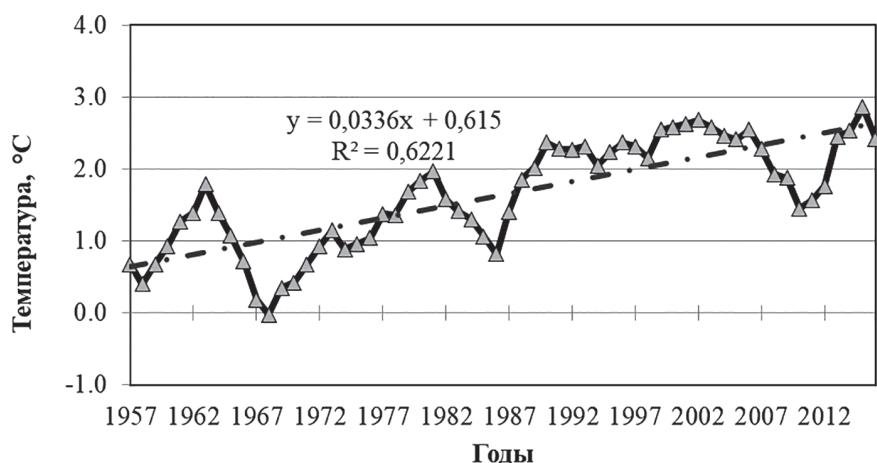


Рис. 1. Среднегодовая температура воздуха по метеостанции «Кузедеево», 1955–2018 гг.: пятилетнее скользящее среднее и линейный тренд.

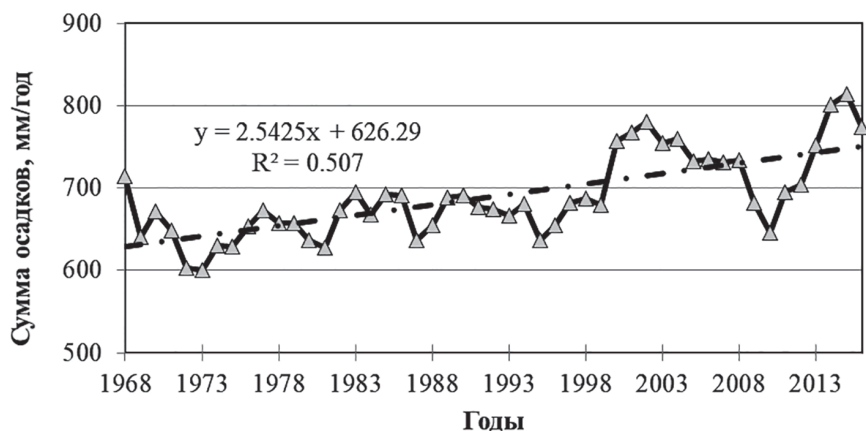


Рис. 2. Годовая сумма количества осадков по метеостанции «Кузедеево», 1966–2018 гг.: пятилетнее скользящее среднее и линейный тренд.

нах Алтае-Саянского экорегиона с прогнозируемым уменьшением осадков (в основном – в юго-западной части региона). На этом фоне тенденция прироста годовой суммы осадков в районе «Липовой рощи» рассматривается как благоприятствующий фактор для распространения липы сибирской на сопредельные памятнику природы территории.

Изменение климата оказывает влияние на все элементы биологического разнообразия, проявляясь в следующем: смещение в распространении видов; изменения во времени событий биологического цикла; увеличение популяций одних конкурирующих видов по отношению к другим; распространение несвойственных для данной территории растений и животных и пр. (Национальное сообщение, 2013).

Примечательно, что современное глобальное изменение климата способствует созданию условий для формирования и распространения в Алтае-Саянском экорегионе хвойно-широколиственных лесов с формациями липы сибирской, в сочетании с хвойными лесообразующими породами региона – кедр сибирский *Pinus sibirica* Du Tour, пихта сибирская *Abies sibirica* Ledeb., сосна обыкновенная *Pinus sylvestris* L., лиственница сибирская *Larix sibirica* Ledeb. (Сергиенко, Константинов, 2016). Также, вслед за липой сибирской, возможно расширение ареала и других реликтов третичного периода.

В частности, возможно распространение липы сибирской на территории соседних ООПТ, непосредственно прилегающие к известному ныне ареалу. На юго-востоке ареала это северная часть Шорского национального парка, расположенная в среднем бассейне реки Мрассу. На северо-востоке ареала – государственный природный зоологический заказник «Бельсинский» на правом берегу верхней Томи.

Наблюдения, проведенные автором в 2018–2019 гг., показывают количественное преобладание разновозрастного подроста липы сибирской над средневозрастными особями на территории памятника природы «Липовая роща»,

а также появление отдельных единичных насаждений далеко за его пределами.

Однако в настоящий период времени под влиянием хозяйственной деятельности ареал липы сибирской сокращается, а ее место занимают мелколиственные породы – береза и осина (Амелин, Бляхарчук, 2016). Антропогенное воздействие является существенным лимитирующим фактором: вдоль северной границы «Липовой рощи» ведется открытая добыча каменного угля (Осинниковский разрез), южная часть находится под воздействием выбросов Мундыбашской обогатительной фабрики, с северо-запада через русло реки Большой Теш с «Липовой рощей» граничат дачные участки; на всей территории периодически ведутся несанкционированные сбор черемши (колбы), заготовка кедрового ореха, хозяйственные рубки пихты и осины. Буферная зона фактически отсутствует (Андреева и др., 2008).

Актуальным стоит вопрос поиска путей сохранения формации липы сибирской как основы формирования хвойно-широколиственных лесов будущего в Алтае-Саянском экорегионе. Требуются дополнительные усилия научного сообщества и общественности для сокращения и предотвращения антропогенного воздействия в целях сохранения уникальной экосистемы ООПТ «Липовая роща». Необходим систематический экологический мониторинг территории памятника природы.

Список литературы

- Амелин И.И., Бляхарчук Т.А. 2016. Распространение липы сибирской в Кемеровской области. – Вестник Томского государственного университета: Биология, № 2, с. 30-52.
- Андреева О.С., Евтушик Н.Г., Тивяков С.Д. 2008. Особо охраняемые природные территории Кемеровской области в системе ООПТ России. – Новокузнецк, РИО КузГПА, 100 с.
- Изменение климата и его воздействие на экосистемы, население и хозяйство российской части Алтае-Саянского экорегиона: оценочный доклад. 2011. /Под ред. А.О. Кокорина. – М., Всемирный фонд дикой природы (WWF) России, 169 с.
- Кадастровый отчет по ООПТ «Памятник природы федерального значения «Липовая роща (Липовый остров)». – Электронный ресурс. URL: <http://oopt.aari.ru/oopt/Кузедеевский> (дата обращения 22 апреля 2018).
- Национальное Сообщение Республики Казахстан к Рамочной конвенции ООН об изменении климата (РКИК ООН). 2013. – Астана, 274 с.
- Положий А.В., Крапивкина Э.Д. 1985. Реликты третичных широколиственных лесов во флоре Сибири. – Томск, Издательство Томского университета, 158 с.
- Сергиенко В.Г., Константинов А.В. 2016. Прогноз влияния изменения климата на разнообразие природных экосистем и видов флористических и фаунистических комплексов биоты России. – Труды Санкт-Петербургского НИИ лесного хозяйства, № 2, с. 29-44.

SIBERIAN LINDEN DISTRIBUTION IN SPECIALLY PROTECTED NATURAL AREAS OF KEMEROVO REGION

A.V. Kobzev

*Shoria national park, 8'A' Sadovaya St., Tashtagol, Kemerovo region, 652990, Russia; kobzev-av@mail.ru
Institute of water and environmental problems SB RAS, 1 Molodezhnaya St., Barnaul, Altay region,
656038, Russia*

Abstract. The paper presents current trends in climate change within the territory of the Federal nature monument «Linden grove» and the surrounding microregion. Research shows the formation of favorable climatic conditions for the possible expansion of the area of coniferous and broad-leaved forests with a complex of tertiary relics in southern Siberia.

Keywords. Siberian Linden, climate change, habitat, relic, natural monument.

ЭКОЛОГО-ТАКСОНОМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОЗЕРНОГО ЗООПЛАНКТОНА В РАЗЛИЧНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ РАЙОНАХ

А.Е. Кухта^{1,2}, Е.Н. Попова¹

¹Институт географии РАН, Россия, 119017, Москва, Старомонетный пер., 29, ep_porova@mail.ru

²Институт глобального климата и экологии имени академика Ю.А. Израэля,
Россия, 107258, Москва, ул. Глебовская, 20Б, anna_koukhtha@mail.ru

Аннотация. Проведены исследования эколого-таксономического состава зоопланктона в четырех озерах особо охраняемых природных территорий, относящихся к различным природно-климатическим районам на территории Евразии: Севан (Армения, природный национальный парк «Севан»), Телецкое (Алтай, Алтайский заповедник), Тайменье и Налимье (Алтай, Катунский биосферный заповедник). Исследования выполнены стандартными эколого-зоологическими методами. В результате определения таксономического состава и экологического статуса сообществ зоопланктона данных озер выявлены различия, связанные, в том числе и с климатическими особенностями исследованных регионов.

Ключевые слова. Озерный зоопланктон, климат, биоиндикация, ООПТ.

Климатические параметры среды обитания – это наиболее мощные естественные факторы окружающей среды, определяющие состояние любой экосистемы и отдельных ее компонентов, включая различные популяционные и видовые комбинации. В свою очередь, показатели биоты в природных условиях (численные, таксономические, структурные) служат характеристикой среды их обитания. Эта способность живых организмов стала основанием для возникновения особого раздела биологии – биоиндикации, которая является наиболее удобным и оперативным способом оценки качества и состояния окружающей среды и осуществляется с использованием различных параметров биоты. Методы биоиндикации основываются преимущественно на двух принципах: регистрации находок характерных (показательных, или репрезентативных) организмов и анализе видовой структуры биоценозов.

Целью настоящей работы стало исследование таксономического состава зоопланктона четырех озерных биоценозов, относящихся к различным особо охраняемым природным территориям (ООПТ) и расположенным в разных климатических районах Евразии: озер Севан (Республика Армения, природный национальный парк «Севан»), Телецкое (Республика Алтай, Алтайский заповедник), Тайменье и Налимье (Республика Алтай, Катунский биосферный заповедник).

Для выявления трендов состояния исследуемых экосистем нами были рассмотрены опубликованные ранее работы, посвященные качественному и количественному составу зоопланктона исследуемых озер. Следует отметить, что наиболее изученным с точки зрения гидробиологии является оз. Севан. С нача-

ла XX века и вплоть до современной эпохи периодически проводилась инвентаризация видового состава его гидробионтов, в том числе зоопланктона. Кроме того, определялся и статус сапробности (степени загрязнения воды органическими веществами) водоёма (Крылов и др., 2007; Мешкова, 1953; Симонян, 1991; Экология озера Севан..., 2010).

В работе (Экология озера Севан..., 2010) представлена история изучения зоопланктона озера. Показано, что начало исследований было положено в период создания Севанской гидробиологической станции АН Армении в 1930 г. В начальный период исследований водоём характеризовался как олиготрофный. После распада СССР интенсивные гидробиологические работы на биостанции практически прекратились. Между тем, именно в указанную эпоху происходили значимые изменения экологического состояния экосистем озера. Так, было зафиксировано исчезновения ряда обычных для экосистем Севана видов зоопланктона и отмечено обитание новых, в том числе ветвистоусых и коловраток, что свидетельствует о существенных сдвигах ряда характеристик среды обитания в водоёме.

Совместные российско-армянские исследования зоопланктона оз. Севан в 2005, 2006, 2008, 2009 гг. (Экология озера Севан..., 2010) были призваны восполнить накопившийся недостаток знаний в данной области. Было зафиксировано возрастание разнообразия коловраток, в числе которых отмечены и индикаторы эвтрофных вод (представители рода *Brachionus*), а также ветвистоусых ракообразных, что подтверждает возрастание органической нагрузки на экосистемы. Выявлена смена доминанта с *Daphnia longispina* на *Diaphanosoma brachyurum*, отмечено увеличение коэффициента трофности.

В 1947–1969 и 1972–1985 гг. водоем характеризовался как эвтрофный, причем в начальный период он был на нижней границе значений, характерных для эвтрофных вод, а позже – на верхней. При этом в 2005–2009 гг. величина коэффициента соответствовала уже гипертрофным водам (Экология озера Севан..., 2010). Основной причиной исчезновения ряда видов и появления новых является эвтрофирование водоёма, а также переброска в озеро части стока р. Арпа (Крылов и др., 2007; Экология озера Севан..., 2010).

Зоопланктону озера Телецкое посвящено меньше работ (Бурмистрова, 2005; Гундризер и др., 1981; Зуйкова, 1998). В основном данные исследования представляют собой результаты учетов качественного и количественного состава основных групп зоопланктона. По данным О.С. Бурмистровой (2005), изучение зоопланктона Телецкого озера начато Г.О. Сарсом в 1901 г., продолжено Е.С. Неизвестновой-Жадиной в 1925 г., В.М. Рыловым с 1928 по 1931 года, а также сотрудниками Томского университета в 1936 г. (Гундризер и др., 1981). Видовой состав зоопланктона озера за период с 1989 по 1992 г. описан в работе (Зуйкова, 1998). Согласно статье (Бурмистрова, 2005), в данной экологической группировке Телецкого озера в 2002 г. выявлено 63 вида. Исследования зоопланктона зарослей макрофитов Телецкого озера пополнило общий список зоопланктона озера на 22 вида. Начиная с 1901 г. отмечено доминирование по количеству *Bosmina obtusirostris*, *Arctodiaptomus bacilifer*, *Cyclops abyssorum* и *Cyclops strenuus*.

Следует отметить, что исследований, посвященных экосистемам озер Налимье и Тайменье, в научной литературе обнаружить не удалось. Отсутствуют опубликованные данные и по степени сапробности воды озер Телецкое, Тайменье, Налимье.

Обследования экосистем озёр Севан, Телецкое, Налимье и Тайменье проводилось летом 2018 г. по стандартной методике, официально принятой в Федеральной службе России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет) (Руководство., 1992). В соответствии с данной методикой были отобраны пробы для определения видового состава, доминантного комплекса и численности зоопланктона указанных водоёмов. На озере Телецкое было отобрано 40 проб, на озере Тайменье – 2 пробы, на озере Налимье – 1 проба; на озере Севан – 33 пробы (всего 74 пробы). Пробоотбор в соответствии с (Руководство., 1992) осуществлялся с помощью качественной сети Апштейна (газ № 77). Пробы фиксировались 4%-ным формалином, концентрировались и этикетировались. Затем материал был доставлен в ИГ РАН, где проводилась камеральная обработка материала. Идентификация организмов зоопланктона до вида осуществлялась по определителям (Кутикова, 1970; Мануйлова, 1964; Определитель пресноводных беспозвоночных., 1977).

Для определения различий состояния зоопланктона разных климатических районов исследования были определены следующие биотические параметры: видовой состав, индикаторная значимость организмов по методу Пантле и Бука (Sladecsek, 1973) с учетом ее региональных величин (Ермолаева, Двуреченская, 2013; Чертопруд, Чертопруд, 2011) а также частота встречаемости в баллах в соответствии с таблицей соотношения значений относительного обилия и частоты встречаемости организмов, представленной в (Руководство., 1992). В настоящей работе для определения частоты встречаемости использовалась средняя численность организмов в пробах по каждому из исследованных водоемов.

Обследованные озерные биоценозы принадлежали к следующим климатическим районам: озеро Севан – к Закавказской климатической области субтропического пояса, озера Телецкое и Тайменье – к климатической области Горного Алтая и Саян умеренного пояса, а озеро Налимье к континентальной западносибирской (недалеко от границы с восточносибирской) климатической области умеренного пояса (по классификации Б.П. Алисова, 1956).

В таксономическом составе зоопланктона исследуемых озерных биоценозов выявлены следующие особенности. Из представителей подкласса Copepoda в составе зоопланктона озер Телецкое, Налимье, Тайменье отмечены многочисленные организмы на науплиальных стадиях, не подходящие для определения их таксономического положения. В сообществе зоопланктона оз. Севан зафиксировано существенное доминирование групп Cladocera и Rotatoria по численности над видами подкласса Copepoda. Таким образом, биоиндикация состояния рассматриваемых водоемов проводилась по видам, относящимся к отряду Cladocera и типу Rotatoria.

Полученные в результате анализа состава зоопланктона оз. Севан данные подтверждают результаты исследований, проведенных на водоеме ранее (Крылов и др., 2007; Мешкова, 1953; Симонян, 1991; Экология озера Севан., 2010).

Отмечено доминирование по численности *Brachionus calyciflorus*, являющегося β -мезосапробом. Кроме того, отмечены β -мезосапробы *Asplanchna priodonta* и *Daphnia hyalina*. Субдоминант *Diaphanosoma brachyurum* (*Cladocera*) на территории Армении был отмечен уже в первой половине прошлого века (Бенинг, 1941), но никогда не регистрировался в Севане. Однако по данным (Экология озера Севан., 2010) указанный вид был зарегистрирован в составе зоопланктона озера. *D. brachyurum*, как и коловратка *Keratella quadrata*, относится к эвритрофным формам (Кудерина и др., 2019а; Кудерина и др., 2019б).

В сообществе зоопланктона озера Телецкое доминируют коловратки *A. priodonta* и *Keratella cochlearis*. Первый вид является β -мезосапробом, второй относится к эвритрофным формам. Кроме того, здесь обитают β -мезосапробы *Bosmina longirostris* и *Chydorus sphaericus*, а также эврибионт *Scapholeberis mucronata* (Кудерина и др., 2019а; Кудерина и др., 2019б).

Озеро Таймень характеризуется бедным видовым составом зоопланктона, в составе которого зарегистрировано два вида коловраток – *Euchlanis dilatata* и *A. priodonta*. Первый эврибионтен и эвритрофен, второй является β -мезосапробом (Кудерина и др., 2019а; Кудерина и др., 2019б).

В составе зоопланктона озера Налимье отмечены β -мезосапробы *A. priodonta*, *Simocephalus vetulus* и *B. longirostris*, здесь же обитает эвритрофный вид *K. cochlearis*. В зоопланктоне данного озера также зарегистрирован рачок *Leptodora kindtii*, относящийся к категории олигосапробов. Олигосапробный вид, зарегистрированный в β -мезосапробном комплексе, может быть реликтом олигосапробной фауны, оставшемся после смены видового состава, вызванного увеличением содержания органических соединений в среде обитания (Кудерина и др., 2019а; Кудерина и др., 2019б).

Таким образом, по результатам анализа проб из четырех обследованных озёр, относящимся к различным природно-климатическим зонам Евразии, выявлены различия в видовом составе и экологической структуре их популяций, связанным, в том числе, и с климатическими особенностями районов исследования.

Работа выполнена в рамках темы ФНИ гос. задания гос. академий наук № 0148-2019-0009, АААА-А19-119022190173-2: «Изменения климата и их последствия для окружающей среды и жизнедеятельности населения на территории России», экспедиционные работы проведены при поддержке гранта РФФИ № 18-55-05015 «Разработка дистанционного метода оценки экологического состояния горных озёр с использованием данных сверхвысокого разрешения».

Список литературы

- Алисов Б.П. 1956. Климат СССР. – М., Изд-во. Моск. ун-та, 128 с.
- Бенинг А.Л. 1941. Кладоцера Кавказа. – Тбилиси, Грузмедгиз, 384 с.
- Бурмистрова О.С. 2005. Таксономическое разнообразие зоопланктона Телецкого озера в 2002 году. – В сб.: Труды заповедника «Тигирецкий». Вып. 1, с. 276-279.
- Гундризер А.Н., Иоганзен Б.Г., Кафанова В.В., Кривошеков Г.М. 1981. Рыбы Телецкого озера. – Новосибирск, 160 с.
- Зуйкова Е.И. 1998. Видовая структура и горизонтальное распределение зоопланктона Телецкого озера. – Сибирский экологический журнал, № 5, с. 467-476.

- Ермолаева Н.И., Двуреченская С.Я. 2013. Региональные индексы индикаторной значимости зоопланктонных организмов в водоемах юга западной Сибири. – *Экология*, № 6, с. 476-480.
- Крылов А.В., Акопян С.А., Никогосян А.А. 2007. Современный видовой состав зоопланктона озера Севан в осенний период. – *Биология внутренних вод*, № 4, с. 48-54
- Мешкова Т.М. 1953. Зоопланктон озера Севан. – *Тр. СГБС*, т. 13, с. 6-171.
- Кудерина Т.М., Суслова С.Б., Грабенко Е.А. и др. 2019а. Экологическое состояние Телецкого озера при современных изменениях окружающей среды. – В сб.: *Полевые исследования в Алтайском биосферном заповеднике*. Вып. 1 / под ред. Т.А. Акимовой. – ФГБУ Алтайский государственный заповедник, Горно-Алтайск, с. 86-91.
- Кудерина Т.М., Яшина Т.В., Суслова С.Б. и др. 2019б. Гидрогеохимические исследования в трансграничном биосферном резервате Большой Алтай. – В сб.: *Трансграничные регионы в условиях глобальных изменений: современные вызовы и перспективы развития*. Мат-лы Междунар.научно-практ. конф., посвященной 70-летию Горно-Алтайского гос. ун-та и 55-летию Алтайского респ. отделения Русское географическое общество. – Горно-Алтайский государственный университет, Горно-Алтайск, с. 264-274.
- Кутикова Л.А. 1970. Коловратки Rotatoria фауны СССР. – М.; Л.; Наука.
- Мануйлова Е.Ф. 1964. Ветвистоусые рачки Cladocera фауны СССР. – М.; Л.; Наука.
- Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР (планктон и бентос). 1977. – Л.: Гидрометеиздат.
- Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем. 1992. /Под ред. д-ра биол. наук В.А. Абакумова. – Санкт-Петербург, Гидрометеиздат, 318 с.
- Симонян А.А. 1991. Зоопланктон озера Севан. – Ереван, Изд-во АН Армении, 299 с.
- Чертопруд М.В., Чертопруд Е.С. 2011. Краткий определитель беспозвоночных пресных вод центра Европейской части России. – М., Товарищество научных изданий КМК, 219 с.
- Экология озера Севан в период повышения его уровня. 2010. Результаты исследований Российско-Армянской биологической экспедиции по гидроэкологическому обследованию озера Севан (Армения) (2005-2009 гг.). – Махачкала, Наука ДНЦ, 348 с.
- Sladeczek V. 1973. System of water quality from the biological point of view. – *Arch. Hydrobiol. Ergeb. Limnol.*, N 7, 218 p.

ECOLOGY-TAXONOMIC CHARACTERISTICS OF LAKE ZOOPLANKTON OF VARIOUS CLIMATIC REGIONS

A.E. Kukhta^{1,2}, E.N. Popova¹

¹ Institute of Geography, Russian Academy of Sciences, 29 Staromonetny per., Moscow, 119017, Russia, en_popova@mail.ru

² Yu.A. Israel Institute of Global Climate and Ecology, 20B Glebovskaya st., Moscow, 107258, Russia, anna_koukhta@mail.ru

Abstract. In order to identify the influence of climatic parameters on lake zooplankton, studies of its composition were carried out in four lakes of various climatic regions in Eurasia: Sevan lakes (Republic of Armenia, Sevan Natural National Park), Teletskoye (Altai Republic, Altai Nature Reserve), Taimenje and Nalimye (Altai Republic, Katun Biosphere Reserve). The studies were carried out by standard ecological and zoological methods. As a result of determining the taxonomic composition and ecological status of individual representatives of the zooplankton of these lakes, differences have been identified associated, including with the climatic features of the studied regions.

Keywords. Lake zooplankton, climate, bioindication, protected areas.

ВЕДЕНИЕ КАЛЕНДАРЯ ПРИРОДЫ В ЛАПЛАНДСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ ЗАПОВЕДНИКЕ

Н.В. Зануздаева, М.Е. Каримова

*Лапландский государственный заповедник, Россия, 184506, Мурманская область,
г. Мончегорск, пер. Зеленый, д. 8; natazan@yandex.ru; karimova@laplandzap.ru*

Аннотация. Приведен Календарь природы Лапландского государственного заповедника за период 1930–2020 гг. На основании многолетних рядов наблюдений можно выделить средние, рекордно ранние и рекордно поздние сроки наступления фенологических явлений, а также границы и продолжительность сезонов года.

Ключевые слова. Календарь природы, Лапландский заповедник, фенологические наблюдения, экологический мониторинг

Лапландский заповедник расположен в западной части Мурманской области в северной таежной зоне. Общая площадь заповедника – 278 435 га. Создан 17 января 1930 года, 15 февраля 1985 года решением ЮНЕСКО Лапландский заповедник включён во Всемирную сеть биосферных резерватов. В 2020 году заповедник отметил 90-летний юбилей.

С момента создания в заповеднике ведется экологический мониторинг, включающий фиксацию природных процессов и явлений. Мониторинг ведется круглогодично на постоянных фенологических маршрутах. Собираемые и анализируемые данные позволяют делать выводы о трендах в природных процессах и явлениях в текущий момент и в предыдущие периоды и дают представление о климатических изменениях и их влиянии на экосистемы исследуемой территории. Наблюдения включают 216 явлений и ведутся в районе Чунозерской усадьбы в южной части заповедника (67°39 с.ш. и 32°38' в.д.) с учетом методических рекомендаций, приведенных в сборнике «Летопись природы в заповедниках СССР» Филонова К.П. и Нухимовской Ю.Д. (Филонов, Нухимовская, 1990). За 90 лет работы в заповеднике сформирован богатейший архив научных материалов, длинные ряды публиковались (Семенов-Тянь-Шанский, Аблаева, 1983; Берлина, Зануздаева, 2015). Продолжительность регистрации большинства фенологических явлений, которые ежегодно формируются в Календарь природы, превышает 70 лет, при этом некоторые фенологические наблюдения ведутся с 1930 года. В таблице 1 отображены некоторые фенологические явления Лапландского заповедника для каждого сезона.

Бесснежный период в лесной части заповедника длится в среднем 160 дней, в горно-тундровой части – 132 дня. Среднемноголетняя температура января -12,40 °С, среднемноголетняя температура июля +14 °С, среднемноголетняя температура теплого сезона (май-сентябрь) – +9,5 °С. Средняя годовая температура за год составляет -0,1 °С за период 1936–2019 гг.

Таблица 1. Календарь природы Лапландского заповедника (1930–2019 гг.)

Основные сезонные процессы, температурная характеристика	Дата			Число лет наблю- дений
	Средняя много- летняя	Самая ранняя	Самая поздняя	
<u>Предвесенье</u>				
Снежный покров, радиационные оттепели, начало оживления птиц				
Прилет щура	3.03	16.02 (2016)	3.04 (2018)	75
Глухарь чертит снег крыльями	16.03	8.02 (1991)	14.04 (1944)	75
Прилет пуночки	31.03	23.02 (2013)	18.04 (1945)	84
Весна				
<u>Первовесенье</u>				
Снежный покров с проталинами, постоянные оттепели, снеготаяние, оживление птиц				
Переход max t >0 °С	4.04	25.02(2015)	25.04 (1992)	30
Прилёт лебедя-кликуна	11.04	24.02 (2012)	1.05 (2009)	81
Первое токование тетерева	15.04	6.03 (1993)	10.05 (1935)	81
Проталины у стволов деревьев	18.04	2.03 (1948)	8.05 (1952)	79
Начало токования глухаря	17.04	28.02 (1991)	15.05 (1963)	74
Выход медведя из берлоги	18.04	30.03 (1974)	13.05 (1942)	80
Появление «барашков» на козьей иве	27.04	8.03 (1941)	24.05 (1995)	70
Прилёт зимняка	27.04	1.03 (2003)	23.05 (1933)	64
Прилёт гуся-гуменника	29.04	3.04 (2009)	16.05 (1945)	79
Прилет кряквы	2.05	2.04 (2013)	21.05 (1935)	72
Прилёт белой трясогузки	3.05	22.04 (1930)	18.05 (1935)	83
Прилёт юрка	8.05	20.04 (1965)	22.05 (1933)	76
Прилёт горихвостки	12.05	1.05 (1993, 2016)	29.05 (1935)	74
<u>Пестрая весна</u>				
Вскрытие водоемов, пробуждение насекомых и млекопитающих, прилет птиц				
Начало цветения серой ольхи	13.05	22.04 (1937)	3.06 (1935)	78
Вскрытие реки Верхняя Чуна	15.05	1.05 (1959, 1960)	29.05 (1971)	53
Образование заберегов на озерах	18.05	2.05 (1960)	6.06 (2017)	78
Последний снежный покров в лесу	20.05	21.04 (1960)	3.06 (1978)	83
Прилёт свиязи	19.05	5.05 (1948)	8.06 (1996)	66
Зацветание пушицы влагалищной	22.05	1.05 (1960)	8.06 (2017)	75
Начало цветения вороники	22.05	6.05 (1960)	8.06 (2017)	79
Появление шмелей	21.05	3.05 (2006)	12.06 (1932)	81

Прилёт пеночки-веснички	22.05	9.05 (1989, 2015)	6.06 (2017)	73
Прилет желтой трясогузки	23.05	2.05 (2006)	6.06 (1998)	67
Начало цветения козьей ивы	24.05	5.05 (2016)	12.06 (1958)	74
Появление ящерицы живородящей	27.05	5.05 (1935, 1940)	24.06 (2008)	65
Начало цветения мать-и-мачехи	24.05	1.05 (1931)	13.06 (1961)	67
Первое кукование кукушки	26.05	17.05 (1949)	11.06 (1941)	82
Прилёт полярной крачки	26.05	28.04 (1973)	9.06 (2008)	81
Зацветание волчьего лыка	25.05	6.05 (2006)	9.06 (1977, 1985)	65
Последнее выпадение снега	26.05	26.04 (2016)	21.06 (1977)	81
Исчезновение снежных пятен в лесу	30.05	8.05 (1937)	17.06 (1941)	76
<u>Зелёная весна</u> Яркая молодая зелень, начало прогрева почвы, распускание почек, начало роста побегов, развертывание листы				
Прилёт серой мухоловки	29.05	15.05 (1981)	13.06 (1951)	55
Вскрытие Чунозера	30.05	16.05 (2016)	17.06 (1941)	79
Зацветание арктоуса альпийского	31.05	15.05 (1960)	20.06 (1962)	72
Зацветание кассандры	1.06	16.05 (1963)	15.06 (1993, 1998)	67
Начало зеленения березы	2.06	15.05 (1959)	18.06 (1982)	82
Очищение Чунозера ото льда	4.06	20.05 (2016)	20.06 (1941, 1968)	80
Появление строчков	4.06	10.05 (2016)	1.07 (1971)	59
Зацветание березы пушистой	7.06	21.05 (2010)	24.06 (1996)	70
Зацветание калужницы	10.06	24.05 (1937, 1963)	30.06 (1949)	71
Начало цветения морошки	11.06	24.05 (1963)	25.06 (2017)	83
Начало цветения черники	11.06	23.05 (2016)	27.06 (1982)	81
<u>Предлетье</u> Цветущий, с густой зеленью. Разгар цветения растений, разгар пения птиц				
Зацветание фиалки болотной	12.06	22.05 (1963)	27.06 (1958)	77
Переход суточных $t > 10^{\circ}\text{C}$	20.06	28.05 (2013)	18.07 (2019)	30
Зацветание подбела многолистного	17.06	28.05 (1963)	28.06 (2017)	79
Зацветание жирянки альпийской	17.06	30.05 (1960)	2.07 (1935)	78
Начало роста хвои у ели	16.06	28.05 (1963)	1.07 (1982)	73
Зацветание филлодоце в тундре	18.06	26.05 (1963)	3.07 (1949)	77
Начало цветения купальницы	20.06	5.06 (1937)	3.07 (1945)	79
Массовый вылет комаров	19.06	1.06 (1948)	6.07 (1997)	80
Зацветание седмичника	20.06	31.05 (1984)	6.07 (1945)	78
Начало цветения (пыления) ели	20.06	1.06 (2016)	9.07 (1945)	64
Начало цветения багульника	21.06	31.05 (1984)	4.07 (1982, 1996)	81
Начало цветения голубики	22.06	3.06 (1984)	6.07 (1996)	77

Начало цветения черемухи	21.06	1.06 (2016)	7.07 (1945, 1969)	78
Первый выводок гоголя	24.06	12.06 (1983, 2011)	12.07 (1933)	77
Начало цветения лесной герани	25.06	6.06 (1984)	8.07 (1935)	78
Начало цветения шведского дерена	25.06	6.06 (1984, 2016)	9.07 (1996)	78
Первый выводок глухаря	27.06	17.06 (1940)	13.07 (2017)	64
Начало цветения брусники	27.06	6.06 (1984)	11.07 (1951, 1996)	79
Начало цветения вахты	25.06	2.06 (2016)	10.07 (1945, 1982, 1996)	75
Появление слепней	26.06	8.06 (1988)	21.07 (2008)	74
Начало цветения рябины	30.06	10.06 (1984)	16.07 (1976)	77
Первый выводок белой куропатки	1.07	20.06 (1937)	19.07 (1933)	67
Зацветание вероники дубравной	30.06	15.06 (1984)	16.07 (1971)	63
Лето				
Интенсивная густая зелень, начало фазы «зрелых листьев», цветение преобладает над плодоношением. Вскармливание птенцов				
Зацветание майника	3.07	20.06 (2002, 2013)	16.07 (1982)	75
Зацветание жирянки обыкновенной	2.07	16.06 (1936)	18.07 (1945)	76
Зацветание ятрышника пятнистого	4.07	20.06 (2013)	17.07 (1971, 1996)	78
Зацветание линнеи	4.07	16.06 (2013)	18.07 (1935)	79
Начало обсеменения ив	4.07	14.06 (2016)	28.07 (1982)	75
Зацветание тысячелистника	8.07	25.06 (2013, 2016)	26.07 (1951)	70
Зацветание золотой розги	13.07	26.06 (2013)	28.07 (1996)	80
Начало цветения иван-чая	14.07	28.06 (1936, 2013)	1.08 (1951)	79
Зацветание лабазника	24.07	7.07 (2013, 2016)	24.08 (1968)	79
Поспевание вороники	25.07	14.07 (1960, 1963)	11.08 (1996)	64
Начало поспевания морошки	27.07	12.07 (1937, 2016)	16.08 (1968)	82
Начало поспевания черники	30.07	13.07 (1937, 1960)	16.08 (1982)	82
Начало цветения вереска	30.07	13.07 (1937, 1959)	13.08 (1951, 1996)	79
Поспевание голубики	5.08	13.07 (1960)	22.08 (2015, 2017)	75
Осень				
<u>Первоосень</u>				
Желтеющая, увядающая листва. В конце этапа золотая осень.				
Первые «жёлтые флаги» на березах	9.08	16.07 (1960)	3.09 (1930)	81
Начало рассеивания семян иван-чая	20.08	28.07 (1960)	27.09 (1968)	75

Последняя встреча желтой трясогузки	21.08	6.08 (1982)	29.09 (1990)	60
Начало поспевания брусники	28.08	6.08 (1937)	20.09 (1996)	79
Начало общего пожелтения берез	30.08	16.08 (1950)	14.09 (1996)	79
Переход среднесуточных $t < 10\text{ }^{\circ}\text{C}$	3.09	9.08 (1992)	27.09 (2015)	30
Последняя встреча веснички	1.09	12.08 (1994)	27.09 (1996)	72
Первый снежный покров в горах	10.09	8.08 (1968)	11.10 (2010)	85
<u>Глубокая осень</u>				
Бурый, оголяющийся лес. Заморозки в воздухе и постоянные на почве				
Начало листопада у берез	8.09	20.08 (2013, 2019)	25.09 (1941)	81
Полное пожелтение берез	15.09	1.09 (1992)	23.09(1935, 1938, 1972, 1996, 2017)	84
Последняя встреча юрка	22.09	20.08 (2004)	15.10 (1982)	73
Первый снег в воздухе	26.09	1.09 (1937, 2003, 2008)	2.11 (1961)	76
Последняя встреча белой трясогузки	27.09	4.09 (2013)	30.10 (1972)	80
Окончание листопада у берёз	2.10	16.09 (1948)	13.10 (1985)	79
<u>Предзимье</u>				
Снежный покров неустойчивый, начало устойчивых морозов.				
Первый снежный покров в лесу	9.10	20.09 (1966,1968)	3.11 (1987)	85
Последняя встреча гоголя	14.10	21.09 (1945, 1976)	2.11 (2016)	76
Последняя встреча лебедя	19.10	19.09 (1977)	20.11 (1950)	72
Последняя встреча крохалей	20.10	25.09 (1975)	24.12 (2007)	75
Зима				
<u>Первозимье</u>				
Снежный покров				
Первая белая куропатка в зимнем наряде	20.10	28.09 (1983)	12.11 (1967)	75
Переход среднесуточных температур $< 0\text{ }^{\circ}\text{C}$	25.10	8.10(1992, 1993)	17.11.1989	30
Установление снежного покрова в лесу	27.10	2.10 (1978)	29.11 (1958)	85
<u>Глубокая зима</u>				
Снежный покров				
Окончательный ледостав на оз. Чуозеро	9.11	17.10 (1968, 1991)	15.12 (1938)	82

Средняя многолетняя дата наступления зимы в Лапландском заповеднике приходится на 25.10. Начало зимы отмечается с переходом среднесуточных температур ниже $0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Самое раннее ее начало отмечено 8.10.1992 и 8.10.1993 гг., а

самое позднее начало – 17.11.1989 г. Средняя продолжительность зимы 161 день. Весна начинается с устойчивым переходом максимальных температур воздуха выше 0°, в Лапландском заповеднике это происходит в среднем 4.04. Самое раннее начало весны отмечено 25.02.2015 г., а самое позднее 25.04 в 1992 г. Средняя продолжительность весны 76 дней. С переходом среднесуточной температуры воздуха выше +10 °С начинается лето. В Лапландском заповеднике самая ранняя дата наступления лета 28.05.2013 г., самая поздняя – 18.07.2019 г., 20.06 – средняя дата. Средняя продолжительность летнего периода – 76 дней. Начало осени отмечается с устойчивым переходом среднесуточных температур воздуха ниже 10 °С, средняя дата наступления осени 3.09. Самое раннее начало осени отмечено 9.08.1992 г., самое позднее – 27.09.2015 г. Средняя продолжительность осени около 50 дней. По данной периодизации на весну и лето приходится 21%, на осень – 14%, самый длительный зимний период составляет 44%.

Список литературы

- Берлина Н.Г., Зануздаева Н.В. 2015. Календарь природы Лапландского биосферного заповедника. – В сб.: Современное состояние фенологии и перспективы ее развития / ред. О.В. Янцер, Т.В. Ванюкова, Ю.Р. Иванова. – Екатеринбург, Урал. гос. пед. ун-т, с. 88-99.
- Берлина Н.Г., Зануздаева Н.В., Исаева Л.Г. 2018. Организация и проведение фенологических наблюдений в Лапландском заповеднике. – В сб.: Материалы I Международной фенологической школы-семинара в Центрально-лесном государственном природном биосферном заповеднике, 13-17 августа 2018 г., пос. Заповедный, Тверская область. «Летопись природы России: фенология». – Великие Луки, ООО «Великолукская типография», с. 18-25.
- Семенов-Тянь-Шанский О.И., Аблаева З.Х. 1983. Календарь природы Лапландского заповедника. – В сб.: Сезонная и многолетняя динамика растительного покрова в заповедниках РСФСР. – М., с. 44-58.
- Филонов К.П., Нухимовская Ю.Д. 1990. Летопись природы в заповедниках СССР. – М., Наука, 142 с.

PHENOLOGY DATA IN LAPLAND STATE RESERVE

N.V. Zanutdaeva, M.E. Karimova

Lapland State reserve, 8 Zelenyi pereulok, Monchegorsk, 184506, Russia; natazan@yandex.ru; karimova@laplandzap.ru

Abstract. Phenology data of the Lapland State reserve for the period 1930-2020 includes medium, the earliest and the latest dates for the phenological parameters, limits and length of the seasons.

Keywords. Phenology data, Lapland reserve, phenological parameters, ecological monitoring.

ИЗУЧЕНИЕ ФЕНОЛОГИИ РАСТЕНИЙ В РАЗНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ (НА ПРИМЕРЕ СРЕДНЕГО УРАЛА)

Ю.Р. Иванова, Н.В. Скок, А.М. Евдокимова

*Уральский государственный педагогический университет, Россия, 620017, Екатеринбург,
пр. Космонавтов, 26; miss.nocentra@list.ru*

Аннотация. В данной работе рассматриваются различные аспекты исследования фенологии природных комплексов методом комплексных фенологических показателей. Особое внимание уделяется методике анализа полученных результатов с учётом влияния отдельных факторов окружающей среды.

Ключевые слова. Фенология, природный комплекс, комплексные фенологические показатели, Средний Урал.

Существует множество методик изучения фитокомпонента природных комплексов, в том числе, фенологических. Горные районы требуют особенно тщательного изучения, так как они, как правило, отличаются особыми условиями, а также удалены и не доступны для частых наблюдений. Зачастую, методы разрабатываются и апробируются в одних условиях, а последователи в дальнейшем применяют их в других и получают не прогнозируемые результаты. Более 20 лет фенология геокомплексов Среднего Урала изучается, в основном, на основе зеленения или окрашивания березы интегральным описательным методом (Скок, 1990). В конце 90-х годов прошлого века был предложен новый фенологический метод комплексных фенологических показателей (КФП), который рекомендовался для сравнения фенологии фитокомпонента природных комплексов имеющих различный видовой состав (Терентьева, 2000). До 2010 года исследования с помощью метода КФП проводились, в основном, на небольших территориях.

В связи с этим, целью работы стало изучение применения метода (КФП) в природных комплексах с разными экологическими условиями на территории низкогорий Среднего Урала.

Для наблюдений выбрана южная часть горной полосы Среднего Урала – Коноваловский увал и прилегающая к нему с востока Ревдинская слабоувалистая депрессия (Гурьевских и др., 2016). К Коноваловскому увалу приурочена самая высокая точка вблизи г. Екатеринбурга – гора Шунут высотой 724 м. На вершине имеются скальные выступы высотой 40–50 м. Склоны горы несимметричны – восточный склон круче западного. По линии профиля произрастают южно-таежные темнохвойные леса со значительной долей мелколиственных пород на местах рубок, а в верхней части среднетаежные – с преобладанием ельников зеленомошных. Ревдинская слабоувалистая межгорная депрессия расположена между Коноваловско-Уфалейским хребтом и Ревдинским кряжем. Склоны де-

прессии также несимметричны – восточные круче западных. Долины рек слабо врезаны и часто заболочены. В связи с большой освоенностью территории, наряду с темнохвойными лесами выделяются большие участки березовых редколесий и лугов.

Профиль, длиной 12 км, проложен с запада на восток перпендикулярно простиранию хребтов. Фенологические площадки заложены во всех элементах рельефа по линии профиля: в разных частях склонов разных экспозиций, на междуречье и в поймах рек Ревда и Ик. Для того чтобы учесть все разнообразие местоположений в Ревдинской депрессии профиль проложен в ее центральной части через склоны и вершину горы Караульной. Таким образом, наблюдения проводятся на 17 площадках в различных условиях.

При первичной обработке полевых наблюдений исследователь получает набор коэффициентов – Kf_v и Kf_r , а так же ошибку ($\pm m$), характеризующую точность результатов (табл. 1).

На данном этапе логичным кажется, во-первых, вычислить средние значения коэффициентов по линии профиля и отклонения каждой конкретной площадки от этого показателя. Так, например, средний коэффициент генеративного процесса (Kf_r) для всех площадок на 25.05 равен $0,8 \pm 0,3$ балла. Попарно сравнивая коэффициенты можно прийти к выводу о запаздывании всей западной части профиля и площадок на скалах горы Шунут. Такое заключение полностью соответствует законам физической географии.

Тем не менее, данный вывод, вероятнее всего, окажется ошибочным. Во-первых, значения ошибок наблюдения для Kf_r настолько велики, что нивелируют разницу в большинстве случаев. Во-вторых, возможности метода КФП не ограничиваются только краткой фенологической характеристикой, как коэффициент. Для иллюстрации расширенного анализа рассмотрим суммированную фенологическую характеристику (СФХ) для площадок, имеющих равные Kf (рис. 1).

В первую очередь, необходимо обратить внимание на запаздывание видов, произрастающих на вершине г. Шунут – 4% находятся в состоянии зимнего покоя, тогда как на остальных площадках виды находятся, как минимум, в фазе



Рис. 1. СФХ вегетативного процесса на площадках с $Kf_v = 2,3 \pm 0,2$ балла 25.05.2018.

Таблица 1. Результаты наблюдений за фенологией геокомплексов методом КФП весной 2018 года

Район, экспозиция	Местоположение, высота (м)	Видовой состав, особенности	Вегетативный процесс		Генеративный процесс		Скорость изменения К _f (баллы в сутки)	
			25.05	06.06	25.05	06.06	V _n	V _r
			K _f ±m	K _f ±m	K _f ±m	K _f ±m		
Западный склон	Средняя часть (561)	Пихтовник мелкотравно-папоротниковый	2,6±0,1	2,8±0,1	0,8±0,3	1,1±0,4	0,02	0,03
		Ельник высокотравно-крупнопоротниковый	2,0±0,2	2,8±0,1	0,6±0,3	0,8±0,3	0,06	0,02
	Верхняя часть	Ельник высокотравный (630 м)	2,3±0,2	2,8±0,1	0,6±0,4	1,0±0,4	0,04	0,03
		Ельник высокотравный (685 м)	2,3±0,2	2,8±0,1	0,8±0,3	1,2±0,4	0,04	0,03
	Скалы (714)	Ельник зеленомошно-черничниковый	1,0±0,4	2,3±0,4	0,0±0,0	0,6±0,6	0,11	0,05
Вершина	Скалы (714)	Освещенная	0,7±0,3	2,5±0,2	0,1±0,1	0,3±0,2	0,13	0,02
		Не освещенная	1,4±0,3	2,2±0,3	0,1±0,1	0,2±0,2	0,07	0,01
	Вершина (675)	Высотравный луг	2,3±0,2	2,8±0,1	0,9±0,4	0,9±0,4	0,04	0,00
	Верхняя часть (630)	Осинник высокотравно-папоротниковый	2,5±0,2	2,8±0,2	1,4±0,5	1,5±0,6	0,03	0,01
	Средне-верхняя часть (560)	Пихтовник мелкотравный	2,3±0,2	3,0±0,1	1,1±0,5	1,5±0,5	0,06	0,03
Восточный склон	Средняя часть (493)	Ельник папоротниково-высокотравный	2,0±0,2	2,9±0,1	1,1±0,4	1,6±0,4	0,08	0,04
	Нижняя часть (394)	Ельник кисличниковый	2,5±0,2	2,9±0,1	0,8±0,4	1,1±0,5	0,03	0,03
		Ельник высокотравно-хвощевой	2,5±0,1	3,0±0,0	1,2±0,3	1,4±0,4	0,04	0,02
	Пойма р. Ик (360)	Ольшаник высокотравный	2,7±0,1	2,9±0,0	0,8±0,3	1,4±0,4	0,02	0,05
	Ельник кисличниково-мелкотравный	2,5±0,1	3,0±0,0	1,0±0,3	1,5±0,4	0,04	0,4	
Ревдинская депрессия Междуречье р. Ик и р. Ревды (357) Вершина г. Караульной (465) Пойма р. Ревды (362)	Ельник черничниковый	1,7±0,3	2,8±0,2	1,3±0,5	2,0±0,7	0,09	0,06	
	Ольшаник высокотравный	2,7±0,1	2,9±0,0	1,0±0,3	1,3±0,4	0,02	0,03	
	Среднее по профилю:		2,1±0,2	2,8±0,1	0,8±0,3	1,1±0,4	0,06	0,03

набухания почек. При этом, нельзя сказать, что площадка на вершине в целом запаздывает по отношению к остальным. Процент видов в фазах набухания и проклеивания почек не самый низкий среди площадок – в средней части западного склона на высоте 630 м на 11% видов больше находятся в этих фазах. Однозначный вывод можно сделать только в отношении площадки, расположенной в средней части восточного склона – там не зарегистрировано видов в состоянии зимнего покоя, меньше всего в фазах набухания и проклеивания почек и максимальный процент – 61 – находятся в фазе роста листа.

Объяснять полученные различия также необходимо с помощью сопряженного анализа всего множества факторов, влияющих на вегетативные и генеративные процессы природных комплексов. В нашем примере наибольшее продвижение СФХ наблюдается в средней наиболее теплой части подветренного склона г. Шунут. В результатах исследований прослеживается влияние высотного-поясного фактора на развитие растительности. Низкие показатели связаны с положением на максимальной высоте по профилю и открытости к западным холодным ветрам. В средних и верхних частях склонов хорошо наблюдается влияние экспозиционного фактора на рост растений. В нашем случае восточный склон круче и теплее наветренного западного, следовательно, процесс вегетации идет быстрее. Значительное влияние оказывает так же видовой состав геокомплекса – площадки западного склона расположены в ельниках высокотравных, что сильно влияет на фактор освещенности. На восточном же склоне, и без того более теплом, высокие коэффициенты и продвинувшиеся дальше СФХ связаны с большим количеством первоцветов на площадке и поздним облиствлением осины, что позволяет почве сильнее прогреться.

В ряде случаев, помимо коэффициентов вегетативного и генеративного процессов, а так же СФХ, для уточнения полученных различий и выявления динамики природных комплексов, можно провести повторное исследование площадок через несколько дней. Это позволит вычислить фенологическую скорость развития сообщества – V_v и V_r (табл. 1) (Иванова и др., 2017). В 2018 году наибольшая скорость развития вегетативного процесса наблюдалась на освещенной площадке у скал на вершине г. Шунут – 0,13 баллов в сутки. Минимальная же – 0,02 балла в сутки – в поймах рек Ик и Ревда в ольшаниках высокотравных.

Таким образом, при планировании исследования следует учитывать влияние высотного-поясного и барьерно-экспозиционного факторов, а также видовой состав изучаемых сообществ. Метод КФП, безусловно, позволяет выявить микроклиматические и экологические особенности небольших по площади геокомплексов. Однако, при исследовании больших территорий, оказывается крайне трудоемким и сложным для анализа.

Список литературы

- Гурьевских О.Ю., Капустин В.Г., Скок Н.В., Янцер О.В. 2016. Физикогеографическое районирование и ландшафты Свердловской области: монография / под редакцией Гурьевских О.Ю. – Екатеринбург, ФГБОУ ВО Урал. гос. пед. ун-т, 280 с.
- Иванова Ю.Р., Скок Н.В., Евдокимова А.М. 2017. Использование показателя фенологической скорости для характеристики весенней вегетации (на примере Среднего Урала). – В сб.: Современные исследования природных и социальноэкономических систем. Инновационные процессы и проблемы развития естественнонаучного образования. Материалы Международной научнопрактической конференции 24-25 ноября 2017г. / под ред. О.В. Янцер, Д.Н. Липухина, Ю.Р. Ивановой. – Екатеринбург, ФГБОУ ВО Урал. гос. пед. ун-т, с. 108-116.
- Скок Н.В. 1990. Весенние фенологические различия между ландшафтными районами южной части гор Среднего Урала. – В сб.: Физико-географические исследования на Урале: сборник научных трудов. – Свердловск, Свердл. гос. пед. институт, с. 45-56.
- Терентьева Е.Ю. 2000. Комплексные фенологические показатели фитоценозов и их использование при организации феномониторинга. – Автореф. дис.... канд. биол. наук. Екатеринбург, 222 с.

STUDY OF PLANT PHENOLOGY IN DIFFERENT ECOLOGICAL CONDITIONS (ON THE EXAMPLE OF THE MIDDLE URALS)

N.V. Skok, U.R. Ivanova, A.M. Evdokimova

*Ural State Pedagogical University, 26, Kosmonavtov ave., Yekaterinburg, 620017, Russia;
miss.nocentra@list.ru*

Abstract. The article deals with the various aspects of the study of the phenology of natural complexes by the method of complex phenological indicators. Special attention is paid to the methods for the analysis of the results, taking into account the influence of individual environmental factors.

Keywords. Phenology, natural complex, complex phenological indicators, Middle Urals.

СЕЗОННЫЙ РИТМ РАЗВИТИЯ ДРЕВЕСНЫХ ЛИАН ПРИ ИНТРОДУКЦИИ В ДЕНДРАРИИ БОТАНИЧЕСКОГО САДА МГУ

С.Ю. Казарова

МГУ им. М.В. Ломоносова, Биологический факультет, Ботанический сад,
Россия, 119234, Москва, Ленинские горы, д. 1, стр. 12; svetlana-kazarova@yandex.ru

Аннотация. Приведены обобщенные данные фенологических наблюдений за 25 видами древесных лиан в дендрарии Ботанического сада МГУ за 2009-2019 гг. Установлена зависимость между принадлежностью вида к фенологической группе по датам начала и окончания вегетации, зимостойкостью, сроками окончания роста побегов и степенью их одревеснения. Дана оценка степени связи фенологического развития интродуцированных лиан с уровнем их адаптационной способности в новых условиях произрастания.

Ключевые слова. Фенофаза, лианы, зимостойкость, вызревание побегов, вегетация, интродуцент.

Лианы являются своеобразной группой древесных растений, широко распространенной по всему миру, за исключением полярных и высокогорных областей. Они обладают декоративными, полезными, санитарно-гигиеническими качествами, широко используются в городском озеленении (Головач, 1999).

Фенологические наблюдения древесных лиан проводили в течение 10 лет (с 2009 по 2019 год) по методике, рекомендованной Советом ботанических садов (Методика фенологических..., 1975). Были использованы данные наблюдений 25 видов, относящихся к 11 родам и 8 семействам, по фенологическим фазам: набухание почек (начало вегетации), цветение, полное созревание плодов, окончание листопада (конец вегетации). Результаты обработаны математическими методами. Рассчитывались показатели: средняя арифметическая, стандартная ошибка средней арифметической (Зайцев, 1984). Оценка зимостойкости лиан осуществлялась по 7-бальной шкале ГБС (Плотникова и др., 1985). Изученные лианы распределены по группам в зависимости от сроков начала и окончания вегетации: до 10.04 – ранние (Р), 10.04–18.04 – средние (С) и поздние 18.04–28.04 (П). Растения, заканчивающие вегетацию (окончание листопада) до 05.10 (средняя многолетняя дата перехода среднесуточной температуры через 5 °С) отнесены к группе с ранним окончанием вегетации, 05.10–12.10 – к средним срокам, 12.10–28.10 – к поздним.

В таблице 1 приведены средние многолетние фенодаты, показатели зимостойкости в баллах и принадлежность к феногруппе.

Самые большие различия между таксонами наблюдались по фазе начала вегетации с наибольшей ошибкой среднего от 3 до 12 дней, что определялось значительным варьированием погодных условий по годам за 10-летний период. Набухание почек, соответствующее началу вегетации, происходило в период с 05.04 (*Celastrus scandens* L.) по 26. 04 (*Actinidia purpurea* Rehd.). В ранние

сроки (06.04–11.04) начинали вегетацию *Parthenocissus quinquefolia* (L.) Planch., *Lonicera peryclimenum* L., *Vitis amurensis* Rupr., *Vitis riparia* Michx. Позднее, в интервале с 22.04 по 25.04 вступили в вегетацию *Ampelopsis aconitifolia* Bge., *Celastrus strigillosus* Nakai, *Ampelopsis japonica* (Thunb.) Makino, *Schizandra chinensis* (Turcz.) Baill., *Vitis vulpina* L.

Исследования показали, что большая часть лиан в коллекции цветёт и плодоносит. Ранние сроки цветения (02.06–05.06 отмечались у *Vitis amurensis*, *Aristolochia durior* Hill., *Celastrus orbiculata* Thunb. В более поздние сроки (15.08–17.09) цвели *Ampelopsis japonica*, *Clematis brevicaudata* DC., *Clematis serratifolia* Rehd. У *Ampelopsis japonica*, *Celastrus strigillosus*, *Clematis serratifolia* отмечалось неежегодное цветение. У *Parthenocissus inserta* (Kern.) K. Fritsch., *Tripterigium regelii* Sprague et Tak., *Vitis vulpina* цветение отсутствовало.

Интервал плодоношения составил 14.09 (*Vitis amurensis*) – 20.10 (*Celastrus scandens* L.). У восьми видов плоды не завязывались. *Aristolochia durior* и *Celastrus strigillosus* в фазу плодоношения вступали не ежегодно. У *Clematis serratifolia* плоды завязываются обильно, но они не успевают вызреть.

При анализе фенологических показателей лиан большое значение имеет их подразделение на фенологические группы по срокам начала и окончания вегетации, предложенное специалистами отдела дендрологии Главного ботанического сада РАН. Такая классификация служит хорошим основанием для оценки связи фенологии растения с его зимостойкостью и уровнем адаптационной способности интродукта в новых условиях произрастания (Лапин и др., 1973).

Сроки фенофаз и продолжительность вегетации растений практически совпадают с благоприятным периодом вегетации растений природной флоры средней полосы Европейской части России, когда среднесуточная температура воздуха не опускается ниже 5 °С. Пробуждение древесных растений также коррелирует с переходом среднесуточной температуры через 5°С (Бейдеман, 1974).

К очень перспективным и зимостойким (балл зимостойкости I) относятся: *Vitis amurensis*, произрастающий в природе на Дальнем Востоке и Северо-Американские виды *Celastris scandens* и *Parthenocissus quinquefolia*, входящие в группу РС.

Группу перспективных составляют (балл зимостойкости I-II): из Северо-Американских видов – *Vitis riparia*, *Parthenocissus inserta*. Эти виды входят в группу СС.

Из Дальневосточных и произрастающих в Юго-Восточной Азии: *Actinidia kolomicta* Maxim. et Rupr. (СР), *A. giraldii* Diels. (СС), *Celastrus flagellaris* Rupr., *Celastrus orbiculata* (СР).

Зимостойкость II балла имеют представители Юго-Восточной Азии и ДВК: *Ampelopsis aconitifolia* Bge. (ПС), *Menispermum dauricum* DC. (СС), японский вид *Tripterigium regelii* Sprague et Tak., относящийся к группе СС.

У лиан групп РР, РС, СР при наступлении отрицательных температур прекращается рост побегов. Степень их одревеснения – 75–95%. У *Actinidia kolomicta*, *A. giraldii*, *A. arguta* Planch et Miq., *Vitis riparia*, отличающихся высокой зимостойкостью наблюдается высокая степень одревеснения побегов (80–95 %), несмотря на поздние сроки окончания их роста.

Таблица 1. Сезонное развитие древесных лиан в дендрарии БС МГУ

Вид	Набухание почек	Опадание листьев	Начало-окончание роста побегов	% одревеснения побегов	Цветение	Плодоношение	Зимостойкость	Фено- группа
<i>Actinidia arguta</i> Planchet Mig.	16.04	08.10	14.05-28.09	90-95	14.06	10.10	I-II	СС
<i>Actinidia girdalidii</i> Diels.	15.04	07.10	10.05-21.09	90-95	20.06	-	I-II	СС
<i>Actinidia kolomicta</i> Maxim. et Rupr.	17.04	04.10	11.05-16.09	90-95	26.06	24.09	I-II	СР
<i>Actinidia purpurea</i> Rehd. (по 2017 г.)	26.04	16.10	10.05-14.09	80-90	29.06	04.10	II- II(IV)	ПП
<i>Actinidia polygama</i> Maxim.	14.04	10.10	08.05-13.10	70-90	30.06	02.10	II-III	СС
<i>Ampelopsis aconitifolia</i> Bge.	22.04	12.10	18.05-18.09	50-80	25.07	28.09	II	ПС
<i>Ampelopsis japonica</i> (Thunb.) Makino	25.04	15.10	17.05-06.10	50	15.08	-	II-III (V)	ПП
<i>Aristolochia durior</i> Hill.	15.04	20.10	14.05-11.08	90-95	04.06	-	I-II	СП
<i>Aristolochia manshuriensis</i> Kom.	16.04	30.09	13.05-27.09	75-90	07.06	09.10	II	СР
<i>Celastrus flagellaris</i> Rupr.	15.04	09.10	11.05-29.09	90-95	14.06	12.10	I-II	СС
<i>Celastrus orbiculata</i> Thunb.	14.04	25.09	22.05-29.08	75-90	05.06	06.10	I-II	СР
<i>Celastrus scandens</i> L.	05.04	09.10	09.05-14.09	90-95	07.06	20.10	I	РС
<i>Celastrus strigillosus</i> Nakai	23.04	05.10	21.05-18.10	80-90	09.06	10.10	II	ПС
<i>Clematis brevicaulata</i> DC.	11.04	06.10	22.05-22.08	50-75	15.08	-	II	СС
<i>Clematis serratifolia</i> Rehd.	12.04	08.10	26.05-26.08	50-80	17.09	09.10	II	СС
<i>Lonicera periclymenum</i> L.	07.04	14.10	07.05-17.10	70	24.06	-	II -III	РП
<i>Menispermum canadense</i> L.	14.04	07.10	16.05-27.09	60-70	23.06	08.10	II	СС
<i>Menispermum dauricum</i> DC.	12.04	09.10	14.05-29.09	40-50	20.06	05.10	II (III)	СС
<i>Parthenocissus inserta</i> (Kern.) K. Fritsch.	15.04	10.10	12.05-24.08	80-90	-	-	I-II	СС
<i>Parthenocissus quinquefolia</i> (L.) Planch.	06.04	07.10	11.05-27.08	90-95	16.07	23.09	I	РС
<i>Schizandra chinensis</i> (Turcz.) Baill.	25.04	09.10	25.05-12.08	80-95	10.06	16.09	I-II	ПС
<i>Tripterigium regelii</i> Sprague et Tak.	15.04	06.10	19.05-22.08	50-75	-	-	II	СС
<i>Vitis amurensis</i> Rupr.	08.04	08.10	06.05-22.08	75-90	02.06	14.09	II	РС
<i>Vitis riparia</i> Michx.	11.04	07.10	24.05-26.10	80	26.06	25.09	I-II	СС
<i>Vitis vulpina</i> L.	25.04	07.10	19.05-12.10	50	-	-	II-III	ПП

У лиан групп РП и ПП, отмечается более позднее прекращение роста побегов (14.09–17.10), неполное их вызревание (степень одревеснения составляет 50–70%). В эти группы входят: *Lonicera peryclimenum*, *Vitis vulpina* (балл зимостойкости II-III), *Ampelopsis japonica*, *Actinidia purpurea* Rehd. с баллами зимостойкости II-III (V) и II-(IV), соответственно. *Actinidia purpurea* выпала из коллекции в 2017 году по причине вымерзания.

Достаточно высокая зимостойкость *Aristolochia durior*, относящийся к группе СП, обуславливается, как ранним прекращением роста побегов (11.08), так и полным их одревеснением до наступления заморозков (90–95%), несмотря на поздние сроки завершения вегетации.

Таким образом, в фенологические группы РР, РС, СС входят наиболее перспективные виды с баллом зимостойкости I и I-II, характеризующиеся своевременным окончанием вегетации до наступления сильных заморозков, большим количеством цветущих и плодоносящих лиан, высокой степенью вызревания побегов (80–95%).

Группы РП, СП, ПП менее перспективны, балл зимостойкости составляет II-III, а в отдельные годы IV и V. У них отмечается более позднее прекращение роста побегов, неполное их вызревание. Степень одревеснения побегов составляет 50–70%. Опадание листьев происходит под воздействием отрицательных температур воздуха.

Список литературы

- Бейдеман И.Н. 1974. Методика изучения фенологи растений и растительных сообществ. – Новосибирск, Наука, 139 с.
- Головач А. И. 1979. Деревья, кустарники и лианы ботанического сада БИН АН СССР. – Л., Наука, 188 с.
- Зайцев Г.Н. 1984. Математическая статистика в экспериментальной ботанике. – М., Наука, 120 с.
- Лапин П.И., Сиднева С.В. 1973. Оценка перспективности интродукции древесных растений по данным визуальных наблюдений – Опыт интродукции древесных растений. М., Главный ботанический сад АН СССР, с. 7-67.
- Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР. – М., Наука, 1975. – 28 с.
- Плотникова Л.С., Александрова М.С., Беляева Ю.Е., Немова Е.М., Рябова Н.В., Якушина Э.И. 2005. Древесные растения Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина Российской академии наук. 60 лет интродукции. – М., Наука, 586 с.

SEASONAL RHYTHM OF DEVELOPMENT OF WOODEN VINES UNDER INTRODUCTION IN ARBORETUM OF THE BOTANICAL GARDEN OF MOSCOW STATE UNIVERSITY

S.Yu. Kazarova

Moscow State University M.V. Lomonosov, Faculty of Biology, Botanical Garden, h. 1, b. 12, Leninsky mountains, Moscow, 119234, Russia; svetlana-kazarova@yandex.ru

Abstract. The generalized data of phenological observations of 25 species of tree vines in the arboretum of the Botanical Garden of Moscow State University for 2009-2019 are presented. The dependencies between the species belonging to the phenological group by the dates of the beginning and end of vegetation, winter hardiness, the termination of the end of shoot growth and the degree of their lignification are determined. An assessment is given of the degree of connection between the phenological development of introduced vines and the level of their adaptive ability under new growing conditions.

Keywords. Phenophase, vines, winter hardiness, shoot maturation, vegetation, introductent.

Lianas are a peculiar group of woody plants that are widely distributed throughout the world, with the exception of polar and high-altitude areas.

Phenological observations of woody vines was carried out for 10 years (2009 through 2019) by the method recommended by the Council of Botanical gardens (the Technique of phenological observations, 1975).

We used data from long-term observations of 25 species belonging to 11 genera and 8 families, according to the following phenological phases: Bud swelling (beginning of vegetation), peak flowering, full fruit maturation, end of leaf fall (end of vegetation). The results of observations are processed using mathematical methods. The following indicators were calculated: arithmetic mean, standard error of arithmetic mean (Zaitsev, 1984). Winter hardiness of introduced plants was assessed using a 7-point GBS scale (Plotnikova et al., 1985).

Data analysis showed that the timing of the onset of phenophases varied depending on the weather conditions of a particular year, the taxonomic belonging of the plant and the origin of the planting material (tab.1).

The largest differences between taxa were observed in the phase of the beginning of vegetation. Bud swelling in liana species, corresponding to the beginning of vegetation, occurred in the period from 05.04 (*Celastrus scandens* L.) to 26.04 (*Actinidia purpurea* Rehd.). The interval between the earliest and the latest species was 21 days.

At an early date (06.04–11.04), vegetation began with *Parthenocissus quinquefolia* (L.) Planch., *Lonicera peryclimenum* L., *Vitis amurensis* Rupr., *Vitis riparia* Michx.

Later, in the interval from 22.04 to 25.04 *Ampelopsis aconitifolia* Bge., *Celastrus strigillosus* Nakai, *Ampelopsis japonica* (Thunb.) Makino, *Schizandra chinensis* (Turcz.) Baill., *Vitis vulpina* L. entered vegetation.

The phase of the beginning of vegetation is characterized by the greatest error of the average, from 3 to 12 days, which is determined by significantly different weather conditions over the years of the 10-year period.

In this regard, 2017 was particularly notable: *Lonicera peryclimenum* and *Vitis amurensis* were the first to start growing, which was later than the average long-term data for 14 and 12 days (the sum of effective temperatures Σt° , i.e. the average daily temperatures above 5 °C was 61 °C) (Lapin, Sidneva, 1968).

Research has shown that most of the lianas in the collection bloom and bear fruit. Early flowering periods (02.06-05.06) were observed in *Vitis amurensis*, *Aristolochia durior* Hill., *Celastrus orbiculata* Thunb. In later periods *Ampelopsis japonica*, *Clematis brevicaudata* DC., *Clematis serratifolia* Rehd bloomed (15.08-17.09). *Ampelopsis japonica*, *Celastrus strigillosus*, and *Clematis serratifolia* do not bloom annually. *Parthenocissus inserta* (Kern.) K. Fritsch., *Tripterigium regelii* Sprague et Tak., *Vitis vulpina* had no flowering.

The fruiting period was 14.09 (*Vitis amurensis*) -20.10 (*Celastrus scandens* L.). In eight species, the fruit is not tied. Non-annual fruiting was observed in *Aristolochia durior* and *Celastrus strigillosus*. In *Clematis serratifolia*, the fruit binds profusely, but they do not have time to mature.

The analysis of quite phenological parameters of vines of great help has their unit on phenological group start and end dates of the growing season, as proposed by the specialists of the Department of dendrology, Main Botanical garden of Academy of Sciences. This classification serves as a good basis for evaluating the relationship of plant phenology with its winter hardiness and the level of adaptive ability of the introduced plant in new growing conditions (Lapin et al., 1973).

To identify the relationship between the stability of introduced plants and the timing of the main phenophases, all the most studied species were divided into phenogroups the timing of the phenophases and the duration of vegetation of the studied plants almost coincides with a favorable vegetation period for plants of the natural flora of the Central European part of Russia, when the average daily air temperature does not fall below 5 °C. The awakening of woody plants also correlates with the transition of the average daily temperature after 5 °C (Beideman, 1974).

The studied lianas can be divided into groups by the dates of the beginning and end of vegetation: before 10.04 – early (E), 10.04–18.04 – middle (M) and late 18.04–28.04 (L). Plants that end vegetation (end of leaf fall) before 05.10 (the average long-term date of transition of the average daily temperature after 5 °C) are assigned to the group with the early end of vegetation, 05.10–12.10-to the average term, 12.10-28.10 – to the late.

Very promising and hardy (winter hardiness score I) include: *Vitis amurensis*, which grows naturally in the far East and North American species *Celastris scandens* and *Parthenocissus quinquefolia*, which are part of the EM group.

The group of promising ones is (winter hardiness score I-II): from North American species-*Vitis riparia*, *Parthenocissus inserta*. These species belong to the MM group.

From the far East and growing in Southeast Asia: *Actinidia kolomicta* Maxim. et Rupr. (ME), *A. giraldii* Diels. (MM), *Celastrus flagellaris* Rupr., *Celastrus orbiculata* (ME).

Representatives of South-East Asia and DVK have winter hardiness of II point: *Ampelopsis aconitifolia* Bge. (LM), *Menispermum dauricum* DC. (MM), Japanese species – *Tripterigium regelii* Sprague et Tak. (MM).

At lianas of groups EE, EM, ME by the time of occurrence of negative temperatures, the growth of shoots stops in a timely manner. The degree of lignification of shoots in lianas of these groups is 75–95%.

Actinidia kolomicta, *A. giraldii*, *A. arguta* Planch et Miq., *Vitis riparia*, characterized by high winter hardiness, have a high degree of lignification of shoots (80–95 %), despite the late end of their growth.

In lianas belonging to the phenological groups of EL and LL, there is a later cessation of growth of shoots (14.09–17.10), their incomplete maturation. This group includes: *Lonicera peryclimenum*, *Vitis vulpina* (winter hardiness score II–III), *Ampelopsis japonica* (II–III (V), *Actinidia purpurea* Rehd. (winter hardiness score II – (IV). The degree of aging of the shoots of which is, respectively, 50–70%.

Quite high winter hardiness of *Aristolochia durior*, which belongs to the ML group, is caused by both early termination of growth of shoots (11.08) and their complete lignification before the onset of frost (90–95%), despite the late completion of vegetation.

Thus, the phenological groups EE, EM, MM include the most promising species with a winter hardiness score of I and I-II. Species are characterized by the timely end of vegetation before the onset of severe frosts, a large number of flowering and fruiting lianas, a high degree of maturation of shoots (80–95%).

Groups of EL, ML, LL are less promising, the winter hardiness score is II–III, and in some years IV and V. They have a later termination of growth of shoots, incomplete maturation. Leaf fall occurs under the influence of negative air temperatures, and the degree of lignification of shoots is 50–70%.

References

- Beideman I.N. 1974. Methods for studying the phenology of plants and plant communities. – Novosibirsk, Nauka, 139 p.
- Golovach A.I. 1979. Trees, shrubs and creepers of the Botanical Garden of the BIN, USSR Academy of Sciences. – L., Nauka, 188 p.
- Zaitsev G.N. 1984. Mathematical statistics in experimental botany. – Moscow, Nauka, 120 p.
- Lapin P.I., Sidneva S.V. 1973. Evaluation of the prospects for the introduction of woody plants based on visual observations-the Experience of introduction of woody plants. – Moscow, Main Botanical garden of the USSR Academy of Sciences, pp. 7–67.
- Methods of phenological observations in the Botanical gardens of the USSR. 1975 – Moscow, Nauka, 28 p.
- Plotnikova L.S., Alexandrova M.S., Belyaeva Yu.E., Nemova E.M., Ryabova N.V., Yakushina E.I. 2005. Woody plants of the Main Botanical garden named after N. V. Tsitsin of the Russian Academy of Sciences. 60 years of introduction. – Moscow, Nauka, 586 p.

ОСОБЕННОСТИ СЕЗОННЫХ РИТМОВ РАЗВИТИЯ РАСТЕНИЙ В БОТАНИЧЕСКОМ САДУ МГУ В 2018 Г.

Т.В. Лаврова

*Ботанический сад Биологического факультета Московского государственного университета
им. М.В. Ломоносова, Россия, 11999, Москва, 11/12 Ленинские горы; lavrovamgu@mail.ru*

Аннотация. Представлены результаты наблюдений за сезонным развитием древесно-кустарниковых и травянистых видов, а также сортовых растений, культивируемых в Ботаническом саду МГУ за 2018 г. в сравнении со средними значениями, показана зависимость отклика растений от метеорологических показателей.

Ключевые слова. Интродуцированные растения, сезонное развитие, фенологические фазы, климатические факторы.

Фенологические наблюдения за сезонным развитием интродуцированных растений из коллекций Ботанического сада МГУ, начатые с 2009 г. (перерывы были в 2012, 2014–2019 гг.), проводились за деревьями и кустарниками как природной флоры (бузина красная), так и стойкими интродуцентами из других регионов, в основном обладающими декоративными признаками (кольквиция прекрасная, трескун амурский, бирючина обыкновенная, рододендроны японский и желтый), за травянистыми растениями горных регионов из коллекций альпинария (резуха альпийская, чина Гмелина, лилия Кессельринга, пион Витмана, флокс шиловидный) и крупными коллекциями декоративных культур (сорта сирени обыкновенной, сирени Престон, травянистых пионов, высоких бородачатых ирисов).

Территория Ботанического сада МГУ с примыкающей к ней с запада территорией Метеорологической обсерватории МГУ расположена на юго-западе Москвы, рядом с Главным зданием МГУ на Ленинских (Воробьёвых) горах. Как отмечает М.А. Локощенко (2019), это – одно из самых высоких мест Москвы, «крупный выступ доледникового рельефа. Оно является северной частью Теплостанской возвышенности и представляет собой так называемый Сетуньский водораздел и характеризуется развитием слабохолмистых равнин, сменяющихся речными долинами». Непосредственное соседство Ботанического сада и Метеорологической обсерватории способствует проведению более точного сравнительного анализа фенологических и климатических показателей. Фенологические ритмы цветения исследуемой группы растений с проведенным анализом влияния суммарных активных температур на развитие растений в 2016–2018 гг., наряду с другими прикладными работами, характеризующими отклик биоты на изменение метеорологических условий, отражены в ежегодных монографиях Метеорологической обсерватории МГУ «Эколого-климатические характеристики атмосферы Москвы по данным Метеорологической обсерватории МГУ имени М.В. Ломоносова» (Лаврова, 2017, 2018, 2019). Сведения сезонного развития растений от начала до конца вегетации за 2017 г. были представлены на

Таблица 1. Фенологические фазы травянистых растений в Ботаническом саду МГУ в 2018 г.

№	Вид	Появление проростков	Распускание листьев	Начало цветения	Пик цветения	Конец цветения	Незрелые плоды	Зрелые плоды	Увядание листьев
1	<i>Acanthus mollis</i> L.	4.05	12.05	14.07	30.07		24.08	8.10	8.10
2	<i>Aconitum lasiostomum</i> Spreng.	4.05	14.05	25.06	5.07	14.07	30.07	24.08	26.10
3	<i>Arabis alpine</i> L.	Розетки зимуют			4.05	16.05	14.06	18.06	Уходит в зиму
4	<i>Cacalia hastata</i> L.		14.05	2.07	10.07	14.07	30.07		8.10
5	<i>Clematis integrifolia</i> L.		14.05	14.06	25.06	14.07	24.08	10.09	8.10
6	<i>Digitalis grandiflora</i> Mill.		4.05	18.06	25.06	14.07	30.07		8.10
7	<i>Helleborus caucasicus</i> A. Br.				4.05	10.05	29.05	25.06	
8	<i>Iris hort.</i> TB	10.04	7.05	29.05	6-8.06	19.06			
9	<i>Lathyrus gmelinii</i> (Fisch.) Fritsch		10.05	16.05	24.05	29.05	18.06	14.07	8.10
10	<i>Leucorum vernum</i> L.	7.04	7.04	10.04	21.04	10.05	16.05	1.06 незр.	1.06
11	<i>Lilium kesselringianum</i> Miesz.	14.05	14.05	30.05	4.06	14.06	14.07	Нет	
12	<i>Lilium martagon</i> L.		14.05	12-14.06	18.06	25.06	30.07	24.08	
13	<i>Paeonia hort.</i>	7.04	7.05	29.05	6-7.06	18.06			
14	<i>Paeonia suffruticosa</i> Andrews	7.04		21.05	24.05	29.05	30.07	27.09	26.10
15	<i>Paeonia wittmanniana</i> Hartwiss. ex Lindl.			10.05	12.05	16.05	20.06	30.07	26.10
16	<i>Papaver orientale</i> L.		4.05	27.05	1.06	6.06	25.06		
17	<i>Phlox subulata</i> L.	Растение зимует		14.05	16.05	29.05		14.07	Уходит в зиму
18	<i>Polygonatum latifolium</i> Desf.	4.05		10.05	29.05	1.06	14.06	24.08	26.10
19	<i>Saxifraga caespitosa</i> Scop	Розетки зимуют		14.05	29.05-5.06	14.06		14.07	Уходит в зиму
20	<i>Scilla sibirica</i> Andrews	10.04		10.04	21.04	4.05	16.05		
21	<i>Scopolia carniolica</i> Jacq.				4.05	10.05	1.06	18.06	8.10
22	<i>Tanacetum macrophyllum</i> Sch. Bip.		14.05	12.06	18.06	25.06		30.07	26.10
23	<i>Valeriana tilifolia</i> Trotitsky		4.05	14.05буг.	29.05	6-14.06		14.07	26.10

I Международной фенологической школе-семинаре в Центральном-Лесном государственном природном биосферном заповеднике (Лаврова, 2018). В настоящей работе рассматриваются ритмы сезонного развития растений исследуемой группы от начала до завершения вегетации за 2018 год по методике, рекомендованной советом ботанических садов (Александрова и др., 1979). Климатические данные любезно предоставлены Метеорологической обсерваторией МГУ. Представлены фенологические фазы развития 23 травянистых и 17 древесно-кустарниковых видов соответственно. Пион кустарниковый помещен среди других видов рода в группе травянистых растений. Имеющиеся пропуски в таблицах означают, что данная фаза не была отмечена. Наиболее полно представлены фенофазы цветения.

Февраль и март 2018 г., оказавшиеся холоднее климатической нормы, а также большое количество осадков, выпавших в феврале, привели к образованию мощного, долго не тающего снежного покрова, высота которого по данным Метеорологической обсерватории МГУ в конце марта (обычное время появления и цветения первоцветов) составляла 48 см, в первую декаду апреля – 19 см, освобождение от снега отмечено 8 апреля. Еще 4 апреля в Саду лежал глубокий снег, только начали протаивать приствольные круги у деревьев. С 6 апреля средняя суточная температура перешагнула отметку 5 °C, а с 9.04 – превысила рубеж в 10 °C. В I декаде апреля были отмечены первые фенологические фазы у травянистых (табл. 1) и древесно-кустарниковых растений (табл. 2).

Дружное наступление весны привело к началу вегетации миндаля низкого, вишни курильской, кизила обыкновенного с 7 апреля. В целом, вегетация деревьев и кустарников началась в сроки, близкие к средним. Вегетация травянистых растений также не отличалась от обычных, за исключением эфемероидов, начало вегетации которых практически совпадает с цветением. Белоцветник весенний, сцилла сибирская, печеночница благородная и др. зацвели позже своих обычных сроков на 10-16 дней – растения просто не могли выбраться из-под глубокого снега (Лаврова, 2019). Температура воздуха в апреле не вышла за пределы нормы и была лишь немного выше средних значений, а май оказался значительно теплее с показателями суммарных активных температур выше значений за предыдущие годы наблюдений с 2009 г. (Лаврова, 2019). Такая теплая весна способствовала тому, что подавляющее большинство изучаемых видов зацвели раньше средних значений. Например, рододендроны японский и желтый цвели на 10 дней раньше, коллекции сирени обыкновенной и сирени Престон (на 6 и 7 дней), наперстянка крупноцветковая – на 14 дней (Лаврова, 2019). Еще ни разу не цвели выращиваемые в Ботаническом саду МГУ с 2011 г. молодые деревца североамериканских реликтов – тюльпанного дерева и ликвидамбара смолоносного. Они долго восстанавливаются после зимы и достаточно поздно начинают вегетацию, хотя в 2018 г. ликвидамбар начал вегетировать раньше на 5 дней по сравнению с 2017 г., оба вида хорошо развивались в течение сезона. Июньские и июльские показатели температур соответствовали норме, август же оказался жарким и сухим, что, однако, не сказалось на сроках созревания плодов – их вызревание у большинства видов происходило в обычные сроки.

Таблица 2. Фенологические фазы древесных растений в Ботаническом саду в 2018 г.

№	Вид	Распу- сание почек	Распу- сание листьев из почек	Начало цветения	Пик цвете- ния	Конец цветения	Зрелые плоды	Осеннее окрашивание или увядание листьев	Конец листо- пада
1	<i>Amgdalus nana</i> L.	7.04		4.05	7.05	10.05	8.08	8.10	26.10
2	<i>Cerasus kurelensis</i> (Miyabe ex Take- da) Masam. & S. Suzuki	7.04	3.05	3.05	5.05	7.05	нет	8.10	
3	<i>Chionanthus virginicus</i> L.	10.05	12.05	29.05	5.06	14.06	18.06 не вызрели	20.10	30.10
4	<i>Cornus mas</i> L.	7.04	4.05	4.05	7.05	10.05	17.09	26.10	31.10
5	<i>Fothergilla monticola</i> Ashe			8.05	11.05	22.05	20.09	8.10	26.10
6	<i>Kolkwitzia amabilis</i> Gr.	4.05	10.05	27.05	5.06	14.06	31.08	8.10	
7	<i>Ligustrina amurensis</i> Rupr.		10.05	16.06	19.06	21.06	7.10	7.10	30.10
8	<i>Ligustrum vulgare</i> L.	20.04	4.05	18.06		30.07 незр. пл	24.08	26.10	8.11
9	<i>Liquidambar styraciflua</i> L.	14.05	16.05		Не цвел		нет	8.10	1.11
10	<i>Liriodendron tulipifera</i> L.	20.04	10.05		Не цвел		нет	17.09	30.10
11	<i>Magnolia sieboldii</i> K. Koch		12.05	26.05	29.05	5.06	31.08	8.10	26.10
12	<i>Rhododendron japonicum</i> (A. Gray) Suringar	9.04	4.05	14.05	16.05	25.05	8.10	22.10	1.11
13	<i>Rhododendron luteum</i> Sweet	9.04	4.05	14.05	16.05	25.05	8.10	26.10	1.11
14	<i>Sambucus racemosa</i> L.	4.04		10.05	12.05	14.05	30.07		
15	<i>Securinega suffruticosa</i> (Pall.) Rehd.	10.05	14.05	25.06	14.07	30.07	24.08	8.10	27.10
16	<i>Syringa x prestoniae</i>			21.05	29.05	6.06			
17	<i>Syringa vulgaris</i> L. hort.			12.05	16.05	21.05	17.09	11.10	30.10

ки, близкие к средним значениям; раньше, чем в предыдущие годы отмечено созревание плодов камнеломки скальной, созревание плодов аканта мягкого из Средиземноморья, напротив, было отмечено только 8 октября (в 2016–2017 гг. – в первой декаде сентября).

Сентябрь (как май и август) был отмечен аномально высокими температурами. Октябрь также оказался сухим и теплым со средней месячной температурой 7,5 °С, что превышает значение современной климатической нормы для этого месяца (=5,6 °С) (Жданова, 2019). Таким образом, осень оказалась теплой и долгой. Окрашивание листьев тюльпанного дерева началось 17.09, к середине октября все дерево было золотисто-желтым (в 2017 г. данная фаза была отмечена 2 октября). Окрашивание листьев фотергиллы горной, кольквиции прекрасной, ликвидамбара смолоносного, магнолии зибольда, секуринегии кустарниковой и других деревьев и кустарников отмечено 8.10, т.е. позже, чем в 2017 г. У кизила в это же время хорошо сформированы почки следующего года, окрашенные желто-бурые листья появляются 26 октября (в 2017 г. – 2 октября). Сорта сирени обыкновенной обычно не меняют окраску и остаются на ветвях до морозов; в 2018 г. они стали зелено-бурыми и держались на растении до 30 октября. Теплая сухая осень способствовала продлению периода вегетации. Многие древесные растения вегетировали до 26 октября (миндаль низкий, фотергилла горная, трескун амурский, магнолия зибольда); ликвидамбар смолоносный, рододендроны японский и желтый не сбрасывали листья до 1 ноября (отрицательные температуры были отмечены 30–31.10). Травянистые растения также демонстрировали долгую вегетацию. До 8 октября стояли в плодах какалия копьевидная, клематис цельнолистный, наперстянка крупноцветковая, чина Гмелина; до 26 октября не уходил в покой аконит шерстистоустый (в 2017 г. эти виды увядали к середине сентября, наперстянка – в конце августа). Таким образом, вегетация растений продлилась вплоть до окончания октября-начала ноября.

В целом характеристики фенологических фаз начала вегетации, цветения и плодоношения изученных растений в 2018 г. согласуются со средними значениями, кроме значительного запаздывания цветения первоцветов из-за холодного и снежного февраля-марта, сроки фенофаз осеннего окрашивания листьев и окончания вегетации так же, как и общая продолжительность периода вегетации, превышают средние значения, что обусловлено климатическими особенностями вегетационного сезона, а именно долгой теплой и сухой осенью.

Список литературы

- Александрова М.С., Булыгин Н.Е., Ворошилов В.Н., Карпионов Р.А., Плотникова Л.С., Фролова Л.А., Шкутко Н.В. 1979. Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР. – Бюл. ГБС АН СССР, выпуск 113, с. 3-8.
- Жданова Е.Ю. 2019. Часть I. Метеорологические параметры атмосферы по данным наземных станционных наблюдений. 1. Температура воздуха. – В кн.: Эколого-климатические характеристики атмосферы Москвы в 2018 г. по данным Метеорологической обсерватории МГУ имени М.В. Ломоносова / под ред. М.А. Локощенко. – М., изд-во Макс Пресс, с. 13-20.
- Лаврова Т.В. 2017. Фенологические наблюдения в Ботаническом саду МГУ. – В кн.: Эколого-климатические характеристики атмосферы в 2016 г. по данным Метеорологической

- обсерватории МГУ имени М.В. Ломоносова / под ред. Незваль Е.И., Сошинской И.В. – М., изд-во Макс Пресс, с. 205-210.
- Лаврова Т.В. 2018. Фенология цветения травянистых и некоторых древесно-кустарниковых растений в Ботаническом саду МГУ. – В кн.: Эколого-климатические характеристики атмосферы Москвы в 2017 г. по данным Метеорологической обсерватории МГУ имени М.В. Ломоносова / под ред. М.А. Локощенко. – М., изд-во Макс Пресс, с. 209-214.
- Лаврова Т.В. 2018. Фенология травянистых и некоторых древесных растений-интродуцентов в Ботаническом саду МГУ в 2017 г. – В сб.: Летопись природы России: фенология. Материалы I Международной фенологической школы-семинара в Центральном-Лесном государственном природном биосферном заповеднике 13-17 августа 2018 г. – г. Великие Луки, ООО «Великолукская типография», с. 122-126.
- Лаврова Т.В. 2019. Фенология цветения травянистых и некоторых древесно-кустарниковых растений в Ботаническом саду МГУ в 2018 г. – В кн.: Эколого-климатические характеристики атмосферы Москвы в 2018 г. по данным Метеорологической обсерватории МГУ имени М.В. Ломоносова / под ред. М.А. Локощенко. – М., изд-во Макс Пресс, с. 235-241.
- Локощенко М.А. 2019. Введение. Об издании и физико-географическая характеристика местоположения Метеорологической обсерватории МГУ. – В кн.: Эколого-климатические характеристики атмосферы Москвы в 2018 г. по данным Метеорологической обсерватории МГУ имени М.В. Ломоносова / под ред. М.А. Локощенко. – М., изд-во Макс Пресс, с. 5-12.

FEATURES OF SEASONAL RHYTHMS OF PLANT DEVELOPMENT IN THE MSU BOTANICAL GARDEN IN 2018

T.V. Lavrova

Botanical Garden of Biology Faculty of M.V. Lomonosov Moscow State University, 1/12, Leninskie Gory, Moscow, 119991, Russia; lavrovamgu@mail.ru

Abstract. The results of observations of seasonal development of tree-shrub and herbaceous species, as well as varietal plants cultivated in the MSU Botanical garden in 2018 are presented in comparison with the average values. The dependence of the response of plants on meteorological indicators is shown.

Keywords. Introduced plants, seasonal development, phenological phases, climate factors.

СЕЗОННАЯ СМЕНА ДОМИНАНТОВ В РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВАХ НА ПРИМЕРЕ ЭТАЛОННЫХ ПЛОЩАДОК В СТЕПНОЙ ЗОНЕ ГОСУДАРСТВЕННОГО НАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКА «КУЛЬСАЙСКИЕ ОЗЕРА»

И.Г. Отрадных¹, И.А. Съедина¹, Д.Г. Тургамбаев², Б.Б. Уалиева²

¹Институт ботаники и фитоинтродукции МОН РК, Алматы, Казахстан; *Phyto_bot15@mail.ru*

²Государственный национальный природный парк «Кульсайские озера», Саты, Казахстан; *kolsai_nauka@mail.ru*

Аннотация. Представлены данные фенологических наблюдений за растениями степных биотопов в 2014–2019 гг. Выделены феноиндикаторы некоторых сезонов. Индикатором начала весны является цветение *Crocus alata* Vavilov, для середины весны – *Tulipa tetraphylla*, окончание весны–начало лета – *Iris ruthenica*, *Phlomis speciosa*, *Scutellaria przewalskii*, *Dracocephalum ruyschiana*. Для середины лета характерно цветение видов семейства *Lamiaceae*. В конце лета доминируют виды семейства *Asteraceae*. Окончание вегетации – доцветание *Achillea millefolium*, *Salvia deserti*.

Ключевые слова. Вид, горные степи, феноиндикатор, фенологический период, сезонные доминанты.

Изучение проводилось на территории Государственного национального природного парка «Кульсайские озера» (ГНПП), который расположен на северном макросклоне восточной части Кунгей Алатау. Климат резко континентальный с большой амплитудой суточных и годовых температур, преобладанием теплого периода над холодным. Северный макросклон Кунгей Алатау входит в Заилийский округ Северо-Тянь-Шанской геоботанической провинции (Рубцов, 1955; Ботаническая география Казахстана и Средней Азии, 2003) и распределение растительного покрова здесь носит резко выраженный поясной характер. В названия поясов Б.А. Быков (1985) и И.И. Ролдугин (1989) ввели доминирующие типы растительности: 1 – низкогорные степи и кустарники (до 1800 м), 2 – лесолуговой (1800–2800 м), 3 – альпийский (2800–3800 м).

Целью работы было изучение флоры степной зоны в вегетационный период и выявление сезонных доминантов. Выделение эталонных участков и описания фитоценозов проводились маршрутно-рекогносцировочным методом в определенных точках, с использованием прибора навигации GPS для привязки к местности. Эталонные участки – растительные комплексы, характерные для данного природного района с естественной растительностью, мало затронутой воздействием человека. Они отличаются богатым видовым разнообразием и служат образцами состава, структуры и продуктивности отдельных типов растительных сообществ. Представлены данные фенологических наблюдений за растениями степных биотопов за пятилетний период (2014–2019). Изучение фенологии растений в растительных сообществах проводилось по классическим методикам (Бейдеман, 1974, Шульц, 1981). Основными задачами было

выявление сезонных доминантов – феноиндикаторов. Началом того или иного феноявления считалось вступление в него около 10% особей вида в типичном местообитании. Описания проводились с учетом методических указаний (Корчагин, 1964). Для уточнения таксономической принадлежности растений проводилась гербаризация образцов. Сбор и обработка гербарного материала осуществлялась по общепринятой методике, обобщенной А.К. Скворцовым (1977). Определение видов проводилось с использованием существующих флористических сводок и определителей (Флора Казахстана, 1956–1966; Открытый атлас сосудистых растений России и сопредельных стран: <http://www.plantarium.ru/>). Номенклатура видов, родов и семейств приведена по сводкам С.К. Черепанова (1995). На основании температурных показателей климатических условий данного района, мы выделяем фенологические подпериоды: весной и летом по три, а осенью – два.

Для описания нами были взяты два эталонных участка в низкогорном степном поясе на склонах с разной экспозиционной направленностью. Эталонная степная площадка № 1 в ущелье Саты на высоте 1642 м н.у.м. (N43°07'679», E 076°34'034»). Склон юго-западной экспозиции. Микрорельеф сложный, включает участки глинистого склона с мелким щебнем, выходами коренных пород (разрушенных гранитных конгломератов) и относительно пологого участка водораздела. Данная экологическая дифференциация привела к формированию трех различных по составу и строению растительных сообществ. Первое – полынно-разнотравно-злаковое со спиреей. Почвы плотные глинистые, с включениями мелкого щебня (20%). Растительный покров хорошо сформирован, проективное покрытие 90%. Опад слабый, имеются незначительные скопления растительных остатков под камнями. На выходах коренных пород и вблизи них сформировалось сообщество растений – петрофитов, где в роли доминантов выступают *Patrinia intermedia* (Hornem.) Roem. ex Schult и *Sedum ewersii* Ledeb. На водоразделе сформировано разнотравно-злаково сообщество с преобладанием *Stipa zaleskii* Wilensky и *Thymus marschallianus* Willd. Эталонная площадка №2. Высота 1720 м н. у. м. (N43°03'542'', E 078°29'042''). Пологий участок с незначительным уклоном (10–15°) на запад. Почвы суглинистые. Травостой густой, трехярусный, проективное покрытие 90%. Опад отсутствует из-за сильного зимнего выдувания ветром. Чиево-злаково-разнотравное сообщество.

Первый подпериод весны начинается со второй половины марта при температурных колебаниях от – 8 до +16 °С. Доминантами этого подпериода в степном поясе гор является *Crocus alatavicus* Regel et Semenov, *Gagea filiformis* (Ledeb.) Kar. et Kir., *Corydalis glaucescens* Regel и *Adonis tianschanica* (Adolf) Lipsch. Цветение этих видов знаменует приход весны. Окончание первого и начало второго подпериода весны (середина-конец апреля) при температуре от –4 до +24 °С, определяется началом активной вегетации травянистых многолетних растений и кустарников, когда бурые степные склоны гор окрашиваются в ярко-зеленые цвета. Виды, массово цветущие во втором подпериоде весны: *Tulipa tetraphylla* Regel, *Iris loczyi* Kanitz, начало цветения *Thymus marschallianus* Willd. Третий подпериод («разгар весны») при температуре 5–27 °С в степи начинается

с цветения кустарников *Spiraea hypericifolia* L., *Rosa laxa* Retz., *Ephedra intermedia* Schrenk. и травянистых растений: *Iris ruthenica* Ker Gawl., *Phlomoides speciosa* Rupr., *Taraxacum officinale* Webb ex Wigg., *Potentilla orientalis* Juz., *Lappula occultata* M. Pop., массового цветения *Thymus marschallianus*. В этот период весна плавно переходит в лето. Фенологическое лето является наиболее продолжительным и стабильным по срокам периодом. Принято делить его на три подпериода. Первый из них – «начало лета» (июнь), когда температура воздуха колеблется от 10 до 28 °C и открывается зацветанием кустарников *Caragana frutex* (L.) K. Koch. Из травянистых видов доминируют *Linum perenne* L., *Cardaria draba* (L.) Desv. и раннецветущие злаки: *Festuca valesiaca* Gaudin, *Poa pratensis* L., рассеянно встречаются *Iris sogdiana* Bunge, *Polygala hybrida* DC., *Erysimum hieracifolium* L., *Trifolium pratense* L., *Thalictrum foetidum* L., *Eremurus altaicus* (Pall.) Steven. Второй подпериод «макушка лета» (3 декада июня- июль) как правило, отличается высокими температурами (+17 – +30 °C) и недостатком влаги. Для этого периода характерно массовое цветение злаков и разнотравья и в роли доминанта выступают растения семейства Poaceae: *Achnatherum splendens* (Trin.) Nevski, *Poa stepposa* (Kryl.) Roshev., *Stipa capillata* L., *Stipa zalesskii* Wilensky, *Agropyron cristatum* (L.) Beaub., *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth, *Carex turkestanica* Regel, *Melica transsilvanica* Schur, *Eremopyrum orientale* (L.) Jaub. ex Spach., *Brachypodium sylvaticum* (Huds.) P. Beauv., *Phleum pratense* L., *Hypericum perforatum* L., *Ziziphora clinopodioides* Lam., *Origanum vulgare* L., *Phlomoides tuberosa* (L.) Moench., *Nepeta cataria* L., *Geranium pratense* L., *Medicago falcata* L., *Potentilla evestita* Th.Wolf., *Potentilla virgata* Lehm., *Dracocephalum ruyschiana* L., *Allium korolkowii* Regel, *Papaver croceum* Ledeb, *Crepis sibirica* L., *Seseli schrenkianum* (C.A. Mey. ex Schischk.), *Galium verum* L., *Allium carolinianum* DC., *Diantus kuschakewiczii* Regel et Schmalh., *Erigeron seravschanicus* M.Pop., *Rhinactinidia limoniifolia* (Less.) Botch., *Rosularia alpestris* (Kar.et Kir.) Boriss., *Plantago stepposa* Kupr., *Delphinium iliense* Huth., ex Schult., *Artemisia dracunculus* L. *Achillea millefolium* L., *Euphrasia bajankolica* Juz., *Oxytropis merkensis* Bunge, *Scutellaria przewalskii* Juz., *Rhinanthus songaricus* (Sterneck) B.Fedtsch., *Seseli schrenkianum* (C.A. Mey ex Schischk.) Pimenov et Sdobnina, *Allium caeruleum* Pall., *Plantago stepposa* Kuprian., *Delphinium iliense* Huth, *Tragopogon songoricus* S.A. Nikitin, *Bupleurum tianschanicum* Freyn., *Melandrium suaveolens* (Kar.et Kir) Schischk, *Thalictrum collinum* Wallr., *Onobrychis tanaitica* Spreng., *Rhinanthus songaricus* (Sterneck) B. Fedtsch. *Gentiana turkestanorum* Gand., *Erigeron pseudoseravschanicus* Botsch., *Oxytropis merkensis* Bunge, единично встречаются *Cuscuta epithymum* (L.) L. и *Convolvulus arvensis* L., *Orobanche elatior* Sutton. Эндемик Заилийского и Кунгей Алатау *Scorzonera transiliensis* и эндемик Тянь-Шаня *Linum heterosepalum* встречаются редко, единичными особями. На выходах коренных пород в сообществе растений – петрофитов доминирует *Patrinia intermedia* (Hornem.) Roem. Спад лета – последний третий подпериод, начинается во второй декаде августа с понижением ночных температур (8–25 °C) и минимальным количеством осадков. Это, в основном, время плодоношения, созревания и усыхания. В этот период доминируют представители семейства Asteraceae: *Artemisia gmelinii* Weber ex Stechem выступает в качестве доминанта, ей сопутствуют *Scabiosa ochroleuca* L.,

Centaurea scabiosa L., *Aster amellus* L., *Ajania fastigiata* (Winkl.) Poljak., *Saussurea elegans* Ledeb., *Leontopodium fedtschenkoanum* Beauverd., *Alfredia nivea* Kar. et Kir., также присутствуют другие виды *Salvia deserta* Schang., *Carduus nutans* L., *Echium vulgare* L., *Kochia prostrata* (L.) Schrud., *Artemisia heptapotamica* Poljakov, *Orobanche elatior* Sutton, *Goniolimon eximium* (Schrenk) Boiss. Окончание лета и начало фенологической осени мы связываем со второй декадой сентября, когда идет постепенное понижение температуры 8–20 °С). Этот период является достаточно бедным по числу феноявлений и коротким по продолжительности в растительном мире степного пояса гор, поэтому осень мы делим на два подпериода. В начале осени, как правило, продолжают цвести позднелетние виды *Scabiosa ochroleuca* L., *Aster amellus* L., *Ajania fastigiata* (Winkl.) Poljak., *Saussurea elegans* Ledeb., а часто (в зависимости от погоды) продолжают цветение еще и средне-летние виды: *Hypericum perforatum* L., *Geranium pratense* L., *Medicago falcata* L., *Ziziphora clinopodioides*. На выходах коренных пород в сентябре цветет *Allium tianschanicum* Rupr и *Sedum ewersii* Ledeb.

Конец осени характеризуется кратковременными заморозками (0–2 °С) и дальнейшим понижением дневных температур (12–15 °С). В этот период доцветают длительновегетирующие многолетники: *Achillea millefolium*, *Salvia deserta*, *Taraxacum officinale*, *Trifolium repens* и созревание семян позднецветущих видов *Allium tianschanicum* и *Sedum ewersii*. В зависимости от даты начала серии ночных и дневных заморозков, происходит окончание периода вегетации, которая приходится на вторую декаду ноября.

Для данного региона характерна сглаженность резко континентального климата, стабильность температурного режима сезонов и как следствие небольшие сдвиги в прохождении фенологических фаз растений. По результатам наблюдений феноиндикаторами начала весны для данного региона является массовое цветение *Crocus alatavicus* Regel et Semenov, который создает весенний аспект, для середины весны – *Tulipa tetraphylla*, *Caragana frutex*, *Spiraea hypericifolia*, *Lappula occultata*, *Taraxacum officinale*. Для окончания весны – начала лета: *Iris ruthenica*, *Phlomis speciosa*, *Scutellaria przewalskii*, *Dracocephalum ruyschiana*. Для середины лета характерно цветение видов семейства Lamiaceae: *Phleum pratense* L., *Ziziphora clinopodioides* Lam., *Origanum vulgare* L., *Phlomis tuberosa* (L.) Moench., *Nepeta cataria* L. Из семейства Poaceae – *Achnatherum splendens* и Hypericaceae – *Hypericum perforatum*. В конце лета доминируют виды семейства Asteraceae: виды рода *Artemisia*, *Scabiosa ochroleuca*, *Aster amellus*, *Ajania fastigiata*, *Saussurea elegans* и семейства Lamiaceae – *Salvia deserta*. Окончание вегетации характерно доцветанием длительновегетирующих многолетних травянистых растений *Achillea millefolium*, *Salvia deserta* – для начала периода покоя.

Список литературы

- Бейдеман И.Н. 1974. Методика изучения фенологии растений и растительных сообществ. Методические указания. – Новосибирск, Сиб. отд. «Наука», 155 с.
- Ботаническая география Казахстана и средней Азии (в пределах пустынной области). 2003. Под ред. Рачковкой Е.И., Волковой Е.А., Храмова В.П. – СПб., 424с.

- Быков Б.А. 1985. Еловые леса Тянь-Шаня. – Алма-Ата, 180с.
- Корчагин А.А. 1964. Полевая геоботаника. Методическое руководство, т. 3, – Изд-во: Академии Наук СССР, 531 с.
- Ролдугин И.И. 1989. Еловые леса Северного Тянь-Шаня (флора, классификация и динамика). – Алма-Ата, 306 с.
- Рубцов Н.И. 1955. Ботаническое районирование Северного Тянь-Шаня. – Изв. АН КазССР. Сер. Биол., вып. 10, С. 3-28.
- Скворцов А.К. 1977. Гербарий. Пособие по методике и технике. – М., Наука, 199 с.
- Флора Казахстана. 1956-1966. – Алма-Ата, Изд-во АН КазССР. Т.1-9.
- Черепанов С.К. 1995. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). – Русское издание. СПб., Мир и семья, 992 с.
- Шульц Г.Э. 1981. Общая фенология. – Ленинград, Наука, 188 с.
- Открытый атлас сосудистых растений России и сопредельных стран. – URL: <http://www.plantarium.ru>.

DOMINANTS SEASONAL CHANGE IN PLANT COMMUNITIES ON THE EXAMPLE OF REFERENCE SITES IN STATE NATIONAL NATURE PARK “KULSAI LAKES” STEPPE ZONE

I.G. Otradnykh¹, I.A. Syedina¹, D.G. Turgambaev², B.B. Ualyeva²

¹*Institute of botany and phytointroduction MES RK, Almaty, Kazakhstan; Phyto_bot15@mail.ru*

²*State national nature park «Kulsai lakes», Saty, Kazakhstan; kolsai_nauka@mail.ru*

Abstract. The data of phenological observations of plants of steppe biotopes for 2014–2019 are presented. Phenological indicators of some seasons are highlighted. An indicator of the beginning of spring is the bloom of *Crocus alata*, for mid-spring – *Tulipa tetraphylla*; end of spring – beginning of summer – *Iris ruthenica*, *Phlomis speciosa*, *Scutellaria przewalskii*, *Dracocephalum ruyschiana*. For midsummer is typical flowering of the Lamiaceae family species. The Asteraceae family species dominate at the end of summer. The end of vegetation – by the end of flowering of *Achillea millefolium*, *Salvia deserti*.

Keywords. Species, mountain steppes, pheno-indicator, phenological period, seasonal dominants.

СЕЗОННОЕ РАЗВИТИЕ НЕКОТОРЫХ ЛЕСНЫХ СООБЩЕСТВ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «МАРИЙ ЧОДРА»

Т.А. Полянская

*Национальный парк «Марий Чодра», Россия, 425090, Республика Марий Эл, п. Красногорский,
Центральная, 73; zamnauki@mail.ru*

Аннотация. В статье рассмотрены особенности сезонного развития трех лесных фитоценозов в национальном парке «Марий Чодра» в течение 1995–2018 гг. Сезонное развитие исследованных фитоценозов происходит неодинаково. Для большинства растений характерен весенне-летний период активного роста. Небольшие группы ценопопуляций составляют виды растений с двумя периодами роста (весенний и осенний) и с непрерывным ростом в течение всего периода вегетации.
Ключевые слова. Национальный парк «Марий Чодра», сезонное развитие, фенологические фазы, ритм развития.

Многовариантность (поливариантность) сезонного развития особей одной ценопопуляции (ЦП) является механизмом адаптации к постоянно меняющимся условиям обитания. В настоящее время работы по изучению особенностей сезонного развития разных фитоценозов продолжаются (Полянская, 2001; Турмухаметова, 2005; Горчакова, 2012; Иванова, Скок, 2019).

Цель работы: изучение особенностей ритмов развития лесных сообществ в национальном парке «Марий Чодра». В работе использованы методы, разработанные И.Г. Серебряковым (1951, 1954), Н.В. Бейдеман (1972). Частота наблюдений составила весной – 2–3 дня, летом – 5–6 дней.

Рельеф территории национального парка представляет собой волнистую равнину. Пересеченность усиливается ярусностью денудационных равнин, оврагами, балками, карстовыми поясами, долинами рек. Характерной особенностью территории является наличие карстового процесса. Климат района расположения национального парка умеренно-континентальный, характеризуется сравнительно жарким летом и морозной зимой с устойчивым снежным покровом. Средняя годовая температура воздуха колеблется в интервале +1...–+3 °С. Абсолютный минимум температуры достигает –52,0 °С. Средняя продолжительность теплого периода года с температурой выше 0 °С составляет около 200 дней. Территория парка относится к зоне неустойчивого увлажнения, отмечаются годы с достаточным, иногда с избыточным увлажнением, а иногда и засушливые. Почвенный покров национального парка отличается пестротой вследствие разнообразного рельефа и подстилающих пород. К числу наиболее распространенных относятся подзолистые и дерново-подзолистые почвы (81% площади национального парка). Своеобразие флоры национального парка обусловлено наличием лесных таежных, хвойно-широколиственных, лесостепных природных территориальных комплексов. Растительный покров представлен подтаежными хвойно-широколиственными лесами.

Ельник черничный. Исследуемый участок расположен в понижении, весной затопляется. Почвы супесчаные. Древесный ярус представлен елью финской (*Picea x fennica* (Regel.) Kom) с единичной примесью сосны (*Pinus sylvestris* L.), березы пушистой (*Betula pubescens* Ehrh.) и осины (*Populus tremula* L.). Под пологом леса растут: рябина (*Sorbus aucuparia* L.), бересклет бородавчатый (*Euonomus verrucosa* L.), калина (*Viburnum opulus* L.), крушина ломкая (*Frangula alnus* L.), малина (*Rubus idaeus* L.). Сомкнутость крон составляет 0,9. В травяно-кустарничковом ярусе – ценопопуляции (ЦП) 20 видов растений. Моховой покров образован *Pleurosium schreberi* L., *Hylocomium splendens* L. Проективное покрытие составляет 45–60%. В этом фитоценозе позже всего тает снег. В 1997 году снег полностью растаял 3 мая. Развитие травяного покрова началось позже по сравнению с другими фитоценозами, но сроки цветения особей в ЦП многих видов совпадали из-за более быстрого развития растений или задерживались на один-три дня. Первыми зацветают ожика волосистая (*Luzula pilosa* L.), черника (*Vaccinium myrtillus* L.), кислица обыкновенная (*Oxalis acetosella* L.). Позднее, с небольшим опозданием на (1–3 дня) по сравнению с другими изученными фитоценозами начинают и более продолжительно цветут земляника лесная (*Fragaria vesca* L.), седмичник европейский (*Trientalis europaea* L.), майник двулистный (*Maianthemum bifolium* (L.) W. F. Schmidt), ортилия однобокая (*Orthilia secunda* L.). Одновременно встречаются цветущие экземпляры малины и костяники (*Rubus saxatilis* L.). В течение всего периода наблюдений ландыш майский (*Convallaria maialis* L.) и вейник лесной (*Calamagostis arundinacea* (L.) Roth.) находились в вегетативном состоянии. В ельнике черничном преобладают летне-зеленые растения (63,2%), что, вероятно, связано с равномерным освещением и другими экологическими факторами, действующими в течение всего вегетационного периода. По сравнению с другими фитоценозами доминирует и группа вечнозеленых растений (21,1%), но в то же время отсутствуют коротковетвистые растения, кроме марьянника лугового (*Melampyron pratense* L.).

Сосняк черничный расположен на плоском водоразделе с супесчаными почвами. Первый древесный ярус представлен *P. sylvestris*, к которой примешиваются единичные экземпляры березы повислой (*Betula pendula* (Roth.)), второй ярус образует густой подрост *Picea x fennica*, изредка встречаются: дуб черешчатый (*Quercus robur* L.), яблони (*Malus domestica* Borkh.), крушина ломкая и рябина. Разреженный кустарниковый ярус состоит из лещины (*Corylus avellana* L.), шиповника (*Rosa* sp.), бузины красной (*Sambucus racemosa* L.) и бересклета бородавчатого. В окнах обильно возобновляется ель финская. Сомкнутость крон – 0,5–0,6. Травяно-кустарничковый ярус образован ЦП 34 видов растений. Проективное покрытие составляет 60–75%. Доминирует черника, образуя сплошные заросли. Редкий моховой покров образован *Pleurosium schreberi* L. и *Hylocomium splendens* L. Под кронами хвойных деревьев весеннее таяние снега и прогревание почвы происходит медленнее, чем в мелколиственных лесах. Неторопливый весенний прогрев почвы и напочвенного слоя влечет за собой задержку в развитии травяного покрова, особенно заметную при сравнении исследуемых ЦП растений в сосняке черничном и осиннике липово-снытевом. Сроки цве-

тения *Luzula pilosa* и *Oxalis acetosella* в сосняке черничном задерживаются на 3-5 дней, в то же время, за счет большего количества света и быстрого развития генеративных побегов, цветение *Vaccinium myrtillus*, *Trientalis europaea*, *Maianthemum bifolium* совпадает в обоих ценозах. *Orthilia secunda*, перловник поникший (*Melica nutans* L.) зацветают в сосняке черничном раньше, чем в осиннике. В конце мая цветут фиалка собачья (*Viola canina* L.), клевер ползучий (*Trifolium repens* L.), *Fragaria vesca*, *Convallaria maialis*, звездчатка злаковая (*Stellaria graminea* L.), *Rubus saxatilis*, гравилат городской (*Geum urbanum* L.). В конце июня наступает второй пик цветения растений за счет лесных летнецветущих и сорных видов, которых здесь больше, чем в других фитоценозах. В июле наблюдается цветение в ЦП нескольких поздноцветущих видов – *Melampyron pratense* L., гудаеры ползучей (*Goodaera repens* (L.) R. Br.), золотарника обыкновенного (*Solidago virgaurea* L.), *Calamagrostis arundinacea*. Преобладающими феноритм-группами в сосняке черничном являются летнезеленые (72,2%) и вечнозеленые (15,9) растения, но, в отличие от ельника черничного, здесь встречаются коротковетвистые растения, что, вероятно, связано с более благоприятными эколого-фитоценозическими условиями (рыхлая почва, обилие света без хвойных растений в I древесном ярусе).

Осинник липово-снытевый расположен на плоском водоразделе с супесчаными почвами. В древесном ярусе преобладает осина, изредка встречается береза бородавчатая, ель финская. В подросте обнаружены единичные экземпляры пихты сибирской (*Abies sibirica* Ledeb.). Сомкнутость крон – 0,8. Густой подлесок образован липой сердцевидной (*Tilia cordata* Mill.), кленом остролистным (*Acer platanoides* L.), рябиной. Под пологом встречаются кустарники: лещина, крушина и жимолость лесная (*Lonicera xylosteum* L.). Травяно-кустарничковый ярус мозаичного строения, состоит из ЦП 28 видов растений. Доминирующим видом является сныть обыкновенная (*Aegopodium podagraria* L.). Проективное покрытие травяного покрова составляет 60–75%.

Выделяются синузии эфемероидов. Моховой покров образован *Pleurosium schreberi* и *Hylocomium splendens*. После таяния снега в конце апреля, более раннего по сравнению с другими исследуемыми фитоценозами, начинается формирование и рост новых вегетативных и генеративных побегов зимнезеленых видов, подготовленных к раннему цветению еще подснежным развитием. В это время снег еще полностью не сходит, но почва уже оттаивает и слегка прогревается, температура воздуха в дневное время обычно достигает устойчивых значений 3–5 °С. В конце апреля – начале мая цветет медуница неясная (*Pulmonaria obscura* Dum.). В этот период на деревьях и кустарниках только начинается разворачивание листовых ночек и велико количество света, проникающего к почве. Постепенно, один за другим, используя благоприятные условия, цветут ранневесенние растения: ветреничник лютиковый (*Anemonoides ranunculoides* (L.) Hoiub.), хохлатка плотная (*Corydalis solida* Clairv.), хохлатка промежуточная (*Corydalis intermedia* (L.) Merat), адокса мускусная (*Adoxa moschatellina* L.). Затем цветут *Luzula pilosa*, осока верещатниковая (*Carex ericetorum* Poll.), *Oxalis acetosella*, фиалка удивительная (*Viola mirabilis* L.),

Vaccinium myrtillus, звездчатка жестколистная (*Stellaria holostea* L.). Во второй половине мая развитие травяного покрова происходит при некотором затенении, создаваемом распускающейся листвой осины, березы, липы, клена. Цветут следующие виды: *Trientalis europaea*, *Convallaria maialis*, *Maianthemum bifolium*, *Melica nutans*, бор развесистый (*Milium effusum* L.). В конце июня листва древесного яруса полностью сформировалась и затенение напочвенного покрова достигает максимума. В фазу цветения вступают вороний глаз четырехлистный (*Paris quadrifolia* L.), *Rubus saxatilis* L., *Ortilia secunda* и др. Постепенно число цветущих растений уменьшается.

В августе, когда в большинстве ЦП заканчивается фаза плодоношения, продолжают цветение *Solidago virgaurea* и *Melampyrum pratense*. Для данного фитоценоза характерно наибольшее число коротковегетирующих растений (7,7%) по сравнению с другими фитоценозами.

Таким образом, сезонное развитие данных фитоценозов протекает различно. Сравнивая ритм сезонного развития ЦП растений в изученных трех лесных фитоценозах в течение 1995–2018 гг., следует отметить следующие их особенности:

1. Начало и продолжительность вегетации. Более раннее начало вегетации отмечено в осиннике липово-снытевом (25.04–30.04), где происходит более раннее таяние снега и прогревание почвы. С некоторым запозданием начинают вегетировать растения в сосняке черничном (28.04–3.05) и ельнике черничном (28.04–30.04). В осиннике липово-снытевом наблюдалась наибольшая продолжительность вегетации (167–173 дня), в других фитоценозах – одинаково (161–165 дней). Характерно, что окончание вегетации происходит одновременно во всех фитоценозах.

2. Наступление и продолжительность фазы цветения. Наиболее раннее начало фазы цветения отмечено в осиннике липово-снытевом (30.04–5.05), что также связано с более благоприятным световым и тепловым режимом. В осиннике липово-снытевом наибольшее количество (12) раноцветущих видов, использующих для цветения более светлую часть вегетационного периода до массового распускания листьев на деревьях. Однако продолжительность фазы цветения (96–107 дней) наибольшая в сосняке черничном. Здесь же фаза цветения растянута, она охватывает все летние месяцы.

3. Фаза плодоношения. Наибольшая продолжительность фазы плодоношения отмечена для осинника липово-снытевого (131–142 дня), более кратковременна – в ельнике черничном (104–114 дней) и сосняке черничном (108–117 дней).

4. Ритм развития листового аппарата. Анализ сезонного ритма ЦП видов показывают, что одни виды имеют ассимилирующую поверхность в течение сравнительно небольшого периода, другие сохраняют ее круглый год (вечнозеленые, зимнезеленые). Как мы уже отмечали, преобладающей группой во всех исследуемых фитоценозах являются летнезеленые виды (63–72%). По ритму сезонного развития листового аппарата изученные фитоценозы относятся к бореальному типу, имея летний подъем и зимний спад, что соответствует графику изменения температур.

Таким образом, сезонное развитие исследованных фитоценозов происходит различно. Для большинства растений этих фитоценозов характерен весенне-летний период активного роста. Небольшие группы ЦП составляют виды растений с двумя периодами роста (весенний и осенний) и с непрерывным ростом в течение всего периода вегетации. При этом разнообразные процессы жизнедеятельности идут в ЦП большинства видов в течение всего периода, чередуясь во времени, иногда захватывая и зиму, обеспечивая более полное использование местообитаний во времени и пространстве к изменяющимся сезонным условиям. Как отмечал И.Г. Серебряков (1966), важнейшие годовые ритмы роста и развития обусловлены внутренними закономерностями (эндогенные ритмы). Соответствие ритмики климатическому фактору вырабатывается через адаптивное изменение состава популяций и отбор на популяционно-видовом уровне. Наиболее сильным синхронизатором эндогенных ритмов является микроклимат и эколого-фитоценологические факторы, а также история флоры и растительности данного района.

Список литературы

- Бейдеман И.Н. 1972. Методика изучения фенологии растений и растительных сообществ. – Новосибирск, Наука, 1972, 154 с.
- Горчакова А.Ю. 2012. Сезонное развитие бореальных злаков. – Известия Самарского научного центра РАН, Т.14, №1, с. 74-81.
- Полянская Т.А. 2001. Популяционное разнообразие и ритмы сезонного развития компонентов травяно-кустарничкового яруса лесных сообществ национального парка «Марий Чодра». – Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Йошкар-Ола, 22 с.
- Иванова Ю.Р., Скок Н.В. 2019. Сезонное развитие растительных сообществ в контексте изменяющихся погодных низкогорий Среднего Урала. – Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем, т. 30, № 1-2, с. 70-89.
- Серебряков И.Г. 1951. Ритмика сезонного развития и метеорологические условия. – Бюллетень МОИП. Отделение биологии, т. 56, вып. 2, с. 63-67.
- Серебряков И.Г. 1954. О методах изучения ритмики сезонного развития растений в стационарных геоботанических исследованиях. – Ученые записки Московского педагогического института имени В.П. Потемкина, т. 37, вып. 2, с. 3-20.
- Серебряков И.Г. 1966. Соотношение внутренних и внешних факторов в годовом ритме развития растений. – Ботанический журнал, т. 55, № 7, с. 923-938.
- Турмухаметова Н.В. Особенности морфогенеза побегов и феноритмов *Betula pendula* Roth. и *Tilia cordata* Mill. в условиях городской среды. – Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Новосибирск, 2005, 19 с.

SEASONAL DEVELOPMENT OF SOME FOREST COMMUNITIES OF THE NATONAL PARK «MARIY CHODRA»

T.A. Polyanskaya

*Mariy Chodra National Park, 73 Tsentralnaya st., Krasnogorskiy, Mari El Reublic, 425090,
Russia; zamnayki@mail.ru*

Abstract. The article considers the features of the seasonal development of three forest phytocenoses in the Mari Chodra National Park for three years from 1995-2018. The seasonal development of the studied phytocenoses is not the same. Most plants are characterized by a spring-summer period of active growth. Small groups of cenopopulations are plant species with two growth periods (spring and autumn) and with continuous growth throughout the entire growing season.

Keywords. Mariy Chodra National Park, seasonal development, phenological phases, development rhythm.

ОСНОВНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ В ДИНАМИКЕ ЕЛОВЫХ ЛЕСОВ ЦЕНТРАЛЬНО-ЛЕСНОГО ЗАПОВЕДНИКА ЗА ПОСЛЕДНИЕ 20 ЛЕТ

М.Ю. Пукинская

*Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, Россия, 197376, Санкт-Петербург,
ул. Проф. Попова, д. 2; pukinskaya@gmail.com*

Аннотация. В работе анализируются изменения в динамике еловых древостоев Центрально-Лесного заповедника за последние 20 лет: распад еловых древостоев в результате сильных ветров и смена лесообразующих пород в неморальных ельниках. Показано, что наиболее стабильными в настоящее время являются чернично-сфагновые ельники заповедника.

Ключевые слова. Динамика еловых лесов, ель европейская, Центрально-Лесной заповедник.

Центрально-Лесной заповедник (ЦЛЗ) был основан в 1931 г. Первое подробное обследование лесов заповедника выполнено Я.Я. Алексеевым, который отмечал преобладание молодых лесов (Алексеев, 1935). По данным лесоустройства средний возраст ельников южного лесничества с 1939 по 1984 гг. увеличился с 83 лет до 131 года (Пугачевский, Шапошников, 1999). Начиная с 1987 г. динамику ельников заповедника определили массовые ветровалы с предшествовавшим или последующим очаговым усыханием ели. В ураган 1987 г. выпало 10%, а было повреждено 66% лесов заповедника (Карпачевский и др., 1999). Ураган 1996 г. был не менее разрушительным. Анализ дендрохронограмм показал, что 33% модельных елей ($n=307$) в разных кварталах резко увеличили свой прирост по радиусу (Lorimer, Frelich, 1989) после урагана 1996 г., что указывает на снятие конкуренции в связи с вывалом соседних деревьев. За последние 20 лет это наибольший процент одновременных освобождений у елей в ЦЛЗ (Пукинская, 2014). Позднее значительные ветровальные разрушения древостоя произошли в 2017–2018 гг. Такова в общих чертах картина динамики еловых лесов за время существования заповедника.

Наши исследования в Центрально-Лесном заповеднике продолжаются с 1999 г., и хотя 20 лет в развитии леса – очень малый срок, однако, он пришелся на самый динамичный период их развития за последнее столетие. По мнению большинства исследователей, наиболее устойчивы разновозрастные древостои с постоянно идущим возобновительным процессом и постепенным обновлением древостоя. Для ельников это показано С.А. Дыренковым (Дыренков и др., 1970). После крупных нарушений (пожары, ветровалы, усыхания) новый древостой постепенно становится разновозрастным, если не происходит последующих нарушений. Наш анализ возрастной структуры спелых и перестойных древостоев 47 пробных площадей (по 400 м²) показал, что 50% ельников имеют относительно разновозрастную структуру, и 50% – условно одновозрастную (с

амплитудой возраста в 40–50 лет). При этом в чернично-сфагновых ельниках преобладают относительно разновозрастные древостои (85% пробных площадей, $n=13$); в более богатых местообитаниях – они составляют 38% ($n=34$). То есть, большей устойчивостью здесь обладают чернично-сфагновые ельники. Наибольший возраст модельных елей на пробных площадях составил 250 лет (на уровне груди – 130 см). При этом в чернично-сфагновом ельнике ели старше 200 лет присутствовали на 62% пробных площадей, в остальных типах леса – на 35%. В неморальных ельниках средний возраст усохших елей составляет 143 года ($n=65$), живых – 112 лет ($n=61$); различия достоверны, $t=4.82$. В других типах леса эта закономерность не выявлена. Средний возраст ветровальных елей, выпавших зелеными, составил 120 лет ($n=13$). Это показывает, что в неморальных ельниках происходит возрастной отпад, но ветровалы снижают продолжительность жизни ели.

Важнейшей составляющей устойчивости древостоя является успешность возобновления лесообразующих пород. Основным источником елового возобновления до недавнего времени были окна в пологе ельника (площадью приблизительно 500–1500 м²). Как показало исследование, окна образуются постепенно, в течение 20–50 лет после первых вывалов, и последовательно формируют условия для появления новых генераций ели (прежде всего – просвет в пологе леса и перегнивающий валеж). Наибольшее количество елового подроста (в среднем 4200 экз./га) было отмечено в окнах чернично-сфагновых и чернично-зеленомошных ельников (Пукинская, 2009), наименьшее – в неморальных (в среднем 1200 экз./га). В последнее время леса ЦЛЗ стали настолько разреженными в результате частых ветровалов, что окна уже не отличаются от фоновых участков. Это подтверждается приростами елового подроста. 20 лет назад радиальные приросты елового подроста в окнах составляли в среднем 1.6 мм/год на у.г., в фоновых участках под пологом перестойных ельников – 0.6 мм/год. В современных сильно разреженных ельниках заповедника они составляют 1.4 мм/год, как в окнах. Однако усиления возобновления ели не наблюдается, а в кислично-неморальных ельниках имеющийся еловый подрост угнетен разросшимися липой и кленом.

Восстановление елового древостоя на сплошных ураганных вывалах зависит от наличия предварительного елового подроста. В чернично-сфагновых ельниках, где благонадежного елового подроста достаточно, ельники успешно возобновляются как на сплошных ураганных вывалах, так и в очагах усыхания ели. В более богатых местообитаниях с распадом древостоя ельники сменяются на липо-кленовники с примесью ели на 74% пробных площадей ($n=21$).

За прошедшие 20 лет наиболее заметным явлением в динамике лесов заповедника, наряду с распадом древостоев, является смена лесообразующих пород в неморальных ельниках. Анализируя литературные источники с 1930-х гг. можно проследить прогрессирующее усиление участия широколиственных пород (в основном липы и клена) в древостое кислично-неморальных ельников. В 1931 г. по данным Я.Я. Алексеева (Алексеев, 1935) в древостое наиболее богатых ельников (кислично-травных ельников с неморальными элементами в

травостое и подлеске) участие клена составляло 0.42, вяза – 0.06, липы – 0.003 и менее (по 10-балльной шкале). В 1955 г., по данным Н.И. Пьявченко (Пьявченко, 1955), широколиственные породы участвовали в древостоях как примесь. К 1983 г., по данным В.Г. Карпова и Е.С. Шапошникова (Факторы регуляции..., 1983), в ельнике липняково-ясенниковом численность широколиственных пород в древостое (II ярус, средняя высота 16-18 м) составляла: липы 3 шт./га, клена – 4 шт./га, ильма – 5 шт./га. К 1999 г. клен и липа высотой 12–15 м отмечались как характерная примесь во II подъярусе в наиболее богатых неморальных ельниках (Пугачевский, Шапошников, 1999). К 2019 г. по нашим данным в распадающихся неморальных ельниках численность широколиственных пород 12-25 м высотой составляет в среднем для липы – 192 шт./га, для клена – 266 шт./га, для вяза – 29 шт./га. При этом встречаемость клена в древостое – 0.9, липы – 0.9, вяза – 0.4 (по 21 пробной площади). То есть, за прошедшие 90 лет широколиственные древесные породы сильно увеличили свою численность в древостое, в наибольшей степени липа.

Широко распространено мнение о том, что отсутствие в прошлом широколиственных пород, особенно липы, было обусловлено выборкой их населением на хозяйственные нужды. Это, безусловно, имело место, но прекратилось с созданием заповедника в 1931 г. Учитывая присутствие липы и клена в подлеске, отмеченное уже Я.Я. Алексеевым, возраст старших деревьев этих пород должен быть не менее 90 лет. Между тем, нам представляется очень существенной публикация Г.М. Крепса (Крепс, 1949) о вымерзании широколиственных пород в 1939–1940 гг. С тех пор прошло 80 лет. На наших пробных площадях наибольший возраст клена составил 75 лет (n=23), липы – 79 лет (n=27), вяза – 80 (n=2). При этом липы и клены 60-79 лет присутствуют на половине пробных площадей. Эти факты подтверждают наше мнение о том, что климат препятствовал выходу широколиственных пород в древостой.

Насколько продолжительной может быть смена неморальных ельников липо-кленовниками – неизвестно. Современные липы и клены старшего возраста пока что очень хорошей жизненности, а еловое возобновление под ними неблагонадежное. Нам представляется, что ельник с участием широколиственных пород в подлеске является переходным типом, который, в зависимости от климатических условий, меняется: при похолодании – в сторону усиления ели, при потеплении климата – в сторону широколиственных пород (как сейчас). Наиболее стабильными в настоящее время являются интразональные сообщества чернично-сфагновых ельников, в которых доминирование ели сохраняется даже при сплошных вывалах. Они могут быть источником распространения ели на дренированные местообитания при изменении условий.

Работа выполнена по плановой теме «Разнообразие, динамика и принципы организации растительных сообществ Европейской России» № ААА-А-А19-119030690058-2.

Список литературы

- Алексеев Я. Я. 1935. Очерк растительности Центрального лесного заповедника. – В сб.: Труды Центрального лесного государственного заповедника, вып. 1, с. 14-46.
- Дыренков С.А., Чертов О.Г., Кобак Э.О., Шергольд О.Э., Канисев Г.Н. 1970. Структура и динамика ненарушенных древостоев средне- и южнотаежных ельников Пермской области. – Леса Урала и хозяйство в них, вып. 5, с. 71-74.
- Карпачевский Л.О., Кураева Е.Н., Минаева Т.Ю., Шапошников Е.С. 1999. Демутационные процессы в нарушенных сплошными ветровалами еловых лесах. – Сукцессионные процессы в заповедниках России и проблемы сохранения биологического разнообразия, с. 380-387.
- Крепс Г.М. 1949. О морозобое широколиственных деревьев зимой 1939/40 года. – В сб.: Научно-методические записки, вып. XII, с. 248-265.
- Пугачевский А.В., Шапошников Е.С. 1999. Возрастная динамика древостоев и развитие лесных сообществ. – Сукцессионные процессы в заповедниках России и проблемы сохранения биологического разнообразия, с. 325-333.
- Пукинская М.Ю. 2009. Формирование еловых древостоев на сплошных вывалах Центрально-Лесного заповедника и проблема естественного восстановления ельников. – Бот. журн., т. 94, № 11, с. 1657-1672.
- Пукинская М.Ю. 2014. К методике изучения естественных нарушений в еловых лесах по дендрохронограммам. – Бот. журн., т. 99, № 6, с. 690-701.
- Пьявченко Н.И. 1955. История лесов Центрально-Лесного заповедника в послеледниковое время. – Труды комиссии по изучению четвертичного периода. XII, с. 70-80.
- Факторы регуляции экосистем еловых лесов. 1983. / Под ред. В.Г. Карпова. 318 с.
- Lorimer C.G., Frelich L.E. 1989. A methodology for estimating canopy disturbance frequency and intensity in dense temperate forests. – Canadian Journal of Forest Research, vol. 19, pp. 651-663.

MAIN CHANGES IN THE DYNAMICS OF SPRUCE FORESTS OF THE CENTRAL FOREST RESERVE OVER THE PAST 20 YEARS

M.Yu. Pukinskaya

*Komarov Botanical Institute RAS, 2 Prof. Popov St., St. Petersburg, 197376, Russia;
pukinskaya@gmail.com*

Abstract. The paper analyzes changes in the dynamics of spruce stands in the Central Forest reserve over the past 20 years: the decline of spruce stands as a result of strong winds and the change of forest-forming species in nemoral spruce stands. It is shown that the blueberry-sphagnum spruce forests of the reserve are the most sustainable at present.

Keywords. Dynamics of spruce forests, European spruce, Central Forest reserve.

ОСОБЕННОСТИ ЦВЕТЕНИЯ *CHAMAEDAPHNE CALYCVLATA*

Е.А. Куракина

Торопецкая биологическая станция «Чистый лес», Россия, 172862, Тверская обл., Торопецкий район,
д. Бубоницы; leddum@mail.ru
Государственный природный заповедник «Рдеевский»

Аннотация. В январе и феврале 2020 г. на Норовском озёрно-болотном комплексе у 75% генеративных побегов локальной популяции *Chamaedaphne calyculata* отмечено начало цветения, которое в апреле перешло в фазу полного цветения. Весь процесс цветения длился более 120 дней. Данное явление наблюдалось на фоне аномальных для зимних месяцев положительных температур и отсутствия устойчивого снежного покрова.

Ключевые слова: болотные кустарнички, холодоустойчивые виды, начало цветения, полное цветение, *Chamaedaphne calyculata*.

Наблюдения за фенологическим состоянием *Chamaedaphne calyculata* (L.) Moench. (хамедафне обыкновенная, или мирт болотный, кассандра), проводились в феврале – апреле 2020 г. на территории памятника природы «Бубоницкий бор», Окское лесничество Торопецкого района Тверской области. Это район хвойно-широколиственных лесов на конечно-моренном рельефе западных отрогов Валдайской возвышенности. Район характеризуется умеренно-континентальным климатом, избыточным увлажнением, обуславливающим сравнительно теплое лето и умеренно холодную зиму с устойчивым снежным покровом и хорошо выраженными переходными сезонами (Сорокин и др., 2006). Рельеф местности сильнопересеченный. Максимальные уклоны поверхности достигают 42°, отметки – высот до 221 м. В рельефе озерно-холмистого ландшафта выражены озовые гряды и камовые холмы. В замкнутых слабопроточных котловинах расположены небольшие болота и болотные комплексы с озерами и озёрками.

Наблюдения за особенностями цветения *C. calyculata* проводились на одном из таких болот, Норовском озёрно-болотном комплексе площадью 17 га. Болотно-озёрный комплекс представляет тип верховых выпуклых и плосковыпуклых болот (Макаренко, Шадрин, 1999). Центральный участок болота безлесный, лишь на грядах растут редкие невысокие сосны, выражены грядово-мочажинные и грядово-озерковые участки. По склонам развиты сосново-кустарничково-сфагново-пушицевые сообщества. В пределах этого комплекса *C. calyculata* растёт на южном склоновом участке болота в окружении олигомезотрофной растительности, представленной *Pinus sylvestris* L., *fuliginosa*, *Ledum palustre* L., *Eriophorum vaginatum* L., *Oxycoccus palustris* Pers., *Sphagnum angustifolium* C.E.O. Jensen, *Sphagnum magellanicum* Brid.

C. calyculata – вечнозеленый кустарничек семейства вересковых. Ареал этого вида довольно широк, он растёт в таёжной зоне Евразии и Северной Амери-

ки, встречается в Средней Европе (на севере Польши), Манчжурии и Северной Японии. Массовое цветение мирта начинает цикл сезонного развития его генеративных побегов после периода зимнего покоя в конце апреля – начале мая и продолжается две-три недели. Каждый год рост генеративных побегов продолжается до середины августа, к этому времени формирование соцветий на них полностью заканчивается. Часть бутонов в нижней части соцветия, однобокой облиственной кисти, несущей, как правило, от 4 до 23 цветков (в среднем 14), нередко в августе раскрывается – это весьма обычное явление, называемое вторичным цветением (Баландина, Мусина, 1990).

При наблюдениях за локальной популяцией в 2020 г. использовался интегральный фенологический метод по Батманову. Подекадно в процентах оценивалось количество генеративных побегов мирта, находящихся в определённом фенологическом состоянии; подсчитывалось максимальное и минимальное количество морфологических элементов генерации, находящихся в разных фенологических стадиях. Наблюдения проводились с учётом следующих фенофаз и подфаз, указываемых И.Н. Бейдеман (1974) для многолетних растений: (б) – бутонизация: (б)1- формирование бутонов, (б) 2 – полная бутонизация; (ц) – цветение: (ц)1 – раскрытие бутонов, начало цветения, появление первых цветков с преобладанием бутонов; (ц)2 – полное цветение; (ц)3 – отцветание; (п) – плодоношение: п(1) – опадение околоцветника; п(2) – наличие только незрелых плодов одновременно с цветками. Фенофазы определялись визуально и различались по внешним признакам по аналогии с *Vaccinium vitis-idea* L. (Поликарпова, Макарова, 2016). Температура воздуха (средняя, максимальная и минимальная; среднее значение положительных температур – М) приводятся подекадно в конкретный период фенофазы. Метеоданные предоставлены Тверским ЦГМС, филиалом ФГБУ «Центральное УГМС» (табл.1).

В литературных источниках отмечено, что хамедафне, или мирт болотный, устойчива к низким температурам, цветёт даже при 2°C (Баландина, Мусина, 1990).

В январе и феврале 2020 г. на Норовском озёрно-болотном комплексе у 75% генеративных побегов локальной популяции мирта болотного отмечено начало цветения (возможно, цветение началось еще в декабре). Массовое начало цветения зарегистрировано в первой декаде февраля при среднем значении температуры 1 °С. В это же время наблюдалось опадение околоцветников у 5% генеративных побегов. К третьей декаде марта *C. calyculata* вступила в фазу начала отцветания (5%). 2 апреля 50% побегов вступили в фазу полного или массового цветения при среднем значении температуры воздуха 3,9 °С. В апреле на 95% генеративных побегов мирта имеется от 14 до 16 цветков в соцветии.

В 2020 г. *C. calyculata* цвела с 1 января по 30 апреля, продолжительность цветения составила более 120 дней. Понимание биологии *C. calyculata* позволит в будущем точнее оценить влияние погодных аномалий на особенности развития данного вида.

Таблица 1. Фенофазы генеративных побегов *Chamaedaphne calyculata* и изменение температуры воздуха за период январь-апрель 2020 г.

Месяц	№ декады	t°C М	max t°C М	t°C min М	положительная t°C М	фенофазы	min и max кол-во элементов генерации	% побегов
январь	1	0,2	1,3	-1,2	1	б(1) б(2) ц(1)	1-2 1-2 1-2	35 35 5
	2	1,2	2,7	-0,5	2,1	б(1) б(2) ц(1)	1-2 2-3 1-3	50 50 50
	3	0,6	2,3	-1	1,2	б(1) б(2) ц(1)	1-2 2-3 1-4	75 75 70
Средняя t воздуха за январь 0,7°C, при среднемноголетней месяца -7,4°C								
февраль	1	-2,3	0,2	-5	1,4	б(1) б(2) ц(1) п(1)	1-6 1-5 1-5 1-2	75 75 75 5
	2	1,9	4,2	0,1	2,3	б(1) б(2) ц(1) ц(3) п(1)	1-5 1-4 1-4 1 1-2	75 75 75 30 5
	3	0,4	3	-1,7	1,3	б(1) б(2) ц(1) ц(3) п(1)	2-5 1-2 2 2 1-2	75 75 75 50 5
Средняя t воздуха за февраль 0,0° С, при среднемноголетней месяца -6,8°C								
март	1	2,8	5,5	0,5	3,2	б(1) б(2) ц(1) ц(3) п(1)	2-5 1-4 1-3 1-2 1-2	75 75 75 60 5
	2	2,3	6,5	-0,9	4	б(1) б(2) ц(1) ц(3) п(1)	1-2 1-2 1-3 2-4 1-2	75 75 75 75 5
	3	-1,9	6,8	-5,3	3,9	б(1) б(2) ц(1) ц(3) п(1)	2-2 1-5 1 4-6 1-2	75 75 75 75 5
Средняя t воздуха за март 1,9°C, при среднемноголетней месяца -2,0°C								

апрель	1	3,9	8,6	-0,7	4,4	б(1)	1-7	50
						б(2)	1-5	95
						ц(2)	1-6	80
						ц(3)	4-7	90
						п(1)	1-3	10
	2	3,4	6,7	-1,2	3,4	б(1)	1-5	50
						б(2)	1-6	95
						ц(2)	1-8	85
						ц(3)	4-7	90
						п(1)	1-3	10
						п(2)	1-2	5
	3	5,3	10,7	-0,4	5,3	б(1)	1-5	40
						б(2)	1-5	90
						ц(2)	1-8	85
						ц(3)	4-7	90
						п(1)	1-3	15
						п(2)	1-2	5
Средняя t воздуха за апрель 4,2°C, при среднемноголетней месяца 5,1°C								

Список литературы

- Баландина Т.П., Мусина Г.В. 1990. Хамедафне болотная (болотный мирт). – Серия: Биологическая флора Московской области / Под ред. В.Н. Павлова и др., вып. 8. – М., Изд-во МГУ, с. 189-197.
- Бейдеман И.Н. 1974. Методика изучения фенологии растений и растительных сообществ. – Новосибирск, Наука, с. 36-37.
- Макаренко Г.Л., Шадрина Н.И. 1999. Основы биогеоценологии болот. – Тверь, Тверской государственный технический университет, 160 с.
- Поликарпова Н. В., Макарова О. А. 2016 Фенологический атлас растений. – Рязань, Голос губернии, с. 102-116.
- Сорокин А.С., Тюсов А.В., Кириллова Т.М., Журавлева И.В. 2006. Охрана живой природы как условие эффективного использования ландшафтного потенциала (на примере Торопецкого района Тверской области). – Вестник ТВГУ. Серия «Биология и экология». Вып. 2, Биоразнообразие и охрана природы, с. 149-150.

FEATURES OF FLOWERING OF *CHAMAEDAPHNE CALYCVLATA*

E.A. Kurakina

Toropeckaya biologicheskaya stanciya "Chistiy Les", d. Bubonicy, Toropeckiy region, 172862, Russia, FGU GPZ "Rdeyskiy" leddum@mail.ru

Abstract. In January and February 2020, at the Norovskoye Lake-Swamp complex, 75% of the generative shoots of the local population of *Chamaedaphne calyculata* the beginning of flowering was noted, which in April passed into the full-flowering phenophase. The entire flowering process lasted more than 120 days. This phenomenon was observed against the background of abnormally high positive temperatures for the winter months and the absence of stable snow cover.

Keywords. Marsh shrubs, cold-resistant species, the beginning of flowering, full bloom, *Chamaedaphne calyculata*.

ВЛИЯНИЕ СЕЗОННЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ НА НЕМАТОД-ВИРУСОНОСИТЕЛЕЙ В ЕСТЕСТВЕННЫХ БИОГЕОЦЕНОЗАХ УМЕРЕННОГО КЛИМАТИЧЕСКОГО ПОЯСА РОССИИ

Е.Н. Попова¹, И.О. Попов²

¹Институт географии РАН, Россия, 119017, Москва, Старомонетный пер., 29;
en_porova@mail.ru

²Институт глобального климата и экологии имени академика Ю.А. Израэля, Россия, 107258,
Москва, ул. Глебовская, 20Б; igor_o_popov@mail.ru

Аннотация. В процессе многолетних наблюдений было проведено изучение сезонной динамики численности фитопаразитических нематод-вирусоносителей семейств Longidoridae и Trichodoridae (Nematoda). Отбор образцов проводили на протяжении вегетационных периодов в различных биогеоценозах Московской области. Выявлена зависимость изменения численности и структуры популяций данной группы фитонематод от погодно-климатических факторов сезона, почвенного типа и состояния растения-хозяина. Достоверность выявленных различий была подтверждена с помощью дисперсионного анализа.

Ключевые слова. Longidoridae, Trichodoridae, сезонная динамика, биогеоценозы, умеренный климат, Россия.

Нематоды (Nematoda) или круглые черви в современной классификации и систематике беспозвоночных выделяются в отдельный тип (Hodda, 2011). Они образуют группу организмов, переживающих ярко выраженный биологический прогресс, который характеризуется численным увеличением популяций, широким распространением и многообразной видовой дифференцировкой группы. Нематоды, ассоциированные с почвой, за исключением некоторых родов, – это черви цилиндрической формы, вытянутые в длину, которая варьирует от 0,2 до 12 мм. У большинства видов длина достигает 0,5-2 мм. Как правило, нематоды бесцветны и прозрачны. По типу питания нематоды делятся на несколько эколого-трофических групп (Парамонов, 1962; Романенко (Попова), 2000; Yeates et al., 1993). Среди них выделяется группа фитопаразитических нематод, которые питаются за счет растений и могут нанести им значительный ущерб (Деккер, 1972). Фитопаразитические нематоды также подразделяются на различные подгруппы. Одной из наиболее опасных является подгруппа фитопаразитических нематод-вирусоносителей. Эти нематоды не только наносят ущерб растениям непосредственно, прокалывая отдельные клетки неодревесневших корней и высасывая их содержимое, но и за счет своей способности переносить опасные вирусы и заражать ими растения. Эти вирусные болезни могут приводить к значительным выпадениям в растительных популяциях (Романенко, 1993; Brown et al., 1995; Decraemer, 1995). К нематодам-вирусоносителям относятся представители двух семейств: Longidoridae (Nematoda: Dorylaimida)

и Trichodoridae (Nematoda: Triplonchida). В виду существенной опасности, которую представляют эти нематоды и переносимые ими вирусы для различных природных и культурных растительных сообществ, изучение их экологических особенностей имеет огромное значение.

Численность популяций нематод не является константной, она подвержена значительной динамике, особенно сезонной. Характер ее флуктуаций зависит от многих биотических и абиотических факторов, таких как колебания температуры и влажности окружающей среды, химические и физические свойства почвы, ее тип, продолжительность сроков вегетационного периода, виды растений-хозяев, состояние и динамика развития корневой биомассы, ее пространственное – вертикальное и горизонтальное – распределение, глубина почвенного горизонта. Изучение сезонной динамики численности паразитических нематод, в том числе вирусоносителей, и факторов, оказывающих влияние на ее характер, является важным направлением в фитонематологии и стало развиваться еще со второй половины XX века (Метлицкий и др., 1979; Романенко, 1973, 1993; Романенко (Попова), 2000, 2001; Шестеперов, 1985; Norton, 1978; Sabova et al., 1979; Weischer, 1974; и др.).

Начиная с 1992 года, нами были проведены многолетние исследования, направленные на изучение динамики численности нематод-вирусоносителей семейств Longidoridae и Trichodoridae в различных естественных биогеоценозах центральной части Европейской России (ЕЧР) на территории Московской области. Этот регион относится к Атлантико-континентальной европейской климатической области умеренного пояса (Алисов, 1956). Климат этой области характеризуется как умеренно континентальный влажный с теплым летом и умеренно холодной зимой, с четко выраженной сезонностью. Период со среднесуточной температурой ниже 0 °C в Московской области длится обычно 120–135 дней, начинаясь в середине ноября и заканчиваясь в середине-конце марта. Среднегодовая температура на территории области колеблется от 3,5 до 5,8 °C. Сочетание атлантического и континентального влияния приводит к тому, что на протяжении сезона могут наблюдаться значительные колебания температуры и влажности. Так, в зимний сезон, наряду с достаточно холодными малоснежными периодами, происходят оттепели разной продолжительности, с положительными температурами и осадками. Такой же нестабильностью отличается и летний период – жара и засуха сменяются похолоданием и обильными ливнями. Переходные периоды – весна и осень – характеризуются промежуточными (между зимними и летними) температурными значениями и большим количеством осадков, которое отражается на влажности почвы. В весенний период на влажность почвы также значительное влияние оказывает снеготаяние, вызывающее весеннее половодье и подъем уровня грунтовых вод. Эти климатические параметры оказывают влияние на численность популяций фитопаразитических нематод-вирусоносителей как непосредственно, так и опосредованно – через растения-хозяина.

Динамику общей численности всех таксономических групп нематод и, в том числе, динамику численности нематод-вирусоносителей изучали на про-

тяжении вегетационного периода с мая по октябрь. Для этого проводили отбор смешанных почвенных образцов (из разных почвенных проб) общим весом около 1 кг, в трехкратной повторности. Почвенные образцы отбирали из трех ризосферных слоев: 0–10 см, 11–40 см, 41–70 см, где сосредоточена основная биомасса фитопаразитических нематод. При этом корневая биомасса, приуроченная к каждому из этих почвенных слоев, принадлежала различным растениям. В самом верхнем слое находилась ризосфера однолетних растений, ниже – ризосфера многолетников и в самом глубоком почвенном слое присутствовала, преимущественно, биомасса корней кустарниковых и древесных растений.

При лабораторном извлечении нематод из почвы использовали следующие методы – декантации-просеивания по Флеггу (Flegg, 1967) и вороночный метод Берманна (Baermann, 1917). В дальнейшем нематоды фиксировали 4%-ным формалином и подсчитывали их количество с помощью бинокуляра. Определение проводили под световым микроскопом на глицериновых препаратах, изготовленных по методике (Seinhorst, 1959).

Для большинства обследованных биогеоценозов Подмосковья наиболее распространенными представителями сем. Longidoridae были виды *Longidorus elongatus* (de Man, 1876) и *Xiphinema diversicaudatum* (Micoletzky, 1927), которые являются переносчиками вирусов непо-группы, таких как вирус мозаики-резухи (Arabic Mosaic Virus – AMV), вирус кольцевой пятнистости малины (Raspberry Ring Spot Virus – RRSV), вирус черной кольцевой пятнистости томата (Tomato black ringspot virus – TBRV), вызывающие серьезные заболевания различных культурных и дикорастущих растений (Романенко, 1993). Наиболее часто встречающимся в различных экотопах видом из сем. Trichodoridae был вид *Trichodorus primitivus* ((de Man, 1880) Micoletzky, 1922), также были обнаружены виды *Trichodorus similis* (Seinhorst, 1963) и *Paratrichodorus teres* (Hooper, 1962). Эти виды являются переносчиками tobравирусов, таких как вирус погремковости табака (Tobacco rattle virus – TRV) и вирус раннего побурения гороха (Pea early-browning virus – PEBV), поражающие широкий круг растений-хозяев (Gibbs, Harrison, 1976).

Обнаружено, что значительный подъем общей численности нематод в верхних горизонтах (0–40 см) во всех изученных биогеоценозах Московской области наблюдается в конце мая, начале июня. В нижних горизонтах (41–70 см) максимальный подъем общей численности нематод, напротив, приходится на середину лета. Это связано с тем, что в начале вегетационного сезона происходит бурное размножение популяций почвенных нематод в условиях умеренно-континентального климата, почва достаточно увлажнена и температурные значения не поднимаются выше критических для нематод значений. В середине лета, когда, как правило, температура воздуха повышается, а верхние слои почвы могут подвергаться пересыханию, основная масса нематод мигрирует в более глубокие почвенные слои. Также небольшой подъем общей численности нематод в верхней части профиля отмечается в конце сентября – начале октября (Романенко (Попова), 2000).

Для нематод-вирусоносителей отмечали несколько иную сезонную динамику численности. Представители семейств Longidoridae и Trichodoridae до-

стигали первого подъема численности во всех почвенных горизонтах ближе к середине лета – в конце июня, начале июля, что было связано с наращиванием максимальной корневой фитомассы растениями-хозяевами в этот период. Межсезонное колебание данного пика численности коррелировало с наблюдаемой в вегетационный период конкретного года температурой и влажностью воздуха и почвы. Колебания осеннего пика численности нематод-вирусоносителей также имели значительный размах в зависимости от почвенных условий обитания, состояния растения-хозяина и климатических условий осеннего периода конкретного года. В зависимости от последнего фактора осенний подъем численности нематод-вирусоносителей мог варьировать от начала до середины осени.

Также отмечали изменение структуры популяций фитопаразитических нематод-вирусоносителей на протяжении вегетационного периода. В начале вегетационного сезона у фитопаразитических нематод-вирусоносителей, также как и у других групп нематод, отмечено доминирование личиночных стадий в популяциях, что свидетельствует об интенсивном процессе размножения почвенных нематод в этот период. Такое же увеличение личинок в популяции наблюдается осенью, что связано с интенсивным размножением перед началом зимнего периода, когда нематоды находятся в состоянии покоя.

Полученные результаты были обработаны с помощью метода факторного дисперсионного анализа, в результате чего были выявлены существенные различия численности фитопаразитических нематод-вирусоносителей по срокам взятия образцов; различия по почвенным горизонтам оказались несущественными. Проведенным факторным дисперсионным анализом также была подтверждена достоверность различий между значениями численности нематод-вирусоносителей в различные сроки отбора образцов.

Полученные данные по сезонной динамике численности нематод-вирусоносителей семейств Longidoridae и Trichodoridae имеют важное научное и практическое значение ввиду особой угрозы, которую представляют эти нематоды для различных групп культурных растений. Размножаясь и поддерживая природные очаги в естественных биогеоценозах, эти нематоды могут затем пассивно (с почвой и растениями) или активно (в процессе непосредственного передвижения) мигрировать в плодово-ягодные насаждения и питомники и в земли сельскохозяйственного назначения, где их появление приведет к значительному снижению урожая и/или качества продукции. В связи с этим, полученные сведения о численных сезонных и межсезонных флуктуациях данной группы фитопаразитов могут быть использованы в стратегии планирования и проведения защитных мероприятий для снижения и подавления численности нематод-вирусоносителей и переносимых ими опасных вирусных инфекций в различных агроценозах.

Работа выполнена в рамках темы ФНИ гос. задания гос. академий наук № 0148-2019-0009, АААА-А19-119022190173-2: «Изменения климата и их последствия для окружающей среды и жизнедеятельности населения на территории России», экспедиционные работы проведены при поддержке гранта РФФИ №05-04-49237-а

«Изучение закономерностей зоогеографического распространения нематод-вирусоносителей семейств Longidoridae (Dorylaimida) и Trichodoridae (Triplonchida) переносчиков непо- и тобра- групп вирусов на территории России».

Список литературы

- Алисов Б.П. 1956. Климат СССР. – М., Изд-во Моск. ун-та, 128 с.
- Деккер Х. 1972. Нематоды растений и борьба с ними. – М., «Колос», 444с.
- Метлицкий О.З., Белозерова Г.С., Романенко Н.Д. 1979. Некоторые принципы изучения сезонных флуктуаций фитопаразитических нематод. – В кн.: Принципы и методы изучения взаимоотношений между паразитическими нематодами и растениями. – Тарту, с. 51-60.
- Парамонов А.А. 1962. Основы фитогельминтологии. – М., Изд-во АН СССР, т. 1, 479 с.
- Романенко (Попова) Е.Н. 2000. Почвенные нематоды и почвенно-экологические закономерности их распространения. – Дисс. ...канд.биол.наук, М., МГУ, 217 с.
- Романенко (Попова) Е.Н. 2001. Изучение факторов, регулирующих численность и пространственное распределение фитопаразитических нематод-вирусоносителей семейства Longidoridae. – В кн.: Материалы докладов науч.конф. «Теория и практика борьбы с паразитическими болезнями» (23-24 мая 2001, Москва). – М., с. 218-220.
- Романенко Н.Д. 1973. Распространение и динамика численности паразитических нематод семейств Longidoridae (Thorne, 1935) Meyl, 1961 и Criconeematidae (Taylor, 1936) Thorne, 1949 на плодовых и ягодных культурах в Нечерноземной полосе РСФСР. – Автореф. дисс. ...канд. биол. наук. – М., Всесоюзный институт гельминтологии имени К.А. Скрыбина (ВИГИС), 23 с.
- Романенко Н.Д. 1993. Фитогельминты-вирусоносители семейства Longidoridae. – М., Наука, 284 с.
- Шестеперов А.А. 1985. Изучение динамики численности фитонематод в различных природно-климатических зонах и ее значение в экологических исследованиях. – В сб.: Принципы и методы экологической фитонематологии. – Петрозаводск, «Карелия», с. 51-77.
- Baermann G. 1917. Eine einfache Methode zur Auffindung von Ankylostomum (Nematoden) Larven in Erdproben. – Geneeskundig Tijdschrift voor Nederlandsh-Indie, vol. 57, p. 131-137.
- Brown D.J.F., Robertson W.M., and Trudgill D.L. 1995. Transmission of viruses by plant nematodes. – Ann. Rev. Phytopathol., vol. 33, p. 223-249.
- Decraemer W. 1995. The family Trichodoridae: stubby root and virus vector nematodes. – Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Boston and London, 360 p.
- Gibbs A.J., Harrison B.D. 1976. Plant virology: the principles. – London, Arnold, 292 p.
- Hodda M. 2011. Phylum Nematoda Cobb 1932. – Zootaxa, vol. 3148, p. 63-95.
- Flegg J.J.M. 1967. Extraction of Xiphinema and Longidorus species from soil by a modification of Cobb's decanting sieving technique. – Annals of Applied Biology, vol. 60, p. 429-437.
- Norton D.C. 1978. Ecology of plant-parasitic nematodes. – New York, Chichester, Brisbane, Toronto, pp. 268.
- Sabova M., Valocka B., Liskova M. 1979. Species of corn crop nematodes and their seasonal dynamics. – Helminthologia, vol. 16, 35-44.
- Seinchorst J.W. 1959. A rapid method for the transfer of nematodes from fixative to anhydrous glycerin. – Nematologica, vol. 4, p. 57-69.
- Weischer B. 1975. Ecology of Xiphinema and Longidorus. – In: Nematode Vectors of Plant Viruses. – Series A: Life Sciences, vol. 2, p. 291-308.
- Yeates G.W., Bongers T., De Goede R.G.M., Freckman D.W., Georgieva S.S. 1993. Feeding habits in soil nematode families and genera. – An outline for soil ecologists. – Journal of Nematology, vol. 25, p. 315-331.

THE INFLUENCE OF SEASONAL CLIMATIC CHANGES ON VIRUS VECTOR NEMATODES IN NATURAL BIOGEOCENOSES OF THE TEMPERATE CLIMATIC ZONE OF RUSSIA

E.N. Popova¹, I.O. Popov²

¹Institute of Geography, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia, en_popova@mail.ru

²Yu.A. Israel' Institute of Global Climate and Ecology, Moscow, Russia, igor_o_popov@mail.ru

Abstract. In the process of multi-year observations, a study of the seasonal dynamics of the number of phytoparasitic virus vector nematodes of the families Longidoridae and Trichodoridae (Nematoda) was made. Samples were taken during the growing seasons in various biogeocenoses of the Moscow region. The dependence of the changes in the number and structure of populations of this phytonematode group on the climatic factors of the season, soil type and state of the host plant was revealed. The validity of the identified differences was confirmed using analysis of variance.

Keywords. Longidoridae, Trichodoridae, seasonal dynamics, biogeocenoses, temperate climate, Russia.

КЛИМАТОЗАВИСИМАЯ МИГРАЦИОННАЯ АКТИВНОСТЬ СЕЛЕМДЖИНСКОЙ ПОПУЛЯЦИИ СИБИРСКОЙ КОСУЛИ

А.В. Пчелкин

Институт географии РАН, Россия, Москва, 119017, Москва, Старомонетный переулок, дом 29,
стр. 4; pchelkin@igras.ru

Аннотация. Изучалась зависимость миграционной активности сибирской косули от климатических факторов. Определяющим фактором сезонной миграции является высота снежного покрова. На суточную миграцию влияют: температура, скорость ветра, гидрологическая обстановка, беспокоящие антропогенные факторы. Использование автоматических камер слежения для изучения суточной миграции косули в Норском заповеднике показало, что число дневных и ночных мигрантов практически одинаково.

Ключевые слова. *Capreolus pygargus*, учеты животных, фотоловушки, сезонная миграция, Норский заповедник.

Сибирская косуля *Capreolus pygargus* Pall. занимает обширный ареал, разделенный горными хребтами Алтая, Западного и Восточного Саян, Становым нагорьем, Становым хребтом и оз. Байкал, что обуславливает таксономическое разделение на группы особей (Данилкин, 1999), в т.ч. подвидового ранга, причем с середины XX в. наблюдается интенсивное продвижение сибирских косуль с Урала на запад (Европейская и сибирская косули, 1992). Климатозависимую активность сибирской косули можно условно разделить на суточную и сезонную. На суточную активность влияют различные факторы, такие как сезон года, время суток, фактор беспокойства, температура, влажность, когда высокие дневные температуры способны привести к перегреву тела, если особи продолжительное время пасутся на открытых солнцу участках, а в среднем, в течение всего года, косули наиболее деятельны в ранние часы (Гурецкая, Сенчик, 2018). В теплое время года большое влияние на суточную активность косуль оказывает скорость ветра в местах, где изобилуют кровососущие двукрылые. Спокойной пастбе косуль способствует умеренный ветер, относящий гнус в сторону. Отсутствие ветра активизирует кровососущих насекомых, а сильный ветер в любое время года угнетает активность косули, так как мешает ей обнаруживать приближение врагов (Сенчик, Разуваева, 2012). В зимнее время сильный ветер способствует охлаждению животных, что увеличивает энергозатраты. На численность сибирской косули сильное влияние оказывают пожары, интенсивность которых значительно увеличилась. Так, на территории Зейско-Буреинской равнины увеличение общей площади земель сельскохозяйственного назначения, а также лесных пожаров и незаконной вырубki леса лесистость сократилась с 7% до 3%, что в свою очередь привело к нарушению в экосистеме у сибирской косули и сокращению ее численности (Сенчик, Кухаренко, Сосновский, 2019).

Сезонная миграция теснейшим образом связана с высотой снежного покрова. Как европейская косуля *Capreolus capreolus* L., так и сибирская косуля *Capreolus pygargus* Pall. совершают сезонные миграции – из районов с более высоким снежным покровом, в районы с менее высоким, но для сибирской косули сезонные миграции приобретают массовый характер, когда из многоснежных районов мигрирует большая часть популяции. В зимний период снег является основным лимитирующим фактором (Сенчик, Чикачев, 2011). Высокий снежный покров весьма опасен для косули, несмотря на то, что сибирская косуля, в сравнении с другими видами этого рода, относительно крупное животное, с длиной тела 140–144 см и массой 41–49 кг. (Данилкин, 1999); высота снежного покрова для благоприятного существования сибирской косули в зимний период года не должна превышать отметки 30 см (Данилкин, 2014). Глубокий снег и образование наста препятствуют передвижению косули, которая становится легкой добычей хищников, в частности, волка (Разуваева, Сенчик, 2011). На увеличение снежного покрова косули реагируют не только миграцией в малоснежные биотопы, но и уменьшением размеров участков обитания. Сведение лесов на равнине приводит к изменению биоценозов и сибирская косуля вынуждена перемещаться в поисках корма, вследствие чего происходит увеличение суточного хода животных и большая потеря энергии в период низких температур (Сенчик, Кухаренко, 2019). Причиной осенней миграции является также недосыгаемость кормовых ресурсов в зимний период, возникающая при увеличении глубины снежного покрова (Контеев, 2014). Однако, при отсутствии фактора беспокойства в виде хищников, браконьеров, распашки лугостепных массивов, сведения лесов, косули способны пережить зиму даже при очень глубоком (более 1–1,5 м), но плотном снежном покрове (Европейская и сибирская косули, 1992). В Якутии малоснежье и однообразие ландшафтов способствовали затуханию миграционного поведения у косуль, заселивших Якутию при экспансии с юга. Переход к оседлому образу жизни, энергетически выгодному в условиях холодного климата, сыграл большую роль в выживании косуль в прошедший период, а увеличение количества зимних осадков и высоты снежного покрова в последние годы вызвали всплески миграционной активности косули; при этом протяженность переходов достигала 50–200 км, впервые за более чем 50 лет существования вида в регионе. При этом наблюдалась массовая гибель косуль при переправе через Лену во время образования заберегов и шуги (Сафронов, 2016).

Очень интересные исследования, проведенные в Норском заповеднике на модельном участке «Мальцев Луг» (Сенчик и др., 2018), показывающие, что на изменение динамики численности сибирской косули в зимний период года оказывает своё влияние высота снежного покрова совместно с температурой окружающей среды. Исследователи установили, что, начиная с 2015 г. наблюдались большие перепады температуры в феврале (2015 – от -0,7 °C до -35,2 °C; 2016 – от -2,6 °C до -33,2 °C; 2017 – от -0,5 °C до -32,9 °C; 2018 от -8,5 °C до -34,2 °C), которые в сочетании с достаточно обильными снежными осадками (2015 – 20,9 см, 2016 – 16,5 см, 2017 – 20,8 см; 2018 – 14,5 см) приводили к образованию наста. Особенно ярко данный фактор проявился в 2017 году, в результате чего весенняя

численность вида в Приамурье катастрофически снизилась до 59640 особей, а численность осенних мигрантов на «Мальцевом Луге» в Норском заповеднике до 188 особей. По мнению исследователей, в данные промежутки времени (2015–2018 гг.) основным лимитирующим фактором является образование снежного наста с последующим прессингом животного со стороны человека и хищников (Сенчик и др., 2018). Снежный наст, даже при невысоком снежном покрове, затрудняет передвижение косуль, а ледяной наст приводит к травмам животных.

Основной пик дневной миграционной активности у сибирской косули отмечался преимущественно утром (Сенчик и др., 2019). Вопрос о суточной динамике сибирской косули во время осенней миграции остается дискуссионным. Ряд исследователей отмечают преобладание дневных мигрантов (7 часов – 22 часа) над ночными мигрантами (22 часа – 7 часов) в условиях высокогорной тайги (Исаева, 2017). Наши исследования, проведенные в Норском заповеднике (Амурская область) с 18 по 26 сентября с помощью фотоловушек, фиксирующих перемещение косуль в течение суток (Пчелкин, 2013), показали, что число дневных и ночных мигрантов практически одинаково (табл. 1.)

Фотоловушки были установлены на берегу реки, на участке выхода косуль из воды, в местах наиболее массового перехода животных (Пчелкин, Пчелкина, 2015).

В Норском заповеднике (Амурская область) встречается *Capreolus pygargus pygargus*, Селемджинская популяция которой – одна из крупнейших мигрирующих популяций этого вида. Основные осенние учеты миграционной активности проводятся на «Мальцевской переправе» (модельный участок «Мальцев Луг») через р. Нора, вблизи Мальцевского кордона. Расхождение данных о численности дневных и ночных мигрантов у разных исследователей, возможно, связаны, как с биотопическим различием мест учета, так и с антропогенным фактором беспокойства во время массовой осенней миграции сибирской косули. Поскольку, по данным наших наблюдений, полученных с помощью двух фотоловушек при учете косуль на переправе, число дневных и ночных мигрантов оказалось практически одинаково, для более достоверных воспроизводимых результатов требовалось большее число камер. Поэтому во время следующей экспедиции в сентябре-октябре на этом же участке для учета косуль было установлено уже 5 фотоловушек: 2 – Hawke Prostalk PC2000 mini, 1 – Hawke Prostalk PC8000, 1 – Hawke Prostalk PC5000 Low Glow, 1 – Bushnell Trophy 119467. Камеры автоматического слежения были установлены на участке наиболее массовой переправы через реку, т.е. там же, где и во время предыдущих исследований.

Таблица 1. Сравнительные результаты учета косуль за период с 18 по 26 сентября 2012 г.

Дата учета	18	19	20	21	22	23	24	25	26	Всего
Дневные мигранты	2	10	3	8	14	4	4	1	1	47
Ночные мигранты	6	15	2	3	6	12	1	1	1	47

Соотношение дневных мигрантов к ночным мигрантам по результатам учетов оказалось равным 0,98, т.е. практически таким же, что и в 2012 г. (Пчелкин, Пчелкина, 2015). Эти данные несколько противоречат результатам исследований, проведенным А.А. Данилкиным в начале 1990-х гг. по суточной динамике миграционной активности косули на Мальцевской переправе с помощью бинокля ночного видения, когда ночных мигрантов было почти в три раза меньше, чем дневных. Это расхождение требует дальнейших исследований. Возможно, различие связано с некоторым смещением миграционной активности косули на ночной период именно из-за беспокоящего антропогенного фактора. Этот эффект отмечают и другие исследователи: так, осенний учет 2016 г. в заповеднике «Хакасский» показал резкий переход косули с предпочтения дневных часов суток на ночные вследствие появления новой грунтовой дороги (Исаева, 2017). Почему-то именно во время миграции косуль на реке Нора наблюдается повышенная активность передвижения на лодках. Косули, прежде чем войти в реку, долго ходят по берегу. Если опасности нет, то животные начинают переправу. Если в этот момент проходит моторная лодка, то переплывающие реку косули пугаются и либо возвращается и ищут другое место для переправы, либо, пытаясь уйти от опасности, сплавляется вниз по течению и переправляется на тех участках, где камеры слежения не были установлены. Но значительная часть косуль, оценивая опасность, не рискует переплывать реку в дневное время, сдвигая тем самым миграционную активность на ночной период. Поэтому, очевидно, для дальнейших исследований, следует рассмотреть вариант установки автоматических камер слежения на тропах на подходе косуль к месту переправы, в некотором отдалении от кромки реки. Это также имеет смысл из-за того, что резкое поднятие уровня реки после дождей может смыть камеры слежения, установленные на кромке берега. Следует отметить, что численность мигрантов, фиксируемых на модельном участке «Мальцев Луг» в Норском заповеднике, показывает не только зависимость от высоты снежного покрова, но и от общей численности сибирской косули в Приамурье в данный учетный период (Сенчик и др., 2019).

Миграция косуль в Норском заповеднике начинается еще до появления снежного покрова, а массовой становится после первых заморозков. Свои коррективы вносит и гидрологическая обстановка: высокая вода и быстрое течение затрудняет переправу, а упавшие при подмыве берега деревья не позволяют косулям выйти на берег, что в некоторых случаях приводит к гибели молодняка.

Исследования выполнены по теме ГЗ №0148-2018-0012 «Исследования механизмов изменений климата и их последствий для окружающей среды и социально-экономических процессов в России». Рег. № 01201352488.

Список литературы

- Гурецкая Ю.С., Сенчик А.В. 2018. К вопросу суточной активности сибирской косули (*Capreolus pygargus* Pall.). – В сб.: Комплексное использование природных ресурсов, с. 283-286.
- Данилкин А.А. 1999. Олени (*Cervidae*). – М., ГЕОС, 552с.

- Данилкин, А.А. 2014. Косули. Биологические основы управления ресурсами. – Программа фундаментальных исследований ОБН РАН «Биологические ресурсы России: динамика в условиях глобальных климатических и антропогенных воздействий». – М., КМК, 314 с.
- Европейская и сибирская косули. Систематика, экология, поведение, рациональное использование и охрана. 1992. /отв. ред. В.Е.Соколов. – М., Наука, 1992, 399с.
- Исаева И.П. 2017. Результаты ежегодного мониторинга весенней миграционной активности косули сибирской в условиях горно-таежного участка «Малый Абакан» заповедника «Хакасский». – В сб.: Научные исследования в заповедниках и национальных парках южной Сибири. /отв. ред. В.В.Непомнящий, Новосибирск, с. 6-10.
- Контеев А.А. 2014. Проблемы миграции Идра-Курагинской популяционной группировки сибирской косули. – В сб.: Климат, экология, сельское хозяйство Евразии. Материалы III международной научно-практической конференции, посвященной 80-летию образования ИрГСХА, с. 128-133.
- Пчелкин А.В. 2013. Перспективы использования фотоловушек для изучения птиц и млекопитающих в Норском заповеднике. – В сб.: К 15-летию Норского заповедника, Благовещенск-Февральск, ОАО «ПКИ «Зея», с. 7-14.
- Пчелкин А.В., Пчелкина Т.А. 2015. Методические аспекты использования камер слежения для исследования сезонных миграций сибирской косули (*Capreolus pygargus* Pall.) в Норском заповеднике. – Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем, т. XXVI, № 1, с. 145-159.
- Разуваева Ю.С., Сенчик А.В. 2011. Зависимость численности сибирской косули от волка в республике Бурятия. – В сб.: Комплексное использование природных ресурсов. – Благовещенск, с. 11-14.
- Сафонов В.М. 2016. Изменение климата и млекопитающие Якутии. – Зоологический журнал, т. 95, № 12, с. 1459-1474.
- Сенчик А.В., Чикачев Р.А. 2011. Влияние снегового покрова на распространение и численность сибирской косули в Благовещенском заказнике Амурской области. – В сб.: Комплексное использование природных ресурсов. Сборник научных трудов. Благовещенск, с. 3-6.
- Сенчик А.В., Разуваева Ю.С. 2012. Численность сибирской косули (*Capreolus pygargus* Pall.) в республике Бурятия и факторы, определяющие ее динамику. – В сб.: Эколого-биологическое благополучие животного мира. Материалы международной научно-практической конференции, с. 109-111.
- Сенчик А.В., Гурецкая Ю.С. 2018. Значение особо охраняемых природных территорий для Сибирской косули (*Capreolus pygargus* Pall.) на Дальнем Востоке Российской Федерации. – Генетика и разведение животных, №4, с. 86-90.
- Сенчик А.В., Кухаренко Н.С., Константинов С.В., Сосновский И.Е., Головченко А.Е. 2018. Влияние климатических условий на динамику численности сибирской косули (*Capreolus pygargus* Pall.) в зимний период в Приамурье. – Дальневосточный аграрный вестник, №4(48), с. 187-194.
- Сенчик А.В., Кухаренко Н.С., Константинов С.В., Сосновский И.Е., Головченко А.Е. 2019. Осенняя миграция сибирской косули (*Capreolus pygargus* Pall.) в Норском заповеднике. – Вестник охотоведения, т. 16, №1, с. 37-46.
- Сенчик А.В., Кухаренко Н.С., Сосновский И.Е. 2019. Характеристика зимних стадий сибирской косули (*Capreolus pygargus* Pall.) на Зейско-Буреинской равнине. – Известия Нижневолжского Агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование, №1 (53), с. 1-8.

CLIMATE-DEPENDENT MIGRATION ACTIVITY OF THE SELEMDZHINSKY POPULATION OF SIBERIAN ROE DEER

A.V. Pchelkin

*Institute of Geography RAS, Staromonetny lane, building 29, p. 4, Moscow, 119017, Russia;
pchelkin@igras.ru*

Abstract. The dependence of the migratory activity of Siberian roe deer on climatic factors was studied. The determining factor in seasonal migration is the height of the snow cover. Daily migration is influenced by: temperature, wind speed, hydrological conditions, disturbing anthropogenic factors. The use of automatic camera traps to study the daily migration of roe deer in the Norsky Reserve showed that the number of day and night migrants is almost the same.

Keywords. *Capreolus pygargus*, animal counts, camera traps, seasonal migration, Norsky Nature Reserve.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОВЕДЕНЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ СРЕДНЕАЗИАТСКОЙ ЧЕРЕПАХИ (*AGRIONEMYS HORSFIELDI* GRAY, 1844) ДЛЯ КРАТКОСРОЧНЫХ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ПРОГНОЗОВ

Т.А. Пчелкина¹, А.В. Пчелкин²

¹ИП ПТА, Россия, 125252, Москва, Ходынский б-р, 19; vipera91@yandex.ru

²ИГ РАН, Россия, 119017, Москва, Старомонетный переулок, дом 29, стр. 4; pchelkin@igras.ru

Аннотация. Изучалась зависимость активности среднеазиатской черепахи *Agriopemys horsfieldi* от погодных условий. Для количественной оценки активности черепахи и погодных условий использованы 5-балльные шкалы. Отмечено, что активность черепахи находилась в прямой зависимости от изменения погоды, поэтому в температурном диапазоне 25–30 °С, по ее поведению можно предсказать изменение (ухудшение) погоды за 1–3 часа.

Ключевые слова. *Agriopemys horsfieldi*, поведенческая активность, изменение погодных условий.

Поведение животных теснейшим образом зависит от климатических условий. Издавна известна способность животных предсказывать погодные изменения и природные катаклизмы. Так, еще в IV тысячелетии до н.э. в Древней Греции было замечено, что домашние и дикие животные проявляют беспокойство перед землетрясениями. Перед катастрофическими цунами в Индийском океане в 2004 г., унесшим жизни сотен тысяч людей, жители некоторых прибрежных деревень спаслись: старейшины, заметив необычное поведение рыб и животных, увели своих односельчан вглубь материка, а индийские слоны, чувствительные к инфразвуковым волнам, избежали гибели, отдалившись на безопасное расстояние от побережья.. Известно, что медузы могут прогнозировать приближение шторма примерно за 20 часов до его наступления. Обычно метеозависимое поведение неконкретно и информирует только изменение погодных условий.

Так, перед хорошей погодой стрижи летают высоко; вечером звонко и часто поет зяблик; комары и мошки роятся («столбом»); кузнечики сильно стрекочут к вечеру; чайки с утра улетают в море; соловьи поют всю ночь; навозные жуки летают низко над землей; вечером кричат чибисы; пчелы рано улетают в поле; на траве, кустарниках и деревьях обильная паутина; раскрыты все одуванчики; на прудах и реках раскрыты белые лилии и желтые кубышки; подняты вверх ветки ели и можжевельника; трехлопастные листья клевера расправлены.

Перед наступлением плохой погоды: стрижи и ласточки летают низко; зяблики «рюмят», а совы-сплюшки кричат днем; воробьи и куры купаются в пыли, воробьи громко чирикают; утки, чайки, лебеди часто ныряют, громко кричат, хлопают крыльями и плещутся; рыба выскакивает из воды, хватается мошек; яще-

рицы прячутся в норах; лягушки выползают из воды и хрипло квакают; пчелы летают допоздна, вечером очень активны; муравьи прячутся в муравейниках, закрывают входы; на земле насекомых не видно, а дождевые черви выползают на поверхность; собаки мало едят, много спят, катаются по земле; скот жадно ест траву; лошади храпят и фыркают; бурундуки оживленно пересвистываются; на огонь костра летит много насекомых; цветы белых лилий, желтых кубышек и одуванчиков закрыты; жимолость, акация, донник, дрема луговая усиливают выделение нектара; на листьях клена, ивы, каштана, черемухи, стрелолиста, телореа появляются капельки липкого сока. (Штюрмер, 1985). Чайки прилетели в марте – скоро ледоход на реках (Мирошникова, Танько, Менделев, 1999). Береза осенью желтеет с верхушки – весна будет ранней; если желтеет снизу, весна будет поздней (Симаков, 1986).

Все эти признаки отмечены у животных и растений в пределах их естественных ареалов. Наше исследование было направлено на изучение поведенческих реакций животного, проживающего вне основного ареала и в условиях, отличающихся от природных. В качестве объекта исследования была выбрана степная (среднеазиатская) черепаха *Agrionemys horsfieldi*. Черепахи этого вида являются популярными домашними питомцами, особенно в городах, где наряду с собаками, кошками, аквариумными рыбками они – обычные обитатели квартир. Люди издавна держали черепах. – «они изображены в качестве домашних животных на античных вазах, фресках и даже гробницах Древней Греции» (Чегодаев, 2003). *Agrionemys horsfieldi* обитает в разнообразных экологических условиях с резким континентальным климатом – она активна в дневное время, в температурном диапазоне от +14° до +28 °С. (Бондаренко, Перегонцев, 2006; Кузнецов, 1974; Эргашев и др., 2013). В последние годы отмечается уменьшение площади ареала и численности вида в результате хозяйственного освоения естественных ландшафтов и нелегальной добычи вида в коммерческих целях (Бондаренко и др., 2015).

При содержании в открытом террариуме или вольере черепаха достаточно активна и ее поведение зависит от погодных условий, которые она может предсказывать, прячась в убежище перед дождем. Целью наших исследований было показать возможность краткосрочных метеорологических прогнозов, основываясь на поведении степной черепахи *Agrionemys horsfieldi*.

Наблюдение осуществлялось за молодой особью (самцом) *Agrionemys horsfieldi*, содержащейся в летнее время в условиях открытого грунта. Открытый вольер содержал как участки, непосредственно освещенные солнцем, так и тенистые, так что черепаха могла выбирать условия, оптимальные для своей деятельности.

Для количественной оценки дневная активность черепахи оценивалась по 5-балльной шкале:

1. черепаха полностью неактивна, голова втянута в панцирь и закрыта передними лапами; черепаха спит в убежище;
2. черепаха неактивна, спит, голова не втянута в панцирь; спит в убежище;
3. черепаха иногда перемещается на небольшое расстояние; спит вне убежища;

4. черепаха активна, медленно передвигается, иногда ест (немного); спит вне убежища;

5. черепаха очень активна, деятельно перемещается в поисках пищи, часто выпрашивает еду у хозяев, идет на зов (постукивание по полу), спит вне убежища, голова не втянута в панцирь.

Погодные условия также оценивались по 5-балльной шкале:

1. очень пасмурно, идет сильный дождь, гроза;
2. пасмурно, идет мелкий дождь, без грозы;
3. пасмурно, дождя нет;
4. переменная облачность, иногда проглядывает солнце;
5. ясно, облаков нет или они редкие.

Температурный диапазон наблюдений: от +25 до +30 °С, в летний период (июнь-август) 2005 года. При более низкой или более высокой температуре наблюдения не проводились. Двигательная активность черепахи оценивалась до наступления указанных погодных условий.

После ряда наблюдений проводилось сравнение количественных характеристик двигательной активности черепахи и наблюдаемых погодных условий. Наблюдения заносились в таблицу, на основании которой построены графики. Временной диапазон активности черепахи охватывал 10 часов ежедневно. Во время наблюдений были выбраны несколько дней, как дождливых, так и солнечных. Самые утренние часы после пробуждения и вечерние перед ночным сном не учитывались. Наблюдения проводились ежечасно. Результаты исследований отображены на рисунке 1.

В течение пяти дней наблюдений за жизнью черепахи (по 10 часов каждый день) черепаха реагировала на погодные изменения. Температурный диапазон

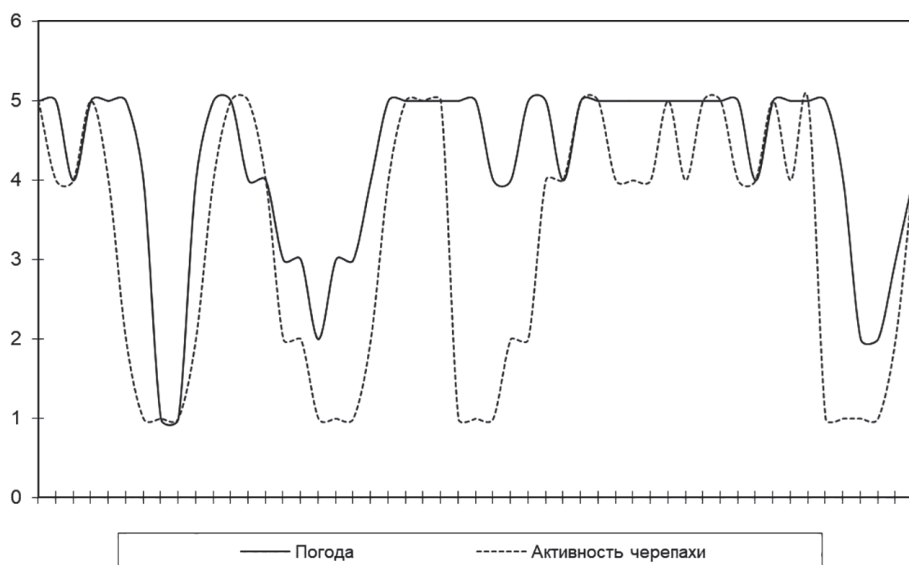


Рис 1. Совмещенный график погодных условий и активности *Agrionemys horsfieldi*.

составлял от 25 до 30 °С, поэтому влиянием температуры можно пренебречь. Наступление непогоды черепаха чувствовала в среднем за 1-3 часа, что в природных условиях позволило бы ей отыскать убежище или выкопать временную нору. После дождя черепаха еще некоторое время находилась в убежище (в среднем около 1 часа), после чего выходила на поиски пищи. Особенно отчетливо ее опережающая реакция на погодные изменения проявлялась перед грозой, когда еще при солнечной погоде черепаха забиралась в свой домик и уже там дожидалась непогоды. В целом активность черепахи находилась в прямой зависимости от изменения погоды, поэтому в температурном диапазоне, оптимальном для ее жизнедеятельности (в наших наблюдениях 25–30 °С), по ее поведению можно предсказать изменение (ухудшение) погоды за 1–3 часа.

В наших экспериментах мы не выясняли, какие именно факторы определяют изменение активности черепаха – увеличение влажности перед дождем или изменение атмосферного давления. Возможно, их действие комплексное. Очевидно, время реакции черепахи на предстоящее изменение погоды зависит и от особенностей конкретной особи, ее «темперамента». Так, аналогичные наблюдения за другой молодой черепахой (самкой) показали, что интервал между ее реакцией и изменением погоды больше в среднем на 30–40 минут. Тем не менее, наблюдая за поведением среднеазиатской черепахи *Agrionemys horsfieldi* можно прогнозировать приближение дождя, особенно резкое наступление грозы.

Исследования выполнены по теме ГЗ №0148-2018-0012 «Исследования механизмов изменений климата и их последствий для окружающей среды и социально-экономических процессов в России». Рег. № 01201352488.

Список литературы

- Бондаренко Д.А., Перегонцев Е.А. 2006. Распределение среднеазиатской черепахи (*Agrionemys horsfieldi* Gray, 1844) в естественных и антропогенных ландшафтах Южного Узбекистана. – Бюллетень МОИП. Отдел биологический, т. 111, №2, с. 10-17.
- Бондаренко Д.А., Эргашев У.Х., Нажмудинов Т.А. 2015. Материалы к ландшафтному распределению и экологии среднеазиатской черепахи (*Agrionemys horsfieldi* Gray, 1844) в южном Таджикистане. – Известия Академии наук Республики Таджикистан. Отделение биологических и медицинских наук, № 4 (192), с. 29-37.
- Кузнецов Б.А. 1974. Определитель позвоночных животных фауны СССР, Ч. 1. – М., Просвещение, 190 с.
- Мирошникова В.В., Танько Е.И., Менделев В.А. 1999. Малая энциклопедия событий. – Харьков, Торсинг, 768 с.
- Симаков Ю.Г. 1986. Живые приборы. – М., «Знание», 175 с.
- Чегодаев А.Е. 2003. Сухопутные черепахи. – М., Из-во «Аквариум» ФГУИППВ, 127 с.
- Штюрмер Ю.А. 1985. Краткий справочник туриста. – М., Профиздат, 272 с.
- Эргашев У., Сатторов Т., Нажмудинов Т.А. 2013. Материалы к систематике, экологии и распространению среднеазиатской черепахи (*Agrionemys horsfieldi* Gray, 1844) в Таджикистане. – Вестник Педагогического университета, № 5-3 (54), с. 204-207.

USE OF BEHAVIORAL REACTIONS OF CENTRAL ASIAN TORTOISE (*AGRIONEMYS HORSFIELDI* GRAY, 1844) FOR SHORT-TERM METEOROLOGICAL FORECASTS

T.A. Pchelkina¹, A.V. Pchelkin²

¹IP PTA, Khodyn'sky Blvd, 19, Moscow, 125252, Russia; vipera91@yandex.ru

²IG RAS, Staromonetny lane, building 29, p. 4, Moscow, 119017, Russia; pchelkin@igras.ru

Abstract. The dependence of the activity of the central asian tortoise *Agrionemys horsfieldi* on weather conditions was studied. 5-point scales were used to quantify the turtle's activity and weather conditions. It was noted that the activity of the turtle was directly dependent on weather changes, therefore, in the temperature range of 25–30 °C, its behavior can predict the change (deterioration) of the weather in 1–3 hours.

Keywords. *Agrionemys horsfieldi*, behavioral activity, changing weather conditions.

О ФЕНОЛОГИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛАХ МОСКОВСКОГО ЦЕНТРА РУССКОГО ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА

А.А. Минин

*Институт географии РАН, Россия, 119017, г. Москва, Старомонетный пер. 29;
Институт биологии развития им. Н.К. Кольцова РАН, Россия, 119334, г. Москва, ул. Вавилова, 26;
aminin1959@mail.ru*

Аннотация. Обсуждается история фенологических наблюдений, курируемых Московским центром Русского географического общества (МЦ РГО), современное состояние сети добровольных наблюдателей, а также возможности использования данных.

Ключевые слова. Добровольные фенологические наблюдения, Московский центр Русского географического общества.

В СССР добровольные фенологические наблюдения курировала центральная фенологическая комиссия Географического общества (ГО) в Ленинграде. Однако с 1960-х годов произошло разделение, и центральные области Европейской территории стала курировать фенологическая комиссия Московского филиала (МФ) ГО. Главным действующим лицом, «тянувшим» на себе весь груз организационной работы, несомненно, была Алевтина Тимофеевна Ромашова. Она обеспечивала связь с корреспондентами, систематизировала присылаемую информацию (делала сводки по годам по всем пунктам, и отдельно вела многолетние сводки по некоторым наиболее характерным явлениям – разворачивание первых листьев и окончание листопада у березы, зацветание черемухи, рябины, иван-чая, липы, появление грачей, скворцов, прилет ласточек деревенских, первое кукование кукушки и пр.), организовывала заседания фенологической комиссии и ежегодные мероприятия (совещания, конференции), издание сборников печатных работ. Количество пунктов наблюдений превышало 100. Стабильно публиковались материалы наблюдений как в календарях природы, так и в ежегодных сборниках, выходили аналитические статьи, обзоры, монографии. Важным обстоятельством была бесплатная почтовая связь при отправке корреспонденции с грифом «фенологическое» (Приказ Министерства связи СССР №641/27 от 10/X-1960 г.).

Корреспондентами добровольной фенологической сети были (и остаются сейчас) юннатские коллективы (их руководители), школьные учителя, сотрудники заповедников и метеостанций, энтузиасты-краеведы. Даже с выходом на пенсию люди не прекращали наблюдений. Однако, когда они их завершали (по разным

причинам), и кто-то пытался продолжать это дело – как правило, оно продолжалось недолго. Поэтому длинные ряды в пунктах добровольных наблюдений связаны с жизнью одного человека (в отличие от заповедников). Продолжительность таких рядов достигает 30–50 лет, но, например, по Нерехте он составлял 70 лет.

В 1990-е годы ситуация в стране обострилась, что отразилось, очевидно, на жизни наблюдателей, многие из которых были в солидном возрасте, и на функционировании фенологической комиссии МФ ГО. ГО лишилось права бесплатной почтовой переписки. Особенно обострилось положение Московского филиала в середине 1990-х годов, когда он лишился здания в центре Москвы на Никольской улице, полученного в свое время обществом стараниями И.Д. Папанина. Огромное количество архивных материалов, в основном рукописных (письма и оригиналы сообщений наблюдателей, сводки, карты и пр.) оказалось под угрозой уничтожения. Буквально в последние дни перед освобождением здания мы с А.Т. Ромашовой отобрали наиболее ценные материалы (в первую очередь данные первичных наблюдений), которые удалось сохранить, и сегодня они составляют основу архивных фенологических данных МЦ РГО. К сожалению, все материалы просто физически не удалось сохранить.

С 1996 года автор статьи по просьбе А.Т. Ромашовой (она была уже в преклонном возрасте, да и вся эта ситуация, видимо, жизненного оптимизма не добавляла) стал заниматься организационной работой по координации добровольных фенологических наблюдений. Сохранялась существующая программа наблюдений, периодичность отправки корреспонденций (весна и лето-осень). В результате научно-популярных публикаций количество наблюдателей в отдельные годы возрастало. Но в целом тенденция на сокращение количества пунктов очевидна. Если в 1994 г. их количество составляло 101, в 2005 – 56, то в 2019 – 15. Еще раз подтверждается истина, что систематические, из года в год, фенологические наблюдения на одном месте – удел энтузиастов, истинных любителей природы, которые будут этим заниматься независимо от социально-экономической ситуации. Показательно, что в сохранившихся пунктах корреспонденты ведут наблюдения на протяжении десятилетий.

Количество отмечаемых явлений было разным в отдельные годы. Например, в «большом» бланке в 1960–1980-х годах предлагалось отмечать 5 весенних явлений (включая начало, массовое и конец цветения) у 37 видов деревьев и кустарников и 9 летне-осенних у 49 видов; 3 явления у 26 травянистых и кустарничковых видов; 40 явлений в жизни животных, а также данные наблюдений за ягодниками, сельхозкультурами, грибами и пр. Понятно, что выполнить всю программу мало кто мог. Однако была сокращенная программа наблюдений для лесной зоны Европейской территории СССР, которая включала 30 весенних и 34 осенних явлений. Эти бланки пересылались без конвертов. С 2005 года программа наблюдений была несколько изменена, и в нее по сегодняшнее время включены 44 весенних (добавились такие актуальные события, как начало и массовое пыление березы, тополя, сосны) и 30 летне-осенних явлений.

Данные наблюдений опубликованы в Календарях природы за разные годы, материалах конференций, изданных МФ СССР, в работах А.А. Минина (2000а,

б), O. Ovaskainen et al. (2020). В настоящее время подана заявка на регистрацию архива постанционных фенологических наблюдений по программе МЦ РГО за 2005–2019 годы. В качестве примера приводится таблица 1 с информацией о наблюдателях, а также данные их наблюдений за 2005 год (табл. 2). Готовятся для регистрации аналогичные данные за предыдущие годы, а также ряды дат по отдельным явлениям.

В результате анализа лишь незначительной части материалов наблюдений по некоторым явлениям на сети МЦ РГО получены новые данные о характере пространственно-временных климато-фенологических взаимосвязей и закономерностей в природе умеренных широт на примере Европейской территории России (Минин, 2000а, б, 2004, 2011; Минин, Гутников, 2000; Минин и др., 2017; Минин и др., 2020). Однако потенциал данных добровольных фенологических наблюдений далеко не исчерпан, их комплексный и грамотный анализ, несомненно, позволит открыть новые закономерности функционирования природы умеренных широт. Поэтому важен открытый доступ к фенологическим архивам, созданных трудом любителей природы, чтобы результаты их труда не растворились бесследно в истории.

Благодарности. Автор выражает искреннюю признательность и уважение добровольным наблюдателям фенологической сети РГО, которые на протяжении многих лет своим самоотверженным трудом создавали Летопись природы России.

Список литературы

- Минин А.А. 2000а. Фенология Русской равнины: материалы и обобщения. – М., Изд-во АБФ/АБФ, 160 с.
- Минин А.А. 2000б. Фенологические особенности состояния экосистем Русской равнины за последние десятилетия. – Известия РАН. Серия Географическая, №3, с. 75–80.
- Минин А.А. 2004. Фенологические наблюдения. – Атлас Московской области (история, культура, экономика). – М., ДИК, с. 56–57.
- Минин А.А. 2011. Некоторые аспекты взаимосвязей наземных экосистем с изменяющимся климатом. – Успехи современной биологии, т. 131, № 4, с. 407–415.
- Минин А.А., Гутников В.А. 2000. Феноиндикация современных вариаций климата в европейской части России на примере некоторых лесообразователей и птиц. – Лесоведение, № 2, с. 68–74
- Минин А.А., Ранькова Э.Я., Рыбина Е.Г., Буйолов Ю.А., Сапельникова И.И., Филатова Т.Д. 2017. 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. – М., ИГКЭ, с. 5–22. (DOI 10.21513/0207-2564-2017-3-5-22).
- Минин А.А., Трофимов И.Е., Захаров В.М. 2020. Оценка стабильности фенологических показателей березы повислой *Betula pendula* в условиях изменения климата. – Известия РАН. Серия биологическая, № 2, с. 153–157.
- Ovaskainen O., Meyke E., Lo C. et al. 2020. Chronicles of nature calendar, a long-term and large-scale multitaxon database on phenology. – Scientific Data 7, (47), pp. 1–11. <https://doi.org/10.1038/s41597-020-0376-z>.

ABOUT PHENOLOGICAL MATERIALS OF THE MOSCOW CENTER OF THE RUSSIAN GEOGRAPHICAL SOCIETY

A.A. Minin

*Institute of geography of the Russian Academy of Sciences, 29 Staromonetny per., Moscow, 119017, Russia,
Koltsov Institute of developmental biology of the Russian Academy of Sciences, 26 Vavilov st., Moscow,
119334, Russia; aminin1959@mail.ru*

Abstract. The history of phenological observations supervised by the Moscow center of the Russian geographical society (MC RGO), the current state of the network of voluntary observers, and the possibilities of using data are discussed.

Keywords. Voluntary phenological observations, Moscow center of the Russian geographical society.

Таблица 1. Список наблюдателей Московского центра Русского географического общества (МЦ РГО)

№	Пункты наблюдений	ФИО наблюдателя, организация	Примечания
1	Вилегодск (Архангельская)	Климова В.В. - педагог, Шевелева А., Пироговская К. - учащиеся средней школы	Вилегодский р-н
2	Торопец (Тверская)	Дягилева Р.И., Федорова В.Е. Метеостанция	
3	Тверь	Редько Н.М.	
4	Погорелое городище	Панцова Н.И., педагог, средняя школа	Зубцовский р-н
5	Борок (Ярославская)	Сорин А.А.	Некоузский з-н, 35 км западнее Рыбинска
6	Ростов Великий (Ярославский), дер. Безменцево	Горячев Т.К.	Дополнительная большая программа наблюдений
7	Чухлома (Костромская)	Верховская З.М.	
8	Орехово	Яковлев В.А.	Галичский р-н
9	Кстово (Нижегородская)	Политова О.М.	
10	Арефино	Сорокин В.А.	Вачский р-н
11	Сокольское	Кожохин Н.В.	
12	Рудня (Смоленская)	Седнёв Н.С., Седнёв В.Н. Руднянский сельский детский эколого-биологический центр	
13	Мерлино	Захаренкова Н.Д.	Краснинский р-н, 30 км от Смоленска, дополнительно суточные метеонаблюдения
14	Гагарин	Романов Е.Г.	

№	Пункты наблюдений	ФИО наблюдателя, организация	Примечания
15	Черкизово (Московская)	Лавров Э.А.	Детальная характеристика сезонного развития сосны, ели, чёрной смородины, рябины, березы с зарисовками; характеристика года по месяцам (метео), урожайность пород
16	Орехово-Зуево	Анютенков А.А., Орехово-Зуевский мехлесхоз	Фенофазы промысловых птиц
17	Ямкино	Боднарюк В.А., главный агроном ООО имени Чапаева	Ногинский р-н, дополнительно большая фенопрограмма наблюдений
18	Владимир	Коробова О.В., гидрометцентр	
19	Мстера	Малонова А.Я., Коткова В.П., Кириллов С.В. Сад юннатов - ЦВР Вязниковского района	
20	Муромцево	Соколова В.М.	
21	Калуга	Белов В.Н.	
22	Юхнов	Макеев В.А. Школьное лесничество им. П.Д. Симакова	
23	Новомосковск (Тульская)	Амирова Р.Г. Дворец детского и юношеского творчества, отдел биологии	
24	Муныковские выселки (Рязанская)	Якушин Н.В.	
25	Рамасуха (Брянская)	Теленкова Л.С.	Почепский р-н (20 км от Почеп)
26	Жудро (Орловская)	Шаменкова Л.А.	Хотынецкий р-н, 20 км от п. Хотынец
27	Алехино	Блескова Н.И., педагог, средняя школа	
28	д. Черкасская	Леженкова М.А. МОУ Черкасская средняя общеобразовательная школа	
29	Парамоново	Мосякина В.Ю.	20 км от п. Нарышкино
30	Нарышкино	Сеина М.В.	20 км от г. Орла
31	Долгое	Лазутина Е.М.	
32	Грязи (Липецкая)	Ролдугина Н.И. Метеостанция	комментарии по году
33	Конь-Колодезь	Саунина Н.Н. Метеостанция	
34	Чаплыгин	Медведева Т.Д.	
35	Панкратовка (Измалково) (Тамбовская)	Малютина О.В. Каменская средняя школа	Измалковский р-н, от с. Измалково в 15 км.
36	Большая Липовица	Костилова М.З.	25 км от Тамбова
37	Алкаладка	Кондрашова М.Г.	Ржаксинский р-н, 7км от райцентра
38	Карели	Мельситова Е.Н.	
39	Сердобск (Пензенская)	Хлѣнкина О.В., Морунов А.Г. МОУ ДОД СЮН	
40	Усть-Уза	Шамшетдинова Р.И.	

№	Пункты наблюдений	ФИО наблюдателя, организация	Примечания
41	Саранск (Мордовия)	Ерофеев Н.С.	
42	Мордовский заповедник	Долматова Л.В.	пос. Пушта, 12 км от г. Темников
43	Новодевичье	Ежова П.И.	Ельниковский р-н
44	Тим (Курская)	Миронова О.П. Метеостанция	
45	Мелехино	Сергеева Т.Т.	в 45 км к востоку от Курска
46	Железнодорожск	Чуйкова С.В. СЮН	
47	Кшень	Жаворонкова Ю.М.	в 120 км к востоку от Курска
48	Белая	Погребницкая В.И. Беловская средняя школа	
49	Центрально-Черноземный заповедник	Гречаниченко Т.Э., Непочатых Л.В., Сошнина В.П., Филатова Т.Д., Власов А.А., Власова О.П. Центрально-Черноземный государственный биосферный заповедник, Стрелецкий участок	
50	Старый Оскол (Белгородская)	Ползикова А.И. ДЭБЦ	
51	Уразово	Лихобабенко С.Г. Уразовская СЮН «Станция юннатов Уразовского района» МОУ ДОД	
52	Воронежский заповедник	Сапельникова И.И., Базильская И.В. (метео), Венгеров П.Д. (птицы), Емец Н.С (насекомые)	
53	Бурбаш (Татарстан)	Мингазов Л.З., Мингазов З.Х.	125 км от Казани, 17 км от рай-центра Балтаси
54	Березняк	Набиев Р.Г., учитель средней школы	
55	Альметьевск	Старовойтова Г.Ю., руководитель объединения «Юннатик»	
56	Чебаркуль (Челябинская)	Вахнин В.В.	
57	Ильменский заповедник	Гордиенко Н.С.	

Таблица 2. Данные наблюдений МЦ РГО за 2005 год. Весна – начало лета.

№	Пункты наблюдений	Потрагины на открытых местах	Грч: весенний прилет, первая встреча	Скворец: весенний прилет, первая встреча	Жаворонок полевой: весенний прилет, первая встреча	Береза бородавчатая, пушистая: начало сокодвижения	Река: начало ледохода	Водоем: лед на водоеме полностью растаял	Вобочка-крапивница: первая встреча	Мать-и-мачеха: начало цветения	Кряква: весенний прилет, первая встреча	Гуси (ssp.): начало полета (к местам гнездования), первая стая	Ольха серая: начало цветения	Лещина обыкновенная (орешник): начало цветения	Муравьи рода Formica spp.: пробуждение после зимы, оживление на куполе
1	Вилегодек (Архангельская)	10.4	8.4	10.4		8.5			10.4	16.4	16.4				
2	Торопец (Тверская)	5.4	1.4	5.4	12.4	12.4	17.4		26.3	15.4			8.4	13.4	
3	Тверь					6.5	11.4		2.4	13.4					
4	Погорелое городище	18.3	13.2	27.3	4.4	20.3	12.4	24.4	7.4	6.4	11.4	9.4	12.4	15.4	19.4
5	Борок (Ярославская)	8.4	24.3	3.4	8.4	20.4	11.4	29.4	6.4	20.4	8.4	8.4	10.4	13.4	6.4
6	Ростов Великий.	5.4	14.3	1.4	16.4	17.4	10.4	1.5	6.4	15.4	24.4	21.4	13.4	15.4	28.4
7	Чухлома (Костромская)		24.3			28.4		5.5	7.5	26.4	5.5	7.5	5.5		
8	Орехово	9.4	26.3	3.4		13.4	9.4	30.4	16.4	18.4	8.4	12.4	16.4		
9	Кстово (Нижегородская)	10.4	12.4	18.4		20.4	18.4	18.4	1.5	2.5					
10	Арефино		16.3	6.4		30.4				16.4	21.4	22.4			
11	Рудня (Смоленская)	1.4	19.3	27.3	2.4	8.4		16.4	11.4	10.4	12.4	13.4	7.4	9.4	14.4
12	Мерлино	26.3	16.3	23.3	23.3	7.4		2.4	30.3	9.4	3.4	1.4	6.4	9.4	
13	Гагарин	25.3	1.3	20.3	27.3	7.4	7.4	15.4	4.4	12.4	10.4	22.4			
14	Черкизово (Московская)	13.4	24.4	27.4	5.4	6.4	3.4	20.4	16.4	17.4	23.3	21.3	22.4	22.4	7.4
15	Орехово-Зуево	8.4	23.3	4.4	6.4	14.4		18.4	6.4	21.4	3.4	9.4	20.4		30.4
16	Ямкино	7.4	25.3	1.4	5.4	10.4	15.3	19.4	7.4	13.4	9.4	15.4	12.4	12.4	12.4
17	Владимир	6.4	18.3	23.3		14.4	14.4	17.4	7.4	25.4			22.4		
18	Мстера (Коткова)	31.3	9.3	5.4	7.4	16.4	14.4	5.4	7.4	13.4	16.4	17.4	20.4	16.4	28.4
19	Муромцево					8.4			5.4					13.4	

№	Пункты наблюдений	Проталины на открытых местах	Грч: весенний прилет, первая встреча	Скворец: весенний прилет, первая встреча	Жаворонок полевой: весенний прилет, первая встреча	Береза бородавчатая, пушистая: начало сокодвижения	Река: начало ледохода	Водоём: лёд на водоёме полностью растаял	Бабочка-крапивница: первая встреча	Мать-и-мачеха: начало цветения	Крыква: весенний прилет, первая встреча	Гуси (spp.): начало пролёта (к местам гнездования), первая стая	Ольха серая: начало цветения	Лещина обыкновенная (орешник): начало цветения	Мурavyи рода Formica spp.: пробуждение после зимы, оживление на куполе
20	Калуга	6.3	20.3	29.3	4.4	12.4	6.4	5.4		14.4		12.4	6.5	29.3	
21	Юхнов	5.4	16.3	27.3		8.4	9.4	16.4	9.4	11.4		10.4	10.4	7.4	
22	Новомосковск (Тульская)	29.3	23.3	4.4	4.4	10.4		18.4	6.4	13.4		10.4	17.4	17.4	15.4
23	Муняковские выселки (Рязанская)		27.3	4.4	4.4	13.4		19.4	8.4	16.4	5.4	10.4	10.4	13.4	12.4
24	Рамасуха (Брянская)	15.3	16.3	25.3		4.4	не замерз	11.4	2.4	5.4	6.4	4.4	7.4	7.4	13.4
25	Жудро (Орловская)	30.3	24.3	28.3	29.3	8.4	не замерз	5.4	2.4	13.4	7.4	8.4	18.4	16.4	12.4
26	Алехино	18.3	14.3	19.3	11.3	8.4	10.3	19.3	21.3	9.4	19.3	2.4	12.4	14.4	28.3
27	д. Черкасская	24.3	10.3	8.4		15.4	3.4	13.4	4.4	8.4	5.4	9.4			19.4
28	Парамоново	12.3	14.3	17.3	22.3	6.4	13.4	14.4	9.4	11.4	4.4	9.4	2.4		20.4
29	Нарышкино	15.3	15.3	16.3	23.3	7.4		10.4	10.4	13.4	6.4	11.4	5.4	15.4	21.4
30	Грязи (Липецкая)	6.4	10.3	10.4	9.4	13.4		13.4	19.4		10.4	13.4			18.4
31	Конь-Колодезь	30.3	7.3	6.4	30.3	10.4	5.4	10.4	10.4	12.4	17.3	30.3	24.4		19.4
32	Чаплыгин	12.3	15.3	27.4	27.3	2.4	10.3		28.3	11.4		9.4	10.4		7.5
33	Панкратовка (Измалково) (Тамбовская)	27.3	17.3	5.4	4.4	10.4		19.4	7.4	15.4	6.4	6.4		10.4	30.4
34	Бол. Липовица	12.3	22.3	2.4	10.5	30.3	31.3	8.4	15.4	14.4	28.3	31.3	12.4	13.4	22.4
35	Алкаладка	15.3	17.3	2.4		12.4	3.4	12.4	5.4	4.4	4.4	10.4	6.4		3.5
36	Сердобск (Пензенская)	10.3	18.3	8.4	6.4	20.4	10.4	20.4	14.4	14.4	14.4	10.4	13.4	11.4	13.4
37	Усть-Уза	14.3	15.3	12.4	11.4	9.4	10.4	20.4	11.4	14.4	14.4	15.4		19.4	22.4
38	Саранск (Мордовия)	7.4	25.3			14.4				12.4					

№	Пункты наблюдений	Проталины на открытых местах – первые	Трач: весенний прилет, первая встреча	Скворец: весенний прилет, первая встреча	Жаворонок полевой: весенний прилет, первая встреча	Береза бородавчатая, пушистая: начало сокодвижения	Река: начало ледохода	Водоем: лед на водоеме полностью растаял	Бабочка-крапивница: первая встреча	Мать-и-мачеха: начало цветения	Кряквы: весенний прилет, первая встреча	Гуси (spp.): начало полета (к местам гнездования), первая стая	Ольха серая: начало цветения	Лещина обыкновенная (орешник): начало цветения	Мравьи рода Formica spp.: пробуждение после зимы, оживание на куполе
39	Мордовский заповедник	9.4	20.3	10.4	5.4	9.4	11.4	19.4	9.4	14.4	10.4	14.4	15.4	14.4	7.4
40	Новодевичье	10.4	19.3	6.4	5.4	14.4	11.4	20.4	21.4	20.4	8.4	9.4	13.5	15.5	6.5
41	Тим (Курская)	29.3	12.3			8.4	3.4	13.4			1.4	2.4			10.5
42	Мелехино	12.3	17.3	23.3	25.3	9.4	4.4	13.4	2.4	9.4	4.4	6.4		7.4	9.4
43	Железнодорожск	15.3	22.3	27.3	1.4	10.4	12.4	15.4	17.4	19.4	12.4	15.4	12.4	10.4	19.4
44	Кшень	18.3	21.3	2.4	28.3	12.4	7.4	11.4	5.4	8.4	6.4	4.4	12.4	19.4	15.4
45	Белая	23.3	7.3	21.3	19.3	7.4	15.4	11.4	8.4	9.4	22.4	30.3	20.4	10.4	8.4
46	Центрально-Черноземный заповедник	24.3	19.3	27.3	24.3	7.4			10.4	8.4	3.4	26.3		8.4	10.4
47	Старый Оскол (Белгородская)	2.3			4.4	2.4			7.4	4.4	30.3	30.3	18.3		7.4
48	Уразово	22.3	зимовали	25.3	27.3	3.4	26.3	10.4	3.4	9.4	29.3	1.4	15.4	17.4	2.4
49	Воронежский заповедник		8.3	25.3	18.3		12.4		4.4	8.4	29.3		12.4	9.4	1.4
50	Бурбаш (Татарстан)	16.3	4.3	6.3	8.4	16.4	19.4	15.4	21.4	21.4	7.4	14.4	17.4	22.4	12.4
51	Березняк	6.3	9.3	3.4	6.4	7.4	11.4	12.4	8.4	16.4	13.4	14.4	18.4	15.4	7.5
52	Альметьевск	6.4	25.4	5.3	8.3	24.4	10.4	15.4	19.4	18.4			20.4	28.4	
53	Чебаркуль (Челябинская)	8.4	29.3	19.4	10.4	11.4		1.5	10.4	19.4	25.4				
54	Ильменский заповедник	11.4	22.3	10.4	5.4	16.4		29.4	9.4	17.4	7.4		21.4	29.4	8.4

Пункты наблюдений	Ива козья (оредина): начало цветения	Пчела: пробуждение после зимы, первая встреча	Кукушка обыкновенная: первая песня	Ласточка деревенская: первая встреча	Соловей: первая песня	Комары толкунь: пробуждение после зимы, появление первых	Береза бородавчатая, пушистая: нач.-разветвления листьев	Береза бородавчатая, пушистая: начало цветения (пыления)	Береза бородавчатая, пушистая: массовое цветение	Клен остролистный: нач.-разветвления листьев	Липа мелколиственная: нач.-разветвления листьев	Майский жук: начало лета	Одуванчик лекарственный начало цветения
1	Вилегодск (Архангельская)	3.5	14.4	13.5	16.5		10.4	10.5	19.5			10.5	13.5
2	Торопец (Тверская)			27.4				6.5			12.5		16.5
3	Тверь							9.5					28.4
4	Погорелое городище	17.4	14.4	8.5	4.5	2.5	2.5	3.5	29.4	3.5	16.5	15.5	4.5
5	Борок (Ярославская)	25.4	17.4	1.5	5.5	22.4	22.4	9.5		17.5	18.5	13.5	11.5
6	Ростов Великий.	22.4	15.4	4.5	5.5	26.4	26.4	8.5	6.5	10.5	17.5	17.5	12.5
7	Чухлома (Костромская)	8.5		11.5	31.5	13.4	13.4	11.5	23.5	20.5			15.5
8	Орехово	1.5	24.4	5.5	10.5	29.4	29.4	10.5	8.5	12.5	18.5	14.5	21.5
9	Кстово (Нижегородская)		28.4			1.6					5.6	1.6	20.4
10	Арефино	22.4		10.5		22.5	22.5	4.5	6.5		3.5	10.5	10.5
11	Рудня (Смоленская)	18.4	11.4	5.5	30.4	13.4	13.4	7.5		11.5	13.5	19.5	20.5
12	Мерлино	15.4	10.4	14.5	15.5	8.4	8.4	4.4	6.5		16.5	16.5	11.5
13	Гагарин	15.4	12.4	19.4	30.4	8.4	8.4	10.5		14.5	16.5		30.4
14	Черкизово (Московская)	17.4	29.4	4.5	25.5	7.5	7.5	2.5	4.5		10.5	2.5	3.5
15	Орехово-Зуево	29.4	24.4	28.4	8.5	15.5	15.5	9.5	2.5	5.5	15.5	11.5	7.5
16	Якшино	16.4	1.4	29.4	27.4	8.4	8.4	3.5	2.5		15.5	2.5	13.5
17	Владимир		30.4	7.5	24.5			2.5			8.5	7.5	6.5
18	Метра (Копкова)	2.5	13.4	4.5	1.5	22.5	16.4	28.4	5.5	7.5	10.5	23.4	2.5

Пункты наблюдений													
	Ива козья (бредина): начало цве- тения	Пчела: пробуждение после зимы, первая встреча	Кукушка обыкновенная: первая песня	Ласточка деревенская: первая встреча	Соловей: первая песня	Комары толкуны: пробуждение после зимы, появление первых	Береза бородавчатая, пушистая: нач..разветвления листьев	Береза бородавчатая, пушистая: начало цветения (пыления)	Береза бородавчатая, пушистая: массовое цветение	Клен остролистный: нач. разветвления листьев	Липа мелколиственная: нач. разветвления листьев	Майский жук: начало лета	Одуванчик лекарственный начало цветения
19	Муромцево				8.5		4.5						
20	Калуга	30.4	5.5	29.4	9.5		3.5			2.5	9.5	6.5	19.4
21	Юхов	16.4	1.4	29.4	8.5	9.4	1.5			5.5	8.5	4.5	6.5
22	Новомосковск (Тульская)	20.4		7.5	14.5		2.5	30.4		12.5	12.5		29.4
23	Муныковские выселки (Рязанская)	19.4	14.4	21.4	29.4	12.4	4.5			7.5	10.5	5.5	6.5
24	Рамасуха (Брянская)	14.4	3.4	27.4	28.4	2.4	30.4	30.4	3.5	2.5	30.4	10.4	25.4
25	Жудро (Орловская)	23.4	16.4	19.4	18.4	6.4	30.4	30.4		6.5	9.5	30.4	25.4
26	Алехино	6.4	23.3	18.4	4.4	30.3	27.4	26.5		6.5	10.5	4.5	20.5
27	д. Черкасская	22.4	29.4	12.4	1.5	15.4	2.5			29.4	4.5	2.5	2.5
28	Парамово	18.4	4.4	21.4	28.4	3.4	3.5	20.5		4.5	12.5	1.5	13.5
29	Нарышкино	19.4	7.4	27.4	1.5	15.4	29.4	24.5		6.5	13.5	9.5	14.5
30	Грязи (Липецкая)	20.4	14.4	6.5	25.4	22.4	29.4	6.5		30.4	9.5	1.5	3.5
31	Конь-Колодезь	3.5	5.4	26.4	26.4	2.5	1.5			20.4	3.5	10.5	3.5
32	Чаплыгин	29.4	29.3	10.5	8.5	7.4	25.4	27.4		3.5	6.5	28.5	13.4
33	Панкратовка (Измалково) (Тамбов- ская)	17.4	25.3	5.5	3.5	29.4	3.5			8.5	9.5	7.5	6.5
34	Бол. Липовица	11.4	17.4	30.4	10.5	20.5	3.4	11.4	16.4	19.4	7.5	14.5	2.5
35	Алкаладка	5.5	3.4	4.5	10.5	17.4	30.4			25.4	8.5	20.5	6.5

	Пункты наблюдений	Ива козья (бредина): начало цветения	Пчела: пробуждение после зимы, первая встреча	Кукушка обыкновенная: первая песня	Ласточка деревенская: первая встреча	Соловей: первая песня	Комары толкучи: пробуждение после зимы, появление первых	Береза бородавчатая, пушистая: нач. разветвления листьев	Береза бородавчатая, пушистая: начало цветения (пыления)	Береза бородавчатая, пушистая: массовое цветение	Клен остролистный: нач. разветвления листьев	Липа мелколиственная: нач. разветвления листьев	Майский жук: начало лета	Одуванчик лекарственный начало цветения
36	Сердобск (Пензенская)	14.4	12.4	3.5	23.4	10.5	13.4	11.4	28.4		29.4	17.5	12.5	1.5
37	Усть-Уза	21.4	11.4	5.5	2.5	9.5	3.5	21.4	4.5		5.5	6.5	5.5	7.5
38	Саранск (Мордовия)	30.4		14.5		15.5		28.4	30.4					11.5
39	Мордовский заповедник	16.4	9.4	22.4	23.4	11.5	12.4	4.5	4.5		8.5	10.5	2.5	8.5
40	Новодевичье	2.5	10.4	3.5	4.5	15.5	14.4	3.5	10.5	20.5	14.5	11.5	3.5	12.5
41	Тим (Курская)		28.3	27.4	25.4	25.4	5.5	30.4			30.4		8.5	4.5
42	Мелехино	14.4	27.3	24.4	25.4	30.4	15.4	29.4	2.5		5.5	10.5	7.5	3.5
43	Железнодорожск	17.4	20.4	23.4	7.5	15.5	15.5	17.5	20.5		12.5	13.5	15.5	17.5
44	Кшень	7.5	4.4	5.5	25.4	29.4	5.4	30.4	7.5		28.4	8.5	29.4	1.5
45	Белая	18.4	1.4	17.4	20.4	9.5	25.3	23.4	27.5		30.4	21.4	18.4	17.4
46	Центрально-Черноземный заповедник	15.4	27.3	5.5	27.4	6.5	19.4	27.4	1.5	4.5	27.4	5.5	8.5	3.5
47	Старый Оскол (Белгородская)	7.4	8.4	9.5	10.5	2.5	10.5	26.4			26.4		9.5	11.4
48	Уразово	18.4	31.3	3.5	20.4	22.4	10.4	21.4			2.5	30.4	29.4	16.4
49	Воронежский заповедник	16.4		18.4	21.4	25.4		1.5	4.5		1.5	7.5	11.5	25.4
50	Бурбаш (Татарстан)	14.4	19.4	17.4	24.4	7.5	19.4	22.4	3.5		20.4	6.5	10.5	11.5
51	Березняк	11.4	10.4	9.5	15.5	14.5	20.4	7.5	29.4	8.5	8.5	9.5	9.5	8.5
52	Альметьевск	28.4	24.4	12.5	15.5	10.5	12.3	2.5			3.5	9.5	10.5	25.4
53	Чебаркуль (Челябинская)							7.5	28.4			17.5		24.4
54	Ильменский заповедник	24.4	17.4	7.5	6.5	14.5	18.4	27.4			16.4	18.5		20.4

№	Пункты наблюдений	Черемуха обыкновенная начало цветения	Дуб черешчатый начало разветвления листьев	Земляника лесная начало цветения	Смородина черная начало цветения	Вишня начало цветения	Стриж черныш: первая встреча	Яблоня домашняя начало цветения	Заморозок: последний на почве (весенний, летний)	Проза первая	Сосна обыкновенная начало цветения	Сосна обыкновенная массовое цветение	Сирень обыкновенная начало цветения	Яблоня обыкновенная начало цветения	Тополь spp начало цве- тения	Тополь spp.массовое цветение	Ландыш майский начало цветения	Малина обыкновенная начало цветения
1	Вилегодск (Архангельская)	17.5		19.5	16.5	25.5		25.5	1.5	7.5	8.6	10.6	15.6	1.6	23.5		20.5	20.6
2	Торопец (Тверская)	16.5		19.6	15.7	18.5		24.5	30.4	8.5				30.5			30.5	
3	Тверь	11.5			16.5	17.5	17.5	18.5	21.4	6.5								
4	Погорелое городище	15.5	22.5	27.5	14.5	18.5	17.5	1.6	4.5	8.5			26.5	24.5	5.5	7.5	3.6	12.6
5	Борок (Ярославская)	20.5	19.5	29.5	15.5	20.5	16.5	25.5	30.4	11.5	30.5		14.5	27.5	15.6		27.5	13.6
6	Ростов Великий.	13.5	18.5	26.5	15.5	18.5	12.5	21.5	4.5	9.5	19.5	24.5	22.5	25.5	2.5	4.5	25.5	8.6
7	Чухлома (Костромская)	18.5		23.5	23.5	24.5	15.5	24.5		10.5	19.5		24.5	25.5			15.5	9.6
8	Орехово	18.5	19.5	21.5	18.5	20.5	16.5	29.5	4.5	9.5			26.5	25.5	10.6		25.5	5.6
9	Кстово (Нижегородская)	16.5		1.6	15.5	14.5			24.4	30.5			20.5	22.5	4.6		20.5	31.5
10	Арефино	13.5		17.5	14.5	12.5		18.5		13.5			19.5	20.5	20.6		15.5	23.5
11	Рудня (Смоленская)	15.5	18.5	8.5	11.5	17.5	13.5	20.5	2.5	8.5			22.5	20.5			20.5	23.5
12	Мерлино	14.5	18.5	15.5	14.5	18.5	15.5	18.5	2.6	8.5			23.5	26.5			28.5	5.5
13	Гагарин	9.5	18.5	8.5	13.5	12.5	12.5	19.5		8.5			23.5	18.5	19.6			11.6
14	Черкизово (Московская)	12.5	10.5	21.5	13.5	16.5	26.5	21.5	4.5	1.5	25.5		20.5	21.5	24.4		21.5	5.6
15	Орехово-Зуево	14.5	20.5	22.5	14.5	21.5	14.5		3.5	9.5	26.5	30.5	18.5	25.5			27.5	4.6
16	Ямкино	12.5	16.5	19.5		20.5	12.5	20.5	7.5	1.5			21.5	24.5			21.5	10.6
17	Владимир	12.5				10.5	25.5		21.4	9.5			18.5	10.5	20.6		20.5	
18	Мстера (Коткова)	11.5	20.5	18.5	5.5	7.5	10.5	18.5	3.5	8.5			24.5	25.5	11.6	13.6	24.5	4.6
19	Муромцево	12.5		20.5			15.5		21.4	20.5			19.5				19.5	
20	Каюга	10.5	6.5	31.5	6.5	10.5	26.5	17.5	31.3	12.5			19.5	19.5			24.5	
21	Юхнов	9.5	15.5	23.5	9.5	15.5		19.5		8.5			20.5	23.5			26.5	8.6

№	Пункты наблюдений	Черemuха обыкновенная начало цветения	Дуб черешчатый начало разветвления листьев	Земляника лесная начало цветения	Сморodина черная начало цветения	Вишня начало цветения	Стриж черный: первая встреча	Яблоня домашняя начало цветения	Заморозок: последний на почве (весенний, летний)	Проза первая	Сосна обыкновенная начало цветения	Сосна обыкновенная массовое цветение	Сирень обыкновенная начало цветения	Рябина обыкновенная начало цветения	Тополь spр начало цве- тения	Тополь spр,массовое цветение	Ландыш майский начало цветения	Малина обыкновенная начало цветения
22	Новомосковск (Тульская)	11.5	13.5	20.5	11.5	12.5	16.5	12.5		8.5			18.5				21.5	30.5
23	Муныковские выелки (Рязан- ская)	11.5	8.5	19.5	5.5	12.5		19.5	25.4	11.4	20.5		21.5	23.5			22.5	28.5
24	Рамасуха (Брянская)	4.5	6.5	14.5	8.5	8.5		15.5	15.5	18.4	10.5	15.5	17.5	20.5			19.5	
25	Жудро (Орловская)	7.5	7.5	18.5	1.4	18.5	12.5	не цв	21.4	7.5	17.5	19.5	19.5	18.5	29.4		21.5	4.6
26	Алехино	6.5	10.5	14.5	4.5	1.5	4.5	10.5	4.6	19.3	6.6			23.5	10.6		1.6	10.6
27	д. Черкасская	2.5		21.5	9.5	4.5	1.5	14.5	30.4	8.5			15.5	18.5			21.5	22.5
28	Парамоново	10.5		14.6	11.5	16.5		24.5	29.4	8.5			17.5	20.5			21.5	11.6
29	Нарышкино	15.5	20.5	15.6	17.5	15.5	15.5	20.5	29.4	8.5	24.5		15.5	17.5	20.6		22.5	15.6
30	Грязи (Липецкая)	5.5	12.5	20.5	7.5	9.5	12.5	18.5		19.4			16.5	17.5	27.5	30.5	25.5	29.5
31	Конь-Колодезь	6.5	10.5	18.5	8.5	7.5		16.5	25.4	21.4	21.5		15.5	17.5	18.5		18.5	8.6
32	Чаплыгин	5.5	10.5	24.5	6.5	4.5	8.6	17.5	20.4	8.5	24.5		18.5	20.5	30.4		19.5	30.5
33	Панкратовка (Измалково) (Там- бовская)	7.5	18.5	21.5	8.5	11.5	18.5	17.5	14.5	1.5			17.5	24.5			24.5	28.5
34	Бол. Липовица	9.5	3.5	20.5	17.4	18.4	12.5	10.5	14.5	27.5	26.5		22.5	20.5			16.5	7.6
35	Алкалада	7.5	6.5	20.5	3.5	10.5		3.5	6.5	21.4			17.5	19.5			14.5	25.5
36	Сердобск (Пензенская)	7.5	21.5	15.5	23.4	9.5	11.5	12.5	9.4	7.5			16.5	19.5	24.5	27.5	18.5	24.5
37	Усть-Уза	8.5	9.5	11.5	12.5	15.5	16.5	17.5	29.4	21.5	18.5		18.5	20.5	19.5		19.5	20.5
38	Саранск (Мордовия)	8.5		14.5	9.5	11.5		19.5		19.5			18.5	21.5	3.5		17.5	6.6
39	Мордовский заповедник	11.5	11.5	17.5	13.5	12.5	19.5	17.5	21.4	22.4	20.5		18.5	20.5			19.5	30.5

№	Пункты наблюдений	Черемуха обыкновенная начало цветения	Дуб черешчатый начало разветвления листьев	Земляника лесная начало цветения	Сморчок черная начало цветения	Вишня начало цветения	Стриж черный: первая встреча	Яблоня домашняя начало цветения	Заморозок: последний на почве (весенний, летний)	Проза первая	Сосна обыкновенная начало цветения	Сосна обыкновенная массовое цветение	Сирень обыкновенная начало цветения	Яблоня обыкновенная начало цветения	Тополь spp.массовое цветение	Ландыш майский начало цветения	Малина обыкновенная начало цветения
40	Новодевиче	12.5	13.5	25.5	13.5	13.5	10.5	17.5		22.4	25.5	30.5	18.5	19.5	15.5	20.5	30.5
41	Тим (Курская)	7.5	8.5	20.5	10.5	8.5		14.5	2.4	26.4	20.5		15.5			20.5	
42	Мелехино	6.5	18.5	16.5	6.5	7.5	5.5	7.5	15.5	21.4			18.5	20.5		22.5	30.5
43	Железнодорожск	14.5	20.5	24.5	16.5	18.5	20.5	17.5	12.5	14.5	24.5		20.5	17.5	25.5	14.5	20.5
44	Кпшень	7.5	7.5	17.5	11.5	8.5	2.5	14.5	13.4	21.4	6.6		18.5	19.5		16.5	2.6
45	Белая	21.5	30.4	15.5	18.5	23.4	17.5	8.5	1.4	18.4	5.6		24.5	3.5	10.5	11.5	20.5
46	Центрально-Черноземный запо- ведник	5.5	2.5	17.5	5.5	7.5		14.5	29.4	16.4			9.5	19.5	14.4	19.5	30.5
47	Старый Оскол (Белгородская)	1.5	9.5	16.5		3.5	12.5	11.5	28.4	8.5			15.5	14.5		14.5	
48	Уразово	4.5	3.5	10.5	27.4	2.5	7.5	5.5	6.4	21.4			9.5	15.5		4.5	28.5
49	Воронежский заповедник	8.5	4.5	15.5	7.5		12.5		26.4	21.4	20.5		16.5	20.5		15.5	1.6
50	Бурбаш (Татарстан)	13.5	3.6	6.6	16.5	14.5	4.5	14.5	4.5	10.5	11.5		5.5	18.5	11.5	6.5	28.5
51	Березняк	12.5	20.5	15.5	22.5	12.5	25.5	13.5	21.5	22.5	15.5	23.5	18.5	30.5		18.5	25.5
52	Альметьевск	9.5	10.5	20.5	11.5	5.5	13.5	8.5	25.4	24.4			14.5	15.5		20.5	11.5
53	Чебаркуль (Челябинская)	14.5	17.5			11.5	13.5	15.5	14.4	19.5			16.5	20.5			
54	Ильменский заповедник	14.5	24.4	18.5	12.5	20.5	13.5	18.5	18.6	18.5			18.5	18.5		1.6	30.5

ПРОЕКТ «ЛЕТОПИСЬ ПРИРОДЫ ЕВРАЗИИ»: ОПЫТ ИССЛЕДОВАНИЙ ОТКЛИКА БИОТЫ НА ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА

Ю.П. Курхинен^{1,2}, В.Н. Большаков³, М. Дельгадо⁴, О. Оваскайнен^{1,5}, И.С. Прохоров⁶

¹Университет Хельсинки, Финляндия, 65 00014, Хельсинки, ул. Виикинкаари, д. 1;
juri.kurhinenj@helsinki.fi

²Институт леса КарНЦ РАН, Россия, 185910, Республика Карелия, г. Петрозаводск,
ул. Пушкинская, д. 11

³Институт экологии растений и животных УрО РАН, Россия, 620144, г. Екатеринбург,
ул. 8 Марта, д. 202; vladimir.bolshakov@ipae.uran.ru

⁴Университет Овьедо, Испания, 33600, Астурия, Миепес; delgado.mmar@gmail.com

⁵Норвежский Университет Науки и Технологии, Норвегия, Тронхейм; otso.ovaskainen@helsinki.fi

⁶Информационно-аналитический центр поддержки заповедного дела, Россия, 123242, Москва,
пер. Капанова, 3, стр. 3; nauka-iac@mail.ru

Аннотация. В работе рассмотрены итоги девяти лет функционирования международного проекта, включающего Базу данных и Сеть сотрудничества в области биологического разнообразия экосистем Евразии. Проект объединяет 500 исследователей из 180 организаций 13 стран. Установлен ряд закономерностей изменений в динамике разнообразия биоты экосистем Евразии, в том числе – наличие динамики сезонных явлений в условиях изменения климата. Подчеркнуто значение «Летописей природы» на особо охраняемых природных территориях России как уникального исторического метода экологического мониторинга, не имеющего аналогов в мировой практике.

Ключевые слова. Исследования, таежные леса, экосистемы, биоценоз, динамика, изменение климата, антропогенное воздействие.

Введение. Проект «Linking environmental change to biodiversity change: long-term and large-scale data on European boreal forest diversity» (EBFB, «Связь изменений среды обитания с изменениями биоразнообразия: многолетние крупномасштабные данные о биологическом разнообразии бореальных лесов Европы») разрабатывается с 2011 г. С 2016 г. он реорганизован с новым названием: «Eurasian Chronicle of Nature – Large Scale Analysis of Changing Ecosystems» («Летопись природы Евразии: крупномасштабный анализ изменяющихся экосистем»). С момента начала разработки проект имел задачу – создание Базы данных массовых учетов животных (млекопитающие, птицы, беспозвоночные), учетов динамики обилия и разнообразия сосудистых растений и грибов, статистики охоты, динамики показателей метеофакторов, структуры лесного покрова и фенологических данных. Район исследований поначалу – биом европейской тайги от Скандинавии до Урала. Предполагалось, что в Базе данных будут отражены экологические изменения, которые произошли в экосистемах бореальных лесов за последние 40–50 лет (в том числе с учетом мониторинга антропогенной динамики структуры лесов, происходящей на фоне климатических изменений).

Однако уже в первые годы разработки проекта произошли некоторые изменения. Во-первых, переименование названия проекта. Оно связано с тем, что к 2016 г. значительное количество активных участников уже находились и на территории Азии. Во-вторых, сразу же проявилась вторая интересная задача проекта – формирование международной сети сотрудничества, участники которой объединены не только общей базой материалов, но главное – общими целями работы, которая подразумевает не только изучение общих трендов изменений в структуре биома тайги, но и анализ причин этих изменений. В связи с этим и появился третий аспект усовершенствования работы: совместный анализ глобальных факторов, способных повлиять на биоту бореальных лесов, среди них – последствия изменения климата.

Материал и методика. Возникновение международного проекта именно на севере Европы и именно в 2011 г. имеет свои предпосылки. Задолго до начала его разработки (фактически с конца 1970-х годов) велись активные совместные исследования на приграничных территориях России и Финляндии, в том числе в начале XXI в. – углубленное изучение отдельных аспектов биологического разнообразия и его динамики в связи с антропогенным воздействием, а также выдвинута и разрабатывалась концепция «таежных коридоров» Фенноскандии (Гашев, Курхинен, 2015; Ивантер и др., 2018; Курхинен и др., 2006; Курхинен и др., 2009), которая получила свое продолжение и в рамках данного проекта.

Сеть сотрудничества, рассматриваемого в данном проекте, работает по следующим принципам:

1. Исследователи «входят» со своими материалами в Базу данных, проект помогает с переводом данных в электронный вид и дает информацию об этих данных на сайте проекта. При этом никто не может использовать данные исследователя или научной организации без их разрешения; В рамках проекта разработаны унифицированные шаблоны таблиц, по которым сотрудники организаций, участвующих в проекте, оцифровывали разделы Летописей и передавали электронные таблицы в общую базу данных. В первую очередь подготовлены массивы данных по следующим разделам Летописи природы: фенологический календарь (данные о сроках наступления метеоявлений и различных феноявлений в жизни растений, грибов и животных), численность млекопитающих (мелкие млекопитающие, охотничье-промысловые виды), численность птиц, урожайность ягод и травянистой растительности на постоянных пробных площадях. Весьма востребованы сегодня фенологические данные, которые позволяют вести научные исследования по актуальному направлению – изучение воздействия изменения климата на природные экосистемы и изменения взаимодействия человека и природы в связи с климатическими факторами.

2. В рамках проекта создаются рабочие группы, например, по динамике численности млекопитающих, птиц (работа с данными Зимнего маршрутного учета охотничьих животных), по анализу трендов сезонных изменений в природе (данные фенологии из «Летописей природы») и др. с целью сравнить и унифицировать методы сбора, обработки и интерпретации данных, и на основе этого

приступить к совместному анализу причинно-следственных связей и опубликованию данных в научной печати.

3. Малоаметный, но важный аспект работы – формирование электронной базы данных, то есть перевод в цифровой вариант значительного количества данных до этого бывших только в «бумажном» варианте. Другой аспект – математически и биологически грамотная обработка массивов данных, которые собирают не только в России, но и на территории других стран – участников проекта.

Материалы объединяют в файлы по единой схеме (табл. 1). Обработка данных базируется, в том числе на разработках Группы математической биологии Университета Хельсинки. Основная работа Группы фокусируется на взаимодействии между теоретическими и эмпирическими исследованиями в пространственной и эволюционной биологии. Группа разработала широкий спектр математических, статистических и расчетных методов анализа размещения видов, населяющих разнородные ландшафты, с особым акцентом на динамику и выживаемость популяций.

В качестве партнеров в проекте задействовано в настоящее время более 500 исследователей из 180 научных организаций и особо охраняемых природных территорий (ООПТ) России, Финляндии, Белоруссии, Швеции, Узбекистана, Казахстана, Киргизстана, Грузии, и других стран.

Таблица 1. Выдержка из информационной таблицы Базы данных для открытого доступа, демонстрирующая только характеристику данных

Organization	Projects	Years	Localities	Species	Tagged animals	Total number of observations	Total number of visits
Kivach Nature Reserve	Phenology - Animals	45	1	21	0	916	
	Phenology - Birds	50	1	52	0	3423	
	Phenology - Plants	45	1	72	0	3606	
Karelian Research Center	Winter tracks (Karelia)	1	1383	16	0	32022	
Finnish Game and Fisheries Research Institute	Wild forest reindeer (GPS data)	4	12	1	78	163355	
	Winter tracks (Finland)	26	1632	33	0	1217528	17885
	Wolf (GPS data)	10	0	1	72	151118	
Finnish Museum of Natural History	Flying squirrel survey (Finland)	4	997	1	0	1030	
	Flying squirrel survey (Karelia)	5	234	1	0	234	
Finnish Forest Research Institute	Small mammals	46	26	23	0	29909	1045
Grand Total		55	4284	202	150	1603141	

Реализация проекта осуществляется путем чередования камеральной обработки данных и разработки научных гипотез с ежегодными семинарами. Первые семинары проекта с широким участием заповедников европейской части России состоялись на базе Природного парка «Оленьи ручьи» (стартовый семинар, Свердловская область, 2011), научно-исследовательской станции «Мекриярви» (2012, Финляндия), Национального парка «Водлозерский» в Петрозаводске (2013 г.). В последнем участвовали преимущественно представители ООПТ европейской части России (государственные заповедники: Кивач, Печоро-Илычский, Пинежский, Дарвинский, Костомукшский, Кандалакшский, Брянский лес, Нижне-Свирский, Полистовский, Пасвик; национальные парки: «Мещера», «Себежский», «Смоленское Поозерье», «Кенозерский»). Однако помимо заповедников и национальных парков, в работе проекта активно участвуют подразделения Российской академии наук: Карельский научный центр РАН, Уральское отделение РАН, Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, а также Петрозаводский и Тюменский государственные университеты.

Уже к началу 2014 г. к проекту присоединилось значительное количество участников из Сибирского региона: Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, государственные заповедники «Столбы», «Малая Сосьва» и другие. В октябре 2015 г. Алтайский государственный заповедник совместно с Университетом Хельсинки и Ассоциацией заповедников и национальных парков Алтае-Саянского региона провел очередной научный семинар, организованный на Телецком озере (пос. Артыбаш), его участниками были и представители ООПТ. В этот период стало ясно, что география проекта выходит за рамки Европы. Поэтому семинар, организованный в октябре 2016 г. ФГБУ «Заповедное Прибайкалье» совместно с Университетом Хельсинки и другими коллегами из России, прошел уже под новым названием: «Летопись природы Евразии: крупномасштабный анализ изменяющихся экосистем (ЛПЕ)». С 2017 г., когда участников проекта принимал ФГБУ «Приокско-Террасный государственный заповедник» в Подмоскowie, он реализуется при участии ФГБУ «Информационно-аналитический центр поддержки заповедного дела» Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации (Курхинен и др., 2016; Мамонтов и др., 2015; Прохоров, Корнеевец, 2018). В 2018 г. семинар-совещание состоялся с 29 октября по 2 ноября в Национальном парке «Кенозерский» (Архангельская область) и последние встречи собрали уже от 80 до 100 участников.

Программа семинаров формируется по четкой схеме и включает как правило подведение итогов прошлого года, (в том числе – изменение в составе участников, количества и качества публикаций), а также обсуждение перспектив развития проекта на ближайшие годы. В программу семинаров включаются доклады об актуальных вопросах развития науки в ООПТ. Например, методы исследований, инвентаризация биоразнообразия, кадастр флоры и фауны, мониторинг изменения климата и его воздействия на экосистемы, ГИС и иные современные технологии сбора и обработки данных, методические вопросы сбора и интерпретации данных массовых учетов животных. Сотрудники университета Хельсинки (Финляндия), Овьедо (Испания) и Упсала (Швеция) проводят лекции и практиче-

ские занятия по методам математического моделирования экосистем. Организационно ежегодные семинары-совещания – важный этап функционирования проекта. Как вскоре выяснилось, кроме научно-методической, семинары играют и серьезную социальную роль: исследователи (как правило, заместители директоров ООПТ по науке) из довольно удаленных (часто труднодоступных) районов России получают возможность обменяться опытом работы, методикой, успехами и даже принять участие в выставке-ярмарке сувениров ООПТ.

Некоторые результаты разработки научных направлений. Уже в первые годы реализации проекта его тематика приняла четкий курс на работу с «Летописями природы» – источниками важных данных о многолетней динамике природных экосистем. Первые общие публикации показали насколько важны данные фенологии «Летописей природы» для научного анализа последствий для природных объектов глобального изменения климата (Ovaskainen et al., 2013). В этой работе на отдельных видах показано, что за последние 40-50 лет изменения в сезонной жизни биоты происходят и довольно существенные. В последние годы группой проекта опубликованы ряд статей по данной тематике (Курхинен и др., 2016, Delgado et al., 2018), а также готовятся новые публикации. Только что опубликована важная коллективная статья по материалам фенологических наблюдений проекта (Ovaskainen et al., 2020), что можно считать серьезным этапом реализации проекта.

Проводится работа по анализу данных многолетних учетов животных, в том числе как относительно массовых (Гашев, Курхинен, 2015; Ивантер, Курхинен, 2015; Ivanter et al., 2018; Pellikka et al., 2014), так и стенобионтных специализированных видов на примере летяги: (Мамонтов и др., 2015; Kurhinen et al., 2016). Это направление предполагается развивать в ближайшее время, в том числе – в аспекте трансформации динамических процессов в популяциях и сообществах на фоне климатических изменений. Следует подчеркнуть значимость работы в области экологии редких и малочисленных видов именно для нашего проекта – общий дефицит таких исследований при наличии у участников Базы данных (особенно ООПТ) пусть небольших, но все же своих уникальных материалов может послужить дальнейшему успеху научных исследований.

К числу задач, которые можно было бы решать в рамках Сети сотрудничества можно отнести анализ состояния биологического разнообразия евразийской тайги как единого природно-территориального комплекса, с учетом географических и региональных особенностей на фоне происходящих климатических изменений. Решение этой задачи напрямую связано с многолетними достижениями «Летописи природы» ООПТ России, которую можно назвать уникальным опытом экологического мониторинга.

Работа выполнена в рамках международного проекта «Летопись природы Евразии» (университет Хельсинки, Академия наук Финляндии) а также государственного задания РАН (Институт леса КарНЦ РАН, Институт экологии растений и животных УрО РАН).

Список литературы

- Гашев С.Н., Курхинен Ю.П. 2015. Динамические процессы в фауне позвоночных Западной Сибири и их причины. – Вестник Тюменского государственного университета. Экология и природопользование, т. 1, с. 80-89.
- Ивантер Е.В., Жулинская Ю.П., Курхинен Ю.П. 2018. Влияние интенсивной лесозаготовки на фаунистические комплексы мелких насекомых и грызунов Восточной Фенноскандии. – Принципы экологии, № 2, с. 42-55. (DOI: 10.15393/j1.art.2018.7922).
- Курхинен Ю.П., Данилов П.И., Ивантер Э.В. 2006. Млекопитающие Восточной Фенноскандии в условиях антропогенной трансформации таежных ландшафтов. – М., Наука, 208 с.
- Курхинен Ю.П., Громцев А.Н., Данилов П.И., Крышень А.М., Линден Х., Линдхольм Т. 2009. Особенности и значение таежных коридоров в Восточной Фенноскандии. – Труды Карельского научного центра Российской академии наук, вып. 5, с. 16-23.
- Курхинен Ю.П., Буйволова А.Ю., Сапельникова И.И., Варгот Е.В. 2016. Международный научный семинар «Летопись природы – создание общей базы данных для научного анализа и совместного планирования научных публикаций» – Nature Conservation Research. – Заповедная наука, № 1 (1), с.109-110.
- Мамонтов В.Н., Курхинен Ю.П., Хански И.К. 2015. Первые результаты радиотелеметрии лютяги (*Pteromys Volans* L.) на юго-западе Архангельской области. – Труды КарНЦ РАН, № 4, Серия Биогеография, с. 94-102. (DOI: 10.17076/bg13).
- Прохоров И.С., Корнеев К.В. 2018. Новые направления развития особо охраняемых природных территорий. – Агрохимический вестник, № 2, с. 68-70.
- Delgado M., Tikhonov G., Meyke E., Babushkin M., Bepalova T., Bondarchuk S., Esengeldenova A., Fedchenko I., Kalinkin Y., Knorre A., Kosenkov G., Kozshechkin V., Kuznetsov A., Larin E., Mirsaitov D., Prokosheva I., Rozhkov Yu., Rykov A., Seryodkin I., Shubin S., Sibgatullin R., Sikkila N., Sitnikova E., Sultangareeva L., Vasin A., Yarushina L., Kurhinen J. and Penteriani V. 2018. The seasonal sensitivity of brown bear denning phenology in response to climatic variability. – Frontiers in Zoology, pp. 15-41 (<https://doi.org/10.1186/s12983-018-0286-5>).
- Ivanter E.V., Kurhinen J.P. 2015. Effect of Anthropogenic Transformation of Forest Landscapes on Populations of Small Insectivores in Eastern Fennoscandia. – Russian Journal of Ecology, vol. 46, № 3, pp. 252-259 (ISSN 1067-4136).
- Kurhinen J., Kulebjakina E., Zadiraka E., Mamontov V., Muravskaya E., Hanski I. 2011. Distribution of the Siberian flying squirrel (*Pteromys volans* L.) in taiga isthmuses between Baltic and White Sea regions. – Acta Zoologica Lituanica, vol. 21, № 4, pp. 306-310 (ISSN 1392-1657).
- Kurhinen J.P., Bolshakov V.N., Bondarchuk S.N., Vargot E.V., Gashev S.N., Gorbunova E.A., Zadiraka E.S., Ivanter E.V., Kochanov S.K., Kulebyakina E.V., Mamontov V.N., Meydus A.V., Muravskaya E.A., Nizovtsev D.S., Pavlyushchik T.E., Pilats V., Sivkov A.V., Sikkilya N.S., Simakin L.V., Smirnov E.N., Timm U., Hanski I.K. 2016. Dynamics of regional distribution and ecology investigation of rare mammals of taiga Eurasia (Case study of flying Squirrel *Pteromys Volans*, Rodentia, Pteromyidae). – Nature Conservation Research, № 1 (3), pp. 78-84.
- Linden H., Danilov P.I., Gromtsev A.N., Helle P., Ivanter E.V., Kurhinen J.P. 2000. Large-scale corridors to connect the taiga fauna to Fennoscandia. – Wildlife Biology, № 6, pp. 179-188.
- Ovaskainen O., Skorokhodova S., Yakovleva M., Sukhov A., Kutenkov A., Kutenkova N., Shcherbakov A., Meyke E. and Delgado M. 2013. Community-level phenological response to climate change. – Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A., № 110, pp. 13434-13439.
- Ovaskainen O., Meyke E., Lo C., Tikhonov G., del Mar Delgado M., Roslin T., Gurarie E., Abadonova M., Abduraimov O., Adrianova O., Akimova T., Akkiev M., Ananin A., Andreeva E., Andriychuk N., Antipin M., Arzamashev K., Babina S., Babushkin M., Bakin O., Barabancova A., Basilskaia O., Belova N., Belyaeva N., Bepalova T., Bisikalova E., Bobretsov A., Bobrov V., Bobrovskiy V., Bochkareva E., Bogdanov G., Bolshakov V., Bondarchuk S., Bukharova E., Butunina A., Buyvolov Y., Buyvolova A., Bykov Y., Chakhireva E., Chashchina E., Cherenkova N., Chistjakov S., Chuhont-

seva S., Davydov E., Demchenko V., Diadicheva E., Dobrolyubov A., Dostoyevskaya L., Drovni-na S., Drozdova Z., Dubanaev A., Dubrovsky Y., Elsukov S., Epova L., Ermakova O., Ermakova O., Esengeldenova A., Evstigneev O., Fedchenko I., Fedotova V., Filatova T., Gashev S., Gavrilov A., Gaydysh I., Golovcov D., Goncharova N., Gorbunova E., Gordeeva T., Grishchenko V., Gro-myko L., Hohryakov V., Hritankov A., Ignatenko E., Igosheva S., Ivanova U., Ivanova N., Kalinkin Y., Kaygorodova E., Kazansky F., Kiseleva D., Knorre A., Kolpashikov L., Korobov E., Korolyova H., Korotkikh N., Kosenkov G., Kossenko S., Kotlugalyamova E., Kozlovsky E., Kozshechkin V., Kozurak A., Kozyr I., Krasnopevtseva A., Kruglikov S., Kuberskaya O., Kudryavtsev A., Kulebya-kina E., Kulsha Y., Kupriyanova M., Kurbanbagamaev M., Kutenkov A., Kutenkova N., Kuyant-seva N., Kuznetsov A., Larin E., Lebedev P., Litvinov K., Luzhkova N., Mahmudov A., Makovkina L., Mamontov V., Mayorova S., Megalinskaja I., Meydus A., Minin A., Mitrofanov O., Motruk M., Myslenkov A., Nasonova N., Nemtseva N., Nesterova I., Nezdoliy T., Niroda T., Novikova T., Panicheva D., Pavlov A., Pavlova K., Petrenko P., Podolski S., Polikarpova N., Polyanskaya T., Pospelov I., Pospelova E., Prokhorov I., Prokosheva I., Puchnina L., Putrashyk I., Raiskaya J., Rozhkov Y., Rozhkova O., Rudenko M., Rybnikova I., Rykova S., Sahnevich M., Samoylov A., Sanko V., Sapelnikova I., Sazonov S., Selyunina Z., Shalaeva K., Shashkov M., Shcherbakov A., Shevchyk V., Shubin S., Shujskaja E., Sibgatullin R., Sikkila N., Sitnikova E., Sivkov A., Skok N., Skorokhodova S., Smirnova E., Sokolova G., Sopin V., Spasovski Y., Stepanov S., Stratiy V., Strekalovskaya V., Sukhov A., Suleymanova G., Sultangareeva L., Teleganova V., Teplov V., Teplova V., Tertitsa T., Timoshkin V., Tirski D., Tolmachev A., Tomilin A., Tselishcheva L., Turgunov M., Tyukh Y., Vladim-ir V., Vargot E., Vasin A., Vasina A., Vekliuk A., Vetchinnikova L., Vinogradov V., Volodchenkov N., Voloshina I., Xoliqov T., Yablonovska-Grishchenko E., Yakovlev V., Yakovleva M., Yantser O., Yarema Y., Zahvatov A., Zakharov V., Zelenetskiy N., Zheltukhin A., Zubina T., Kurhinen J. 2020. Chronicles of nature calendar, a long-term and large-scale multitaxon database on phenology. – *Nature*. [https:// www.nature.com/articles/s41597-020-0376-z](https://www.nature.com/articles/s41597-020-0376-z), Scientific data, vol. 7(47). DOI: 10.1038/s41597-020-0376-z.

Pellikka J., Kurhinen J.P., Danilov P.I., Lindén H., Ovaskainen O., Gromtsev A.N. 2014. Dimensions of the wildlife richness in Eastern Fennoscandia. – *Vestnik ohotovedeniya*, vol. 11, № 2, pp. 266-269.

Turkia T., Selonen V., Danilov P.I., Kurhinen J., Ovaskainen O., Rintala J. and Brommer J.E. 2017. Red squirrels decline in abundance in the boreal forests of Finland and NW Russia. – *Ecography*, № 40, pp. 001-009. (DOI 10.1111/ecog.03093).

PROJECT “CHRONICLES OF THE NATURE OF EURASIA”: EXPERIENCE OF RESEARCHING BIOTA RESPONSE TO CLIMATE CHANGE

J. Kurhinen^{1,2}, V. Bolshakov³, M. Delgado⁴, O. Ovaskainen^{1,5}, I. Prohorov⁶

¹*University of Helsinki, Helsinki, Finland; juri.kurhinenj@gmail.com*

²*Forest Research Institute of Karelian Research Center of Russian Academy of Sciences,
Petrozavodsk, Russia*

³*Institute of Plant and Animal Ecology, Ural Branch of Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg,
Russia; vladimir.bolshakov@ipae.uran.ru*

⁴*University of Oviedo, Asturias, Spain; delgado.mmar@gmail.com*

⁵*Norwegian University of Science and Technology, Trondheim, Norway; otso.ovaskainen@helsinki.fi*

⁶*Information-Analytical Center for Specially Protected Natural Areas Support, Moscow, Russia;
nauka-iac@mail.ru*

Abstract. The paper reviews the results of eight years of operation of an international project, including the Database and the Network for Cooperation on the Biological Diversity of Ecosystems of Europe (first), later – Eurasia. The project brings together 500 researchers from 180 organizations in 13 countries. During the development of the project, a number of regularities of changes in the dynamics of the biota of ecosystems of Eurasia were established, including the presence of seasonal dynamics in a changing climate. The significance of the «Chronicles of Nature» in the specially protected natural territories of Russia as a unique historical method of environmental monitoring, which has no analogues in world practice.

Keywords. Researches, taiga forests, ecosystems, biocoenosis, dynamics, climate change, anthropogenic pressure.

ОПЫТ ФЕНОЛОГИЧЕСКОГО ЦЕНТРА БОТАНИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА ИМ. В.Л. КОМАРОВА РАН И ДОШКОЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ В ФЕНОЛОГИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЯХ

П.А. Лебедев^{1,2}, В.Г. Федотова¹

¹Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, Россия, 197376, Санкт-Петербург, ул. Проф. Попова, д. 2; p_lebedev@mail.ru; leosta2@mail.ru

²Санкт-Петербургский Государственный лесотехнический университет им. С.М. Кирова, Россия, 194021, Санкт-Петербург, Институтский пер., 5, корп. 1; p_lebedev@mail.ru

Аннотация. В статье рассмотрены методические аспекты организации в дошкольных образовательных учреждениях сетевого проекта «Детская фенологическая сеть Санкт-Петербурга», курируемый Фенологическим центром Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН.

Ключевые слова. Дошкольное образование, Календарь природы, фенологические наблюдения.

На территории города Санкт-Петербурга на экспериментальных площадках детских дошкольных образовательных учреждений (ДОУ) фенологические наблюдения проводятся с 2018 года в рамках сетевого проекта «Детская фенологическая сеть Санкт-Петербурга». Это учебно-исследовательский проект, реализуемый силами детей и воспитателей старших и подготовительных групп (дети 5–6 лет) под научным руководством специалистов Фенологического центра Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН (БИН РАН). В качестве программы фенологических наблюдений используется адаптированная под дошкольные учреждения программа наблюдений Русского географического общества.

Проект многолетний и рассчитан на проведение фенологических наблюдений на постоянной основе на территории экспериментальных площадок, выбранных в каждом административном районе г. Санкт-Петербурга.

Ежегодно отмечаемые даты фенологических событий оформляются в табличном виде в многолетние погодичные ряды дат наблюдений – Календари природы. Средние даты, вычисленные в таких многолетних рядах, расположенные в календарной последовательности, отражают естественный ход событий, ежегодно происходящий в живой и неживой природе у фенологических объектов.

Фенологические сведения из дошкольных учреждений, на основе которых составляется Календарь природы, в последствии публикуемый в виде печатного издания, должны быть собраны не менее, чем за 5 лет наблюдений.

В психологии у детей дошкольного возраста выделяют три формы мышления: пространственно-временное (темпоральное), наглядно-образное и наглядно-действенное. Проект позволяет детям научиться замечать закономерности повторяющихся природных явлений, дает возможность соприкоснуться с живой и неживой природой, развивает все три формы мышления и несет в себе

важную практическую составляющую, в виде самостоятельной исследовательской деятельности детей.

Программа обучения детей в рамках проекта основана на блочно-модульном принципе построения образовательного процесса и удовлетворяет всем требованиям ФГОС ДО.

В ходе выполнения проекта специалистами Фенологического центра БИН РАН, подготавливается постоянная фенологическая тропа для фенологических наблюдений, определяются постоянные фенологические объекты и составляется перечень фенологических явлений, на примере которых дети учатся:

- строить гипотезы и объяснять причины, по которым происходят наблюдаемые явления;
- выявлять и фиксировать природные явления в виде условных знаков;
- графически и словесно оформлять и презентовать результаты наблюдений;
- формулировать итоговые выводы.

Закономерным результатом проекта может стать формирование у дошкольников устойчивого познавательного интереса к природным процессам в окружающей их среде, выработка навыков самостоятельной исследовательской деятельности, стремления к получению знаний, положительной мотивации к дальнейшему обучению в течение всей последующей жизни (в школе, институте и др.).

Экспериментальные площадки на базе ДОУ в каждом районе г. Санкт-Петербурга подключают к проекту 2-4 группы и 4-8 воспитателей-педагогов. Важно отметить, что участниками проекта стали дети с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ).

Расширенный состав участников приветствуется и гарантирует долговременность проведения фенологических наблюдений на экспериментальных площадках. В крупных детских садах (например, Пушкинский район, ДОУ №45) в проекте участвуют 5-6 групп и 10-12 педагогов.

Первая пробная работа по проекту началась с 1 июня 2017 г. с привлечением АНО ДПО «МАСПО». Проект без ограничения срока участия.

Основные цели и задачи сетевого проекта

Основная социальная цель проекта – формирование творческой личности дошкольника на основе направляемого развития его исследовательского поведения и исследовательских способностей путем организации образовательного процесса с применением методов самостоятельного исследовательского поиска.

Основная научная цель проекта – сбор фенологических данных с каждого района города на постоянной основе, с публикацией в дальнейшем Календарей природы каждого района города и Санкт-Петербурга в целом.

Задачи:

- заинтересовать и увлечь детей естественными процессами, происходящими в природе Родного края;

- разработать методику проведения фенологических наблюдений в детских садах;
- обеспечить условия для формирования исследовательских навыков дошкольников;
- объединить детей и взрослых для совместной деятельности по изучению природы родного края;
- составить Календарь природы каждого района и города.

В объем исследовательской деятельности дошкольника входит:

1. Непосредственное ведение наблюдений с заполнением дневника Юного фенолога, где отмечаются произошедшие фенологические явления.
2. Заполнение и предоставление в распоряжение воспитателя-педагога ежемесячного специального бланка, в котором зафиксированные явления перечислены в порядке их наступления (предварительный календарь природных явлений).
3. Подготовка рисунков фенологических явлений для фенологического стенда, где отображаются результаты наблюдений – оперативные фенологические данные.

В объем исследовательской деятельности руководителей детских фенологических коллективов входит:

1. Организация фенологических наблюдений с группой дошкольников в соответствии с инструкцией Фенологического центра БИН РАН.
2. Подготовка итоговой ежегодной сводки фенологических данных и предоставление материалов наблюдений в Фенологический Центр БИН РАН в установленной форме.
3. Разработка игровых мероприятий для усвоения дошкольниками полученных исследовательских данных. Отбор и подготовка материалов для размещения на фенологическом стенде.
4. Умение руководителя определять видовой состав объектов наблюдений на фенологической тропе и фиксировать начало фенологических фаз развития растений.
5. Организация инструментального и материального обеспечения исследований для ведения всех записей, хранения и передачи сведений в Фенологический Центр БИН РАН в электронном виде.

В объем исследовательской деятельности фенологов Фенологического Центра БИН РАН входит:

1. Организация и расширение постоянно действующей детской фенологической сети Санкт-Петербурга.
2. Проведение экскурсий, семинарских занятий, и организация иных форм обучения для воспитателей-педагогов с целью ознакомления с теоретической и практической фенологией.
3. Ежегодное обеспечение наблюдателей необходимыми стандартными материалами (бланки, анкеты и пр.).
4. Сбор и регистрация поступающего материала с экспериментальных площадок.

5. Переписка, консультации, сопровождение процесса сбора фенологических данных в ДОУ.

Каждая новая экспериментальная площадка проходит ряд последовательных этапов вхождения в проект:

Подготовительный этап.

- Формирование состава групп и педагогов экспериментальной площадки.
- Первичный инструктаж и обучение воспитателей-педагогов, объяснение целей и задач проекта, ознакомление с инструкцией по проведению фенологических наблюдений.

- Определение фенологических объектов и разработка перечня феноявлений на каждой экспериментальной площадке.

- Подготовка фенологической тропы, установка метеоплощадки (по возможности) на территории экспериментального ДОУ. Помощь в заполнении бланка-анкеты наблюдателей и описание территории наблюдения.

Основной этап.

- На подготовленной фенологической тропе и метеоплощадке проводятся наблюдения в соответствии с программой и графиком проведения наблюдений (табл. 1). Фиксируются даты наблюдаемых фенологических явлений.

- Выполняются задания сетевого проекта.

Для успешной организации фенологических наблюдений используется Программа научно-методического сопровождения, разработанная Фенологическим центром БИН РАН и адаптированная под экспериментальные площадки проекта (табл. 2).

Развитие детской фенологии в рамках проекта «Детская фенологическая сеть Санкт-Петербурга» представляется перспективным, так как существует реальная заинтересованность непосредственных руководителей наблюдений (в

Таблица 1. График проведения обязательных наблюдений

Месяц	Дата проведения наблюдений	Количество наблюдений
Январь	1, 5, 9, 13, 17, 21, 25, 29	8
Февраль	2, 6, 10, 14, 18, 22, 26	7
Март	1, 4, 7, 10, 13, 16, 19, 22, 25, 28, 31	11
Апрель	2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30	15
Май	2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30	15
Июнь	1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17, 19, 21, 23, 25, 27, 29	15
Июль		16
Август	2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30	15
Сентябрь	1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17, 19, 21, 23, 25, 27, 29	15
Октябрь	1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17, 19, 21, 23, 25, 27, 29, 31	16
Ноябрь	2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30	15
Декабрь	2, 6, 10, 14, 18, 22, 26, 30	8

лице воспитателей-педагогов), а также руководителей ДОУ. Проект позволяет вовлечь в исследовательскую и хозяйственную деятельность всю территорию дошкольного образовательного учреждения, что немаловажно при составлении отчетов для профильных комитетов. Одна их экспериментальных площадок (ДОУ №106, Фрунзенский район Санкт-Петербурга) получила федеральный грант за воплощение в жизнь проекта «Фенопарк».

Таблица 2. Программа научно-методического сопровождения ДОУ

Название модуля	Краткое содержание	Постановка исследовательского задания (вопроса) для самостоятельного изучения детьми при участии педагогов и родителей	Инструменты для наблюдений. Главные объекты наблюдений
1. Январь-Февраль	Теоретическая часть: подбор объектов наблюдения; изучение методики наблюдений; составление перечня наблюдаемых по календарю природы явлений в жизни растений, птиц, насекомых, а также гидро-метеорологических явлений. Организация фенотропы. Практическая часть: Составление индивидуальных бланков фенонаблюдений. Знакомство с объектами наблюдений. Срезка 2-3-х побегов у нескольких выбранных для наблюдения модельных деревьев или кустарников с последующими наблюдениями за их выгонкой в лабораторных условиях (в помещении сада). Определение сроков набухания почек, их разворачивания, появления листьев. определение дат наступления фенологических фаз на срезанных побегах древесных растений; определение сроков наступления выбранных гидрометеорологических сезонных явлений календаря природы. Понятия, вводимые на занятии: - Фенология, - Фенологический объект наблюдений, - Фенологическая фаза, фенологическая дата, - Период покоя у растений, - Сокодвижение.	Проведение фенологических наблюдений по Календарю природы (за гидрометеорологическими явлениями и сокодвижением клена остролистного) и за срезанными побегами растений. Вопрос: «Что необходимо растению для того, чтобы проснулись почки на ветках?» Выполнение творческого задания: «портрет зимы».	Таблички с названиями деревьев и кустарников, термометр на северной стороне здания, шило, мерная линейка Секатор, ножницы. Клен остролистный. Для срезки растений любой кустарник или береза повислая.

2. Март	Теоретическая часть: -Календарь природы Санкт-Петербурга, - Повторение и уточнение методики проведения весенних наблюдений в подсезоны «Снеготаяние» и «Оживление весны». Практическая часть: - Способы определения фенологических фаз у выбранных объектов наблюдений. - Контрольное прохождение фенотропы. Понятия, вводимые на занятии: - набухание почек, - разverzание почек -облиствление, зеленение - цветение	Проведение фенологических наблюдений по Календарю в подсезоны «Снеготаяние» и «Оживление весны». Выполнение творческого задания: «портрет весны».	Шило, мерная линейка, градусник, проектор для показа слайдов. Береза повислая.
3. Апрель	Теоретическая часть: - Методическое сопровождение проведения наблюдений в подсезоны «Оживление весны» и «Разгар весны». Практическая часть: Контрольный обход фенотропы. Фенологические фазы развития насекомых. Влияние погодных условий и изменений климата на развитие и распространение насекомых. Понятия, вводимые на занятии: Фаза яйца, гусеницы, куколки, имаго. Насекомые-вредители. Погода и климат.	Проведение фенологических наблюдений по Календарю в подсезоны «Оживление весны» и «Разгар весны». Выполнение творческого задания: «портрет весны».	Проектор для показа слайдов. Ольха серая, ива козья, береза повислая, сирень венгерская.
4. Май	Теоретическая часть: Методическое сопровождение проведения наблюдений в подсезоны «Разгар весны» и «Начало лета». Сбор и анализ данных. Подведение итогов наблюдений по фенологическому сезону «Весна». Творческая часть: показ презентации «Портрет весны», фенологические загадки. Понятия, вводимые на занятии: Цветение, плодоношение, созревание плодов.	Наблюдения за Календарем природы в подсезоны «Разгар весны» и «Начало лета». Подготовка творческих работ для фенологических стендов.	Береза повислая, черемуха обыкновенная, сирень обыкновенная.
5. Июнь	Теоретическая часть: Методическое сопровождение проведения наблюдений в подсезоне «Начало лета».	Наблюдения за Календарем в подсезоне «Начало лета».	Сирень венгерская, спирея иволистная.
6. Июль	Теоретическая часть: Методическое сопровождение проведения наблюдений в подсезоне «Полное лето».	Наблюдения за Календарем природы в подсезоне «Полное лето».	Липа крупнолистная.

7. Август	Теоретическая часть: Методическое сопровождение проведения наблюдений в подсезоны «Спад лета» и «Начало осени».	Наблюдения за Календарем природы в подсезоны «Спад лета», возможно и «Начало осени».	Смородина альпийская, рябина обыкновенная.
8. Сентябрь	Теоретическая часть: Методическое сопровождение проведения наблюдений в подсезон «Начало осени» и «Золотая осень». Сбор и анализ данных. Экскурсия в БИН РАН по фенологическому сезону «Осень».	Наблюдения за Календарем природы в подсезоны «Начало осени» и «Золотая осень». Выполнение творческого задания: «портрет лета».	Береза повислая, клен остролистный.
9. Октябрь	Теоретическая часть: Методическое сопровождение проведения наблюдений в подсезоны «Золотая осень» и «Глубокая осень».	Наблюдения за Календарем природы в подсезоны «Золотая осень» и «Глубокая осень». Выполнение творческого задания: «портрет осени».	Проектор для показа слайдов. Клен остролистный, ива козья, береза повислая, ольха серая или свидина белая.
10. Ноябрь	Теоретическая часть: Методическое сопровождение проведения наблюдений в подсезоны «Предзимье» и «Первозимье». Сбор и анализ данных за год.	Наблюдения за Календарем природы в подсезоны «Предзимье» и «Первозимье».	Термометр.
11. Декабрь	Теоретическая часть: Итоговая встреча в БИН РАН	Подготовка выступлений на итоговой встрече в БИН РАН.	

EXPERIENCE OF PHENOLOGICAL CENTER OF KOMAROV BOTANICAL INSTITUTE AND PRESCHOOL IN PHENOLOGICAL OBSERVATIONS

P.A. Lebedev^{1,2}, V.G. Fedotova¹

¹*Komarov Botanical Institute RAS, 2 Prof. Popov St., St. Petersburg, 197376, Russia; p_lebedev@mail.ru; leosta2@mail.ru*

²*Kirov Saint Petersburg State Forest Technical University, 5 Institutskiy lane, St. Petersburg, 194021, Russia*

Abstract. In article the methodological aspects of the network project «Childrens phonological network of Saint-Petersburg» in preschool, supervised by Phenological Center of Komarov Botanical Institute RAS.

Keywords. Nature calendar, childhood education, phenological observations.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СПУТНИКОВЫХ СНИМКОВ ДЛЯ ФЕНОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

А.А. Сабаяев, Н.И. Быков

*Государственный природный заповедник «Тигирекский», Россия, 658352, Алтайский край,
г. Барнаул, ул. Никитина, 111*

*Институт водных и экологических проблем СО РАН, Россия, 656038, Алтайский край, г. Барнаул,
ул. Молодежная, 1, artsabaev@outlook.com; nikolai_bykov@mail.ru*

Аннотация. В статье рассмотрены результаты интерпретации данных классифицированных спутниковых снимков территории Тигирекского заповедника для использования в фенологических исследованиях.

Ключевые слова. Тигирекский заповедник, фенология, спутниковые снимки.

Введение. Фенология представляет собой систему знаний о сезонных явлениях природы во всех ее средах (атмосфере, гидросфере, литосфере, биосфере), сроках и факторах их наступления. С позиций биологии она представляет собой раздел популяционной экологии, рассматривающей внутригодовой цикл развития биоты. Для географии это наука о сезонной динамике биотических и абиотических компонентов ландшафтов (Соловьев, 2005). Установление корреляционных связей между отдельными фенологическими явлениями позволяет уточнить механизм функционирования гео(эко)систем, анализ многолетних трендов сроков явлений – охарактеризовать реакцию на климатические (или антропогенные) изменения. Результаты фенологических исследований могут иметь практическое значение для сельского и лесного хозяйства, туризма, здравоохранения, транспорта (Бейдеман, 1974).

Развитие летательных аппаратов, включая космические, позволило осуществлять фенологические исследования на качественно новом уровне, что особенно важно для анализа динамики ландшафтов (Бейдеман, 1974). Использование мультиспектральных снимков высокого разрешения с искусственных спутников Земли позволяет охватить наблюдениями большие территории, снизить трудоемкость исследований, что особенно важно для горных заповедных территорий. Существенное увеличение орбитальной группировки спутников, снижение стоимости мультиспектральных снимков и их разрешения делают неизбежным их применение в фенологическом мониторинге.

Методы, материалы и объект исследований. В исследовании использованы классифицированные спутниковые снимки спутников семейства Sentinel-2 уровня L2A, пространственного разрешения 20 м (снимки предоставлены платформой SentinelHub), с выделением облачности, снега, вегетации и максимума хлорофилла в листе. Для выделения облачности используется индекс NDGR (Braaten et al., 2015), для выделения снега – SWI (Dixit et al., 2019), для выделения вегетации и максимума хлорофилла – NDVI (Rouse et al., 1974).

В качестве объекта исследования выбран Тигирекский участок Тигирекского государственного заповедника, который представлен одним родом ландшафта: межгорно-котловинный лесной подтаежный аккумулятивный (Черных, Самойлова, 2011). Для анализа были выбраны снимки 2018 г. в связи с тем, что с этого года доступны снимки с двух спутников семейства Sentinel-2, уровня L2A, обеспечивающего более высокое качество, в отличие от L1C.

Для исследования использовались снимки с 27.02.2018 г., когда исследуемая территория максимально покрыта снегом, до 11.11.2018 г., когда по снимку наблюдается установившийся снежный покров на всём участке. При этом отбирались снимки с облачностью не более 40%.

По классифицированным снимкам вычислялась площадь покрытия облаками, снежным покровом, растительности в фазе вегетации и максимум хлорофилла в растительном покрове (значения NDVI > 0,7). Далее вычислялся коэффициент, путём отношения площади покрытия необходимого параметра к разности общей площади и облачности. Таким образом были получены: коэффициент снега: $P_c / (OП - P_o)$, коэффициент вегетации: $(P_v + P_x) / (OП - P_o)$, коэффициент максимума хлорофилла: $P_x / OП - P_o$, где OП – общая площадь участка; P_o – Площадь покрытия участка облачностью; P_c – Видимая площадь покрытия участка снегом; P_v – Видимая площадь покрытия участка растительностью в стадии вегетации; P_x – Видимая площадь покрытия участка растительностью с максимумом хлорофилла.

Результаты. На основе данных (табл. 1), полученных при помощи классифицированных спутниковых снимков, было установлено следующее.

С 27 февраля 2018 г. на исследуемой территории отмечалось таяние снега, происходившее низкими темпами: значение коэффициента снега уменьшилось с 0,92 (27 февраля), до 0,86 (4 марта), что свидетельствует о начале таяния снега. Далее наблюдалось небольшое увеличение значения коэффициента до 0,89 (16 марта и 5 апреля), что было обусловлено снегопадами, а затем уменьшение значения коэффициента снега до нуля (16 апреля).

С 15 апреля, по спутниковым снимкам, стало происходить усиление вегетации, что свидетельствует о начале зеленения травы и появлении листвы у некоторых деревьев. Увеличение значения коэффициента вегетации наблюдалось до 3 мая (0,65), но в то же время отмечалось снижение значения коэффициента максимума хлорофилла с 0,1 до 0,03, что говорит о появлении новой хвои у вечнозелёных хвойных деревьев (в связи с перекрытием старой хвои новой). Далее происходило снижение значения коэффициента вегетации до 0,45 (10 мая) и 0,38 (13 мая), что было связано с цветением, когда цветы перекрывают листву, что снижает её восприятие сенсорами спутника. Следовательно, чем сильнее происходит уменьшение вегетации в весенний период, тем сильнее цветение.

С 20 мая значения коэффициента вегетации увеличились до 0,54, что говорит о постепенно прекращающемся цветении. Уже 2 июня значение коэффициента вегетации достигает 0,98 – массовое цветение окончено. Одновременно увеличивается значение коэффициента максимума хлорофилла в листве до 0,6.

Таблица 1. Результаты вычисления коэффициентов

Дата	Коэффициент снега	Коэффициент вегетации	Коэффициент максимума хлорофилла
27.02.18	0,92	0,07	0,00
04.03.18	0,86	0,13	0,03
16.03.18	0,89	0,10	0,01
05.04.18	0,89	0,10	0,02
15.04.18	0,00	0,16	0,02
20.04.18	0,00	0,29	0,10
03.05.18	0,00	0,65	0,03
10.05.18	0,00	0,45	0,00
13.05.18	0,00	0,38	0,01
20.05.18	0,00	0,54	0,02
02.06.18	0,00	0,98	0,60
09.06.18	0,00	1,00	0,89
17.06.18	0,00	1,00	0,97
22.06.18	0,00	1,00	0,98
27.06.18	0,00	0,99	0,93
07.07.18	0,00	1,00	0,99
09.07.18	0,00	1,00	0,98
12.07.18	0,00	1,00	0,97
19.07.18	0,00	1,00	0,80
29.07.18	0,00	1,00	0,87
06.08.18	0,00	1,00	0,98
08.08.18	0,00	1,00	0,98
16.08.18	0,00	1,00	0,98
18.08.18	0,00	1,00	0,98
26.08.18	0,00	1,00	0,89
28.08.18	0,00	1,00	0,97
05.09.18	0,00	1,00	1,00
07.09.18	0,00	1,00	0,77
20.09.18	0,00	0,90	0,45
27.09.18	0,00	0,49	0,04
30.09.18	0,00	0,58	0,04
05.10.18	0,00	0,34	0,02
07.10.18	0,00	0,32	0,02
10.10.18	0,00	0,30	0,01
12.10.18	0,00	0,27	0,01
25.10.18	0,02	0,78	0,02
27.10.18	0,00	0,42	0,02
01.11.18	0,70	0,07	0,00
11.11.18	0,92	0,05	0,02

К 9 июня значение коэффициента вегетации приблизилось к 1, а значение коэффициента максимума хлорофилла до 0,89 с постепенным увеличением к 7 июля до 0,99. Это свидетельствует о том, что после 9 июня не отмечается массового цветения у большинства видов. Если оно и отмечается, то незначительно, не образуя аспекта с покрытием большой площади.

Максимум вегетации и хлорофилла наблюдается до 5 сентября. С 7 сентября происходит уменьшение значения коэффициента максимума хлорофилла до 0,77, что говорит о начавшемся процессе увядания. При этом зелёная масса ещё сохраняется, так как значение коэффициента вегетации максимально, но выработка хлорофилла уже снижается.

Уж 20 сентября происходит значительное уменьшение значения коэффициента максимума хлорофилла до 0,45 и вместе с тем до 0,9 уменьшается значение коэффициента вегетации, что говорит о начавшемся увядании листвы. Далее 27 сентября значение коэффициента максимума хлорофилла резко опускается до 0,04 и значение коэффициента вегетации до 0,5. Эти данные говорят о начавшемся листопаде в промежуток с 20 по 27 сентября.

30 сентября и 25 октября наблюдается всплеск значений вегетации до 0,58 и 0,78 соответственно. Эти значения свидетельствуют об обильных дождях. Пропитанная влагой почва передаётся индексом NDVI как вегетация.

В период с 27 октября по 1 ноября произошла полная дефолиация (значение коэффициента вегетации снижено до 0,07) и отмечено выпадение первого снега (значение коэффициента снега 0,7).

Постоянный снежный покров установился в промежутке с 1 по 11 ноября (значение коэффициента снега 0,92).

Выводы. Использование мультиспектральных спутниковых снимков позволяет уточнить, в тех местах, где ведутся наземные наблюдения, данные фенологического мониторинга, а также получить данные для малодоступных (или редко посещаемых) участков заповедника. Преимуществом данного метода является также возможность ретроспективного исследования. К недостаткам можно отнести ограниченное количество фенологических индикаторов и невозможность использования снимков, покрытых сплошной облачностью.

Исследование выполнено в рамках Программы экологического мониторинга Тигирекского государственного заповедника и государственного задания Института водных и экологических проблем СО РАН (№ 0383-2019-0004).

Список литературы

- Бейдеман И.Н. 1974. Методика изучения фенологии растений и растительных сообществ. – Новосибирск, Наука, 156 с.
- Соловьев А.Н. 2005. Сезонные наблюдения в природе. Программа и методика регионального фенологического мониторинга. – Киров, 96 с.
- Черных Д.В., Самойлова Г.С. 2011. Ландшафты Алтая (Республика Алтай и Алтайский край). Карта. М – 1:500000. – ФГУП Новосибирская картографическая фабрика.
- Dixit A., Goswami A., Jain S. 2019. Development and Evaluation of a New “Snow Water Index (SWI)” for Accurate Snow Cover Delineation. – Sens., 11, 2774.

- Braaten J.D., Cohen W.B., Zhiqiang Y. 2015. Automated cloud and cloud shadow identification in Landsat MSS imagery for temperate ecosystems. – Remote Sensing of Environment, 169, p. 128-138.
- Rouse J.W., Haas R.H., Scheel J.A. and Deering D.W. 1974. Monitoring Vegetation Systems in the Great Plains with ERTS. – In: Proceedings, 3rd Earth Resource Technology Satellite (ERTS) Symposium, vol. 1, p. 48-62.

USE OF SATELLITE IMAGES FOR PHENOLOGICAL RESEARCH

A.A. Sabaev, N.I. Bykov

*Tigirek Nature State Reserve, 111 Nikitin' str., Barnaul, Altay, Russia, 658352,
The Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 1 Molodezhnaya str., Barnaul, Altay, Russia,
656038, artsabaev@outlook.com; nikolai_bykov@mail.ru*

Abstract. The article considers the results of interparticipation of data of classified satellite images of the territory of Tigirek strict reserve for use in phenological research.

Keywords. Tigirek strict reserve, phenology, satellite images.

АНАЛИЗ ТРЕНДОВ СЕЗОННОГО РАЗВИТИЯ РАСТЕНИЙ ПРИОКСКО-ТЕРРАСНОГО ЗАПОВЕДНИКА ПО ФЕНОЛОГИЧЕСКИМ ДАННЫМ

А.И. Буйволов¹, Б.Н. Фомин²

¹Приокско-Террасный государственный заповедник, Россия, 142200, Московская область, Серпуховский район, местечко Данки, Заповедник; ubuyvolov@gmail.com

²Институт географии РАН, Россия, 119017, Москва, Старомонетный пер., 29; bn-fomin@yandex.ru

Аннотация. Статистический анализ 330 временных рядов фенологических данных сезонного развития растений Приокско-Террасного заповедника за период с 1946 по 2019 год позволил выявить в их динамике наличие достоверных климатических трендов разной направленности. Большинство рядов с достоверными трендами демонстрирует смещение дат фазовых переходов сезонного развития растений на более ранние сроки. Однако качество и структура проанализированных данных таковы, что выявленные тренды могут потерять свою достоверность при дальнейшем сборе полевой фенологической информации.

Ключевые слова. Фенологические данные, временные ряды, климатические тренды.

Фенологические наблюдения за сезонным развитием растений на территории Приокско-Террасного заповедника начались в 1946 году. В зависимости от проявления у разных видов регистрировались даты наступления тех или иных фаз сезонного развития (фенофаз – Шульц, 1981) из следующего списка: 1) Начало сокодвижения; 2) Начало набухания почек; 3) Появление листьев; 4) Начало роста побегов; 5) Начало цветения; 6) Массовое цветение; 7) Конец цветения; 8) Первые зрелые плоды; 9) Массовое созревание плодов или семян; 10) Начало осенней окраски; 11) Начало листопада; 12) Преобладание осенней окраски; 13) Массовый листопад; 14) Полная осенняя окраска листьев; 15) Конец листопада. С 1946 по 2019 год на нескольких специально выделенных фенологических площадках наблюдались растения 71 вида. В настоящее время все исходные данные оцифрованы и опубликованы в Глобальной информационной системе по биоразнообразию (Buiyvolov Y., 2020).

Временные (динамические) ряды фенологических наблюдений, как правило, характеризуются во-первых, наличием пропусков, возникающим по тем или иным техническим причинам, во-вторых – инструментальным смещением истинного среднего значения случайной компоненты. Инструментальное смещение возникает тогда, когда даты наступления фенофаз отслеживаются не ежедневно, а с интервалом в несколько дней. Чем длиннее интервал, тем больше инструментальное смещение истинной средней даты наступления фенофазы в сторону запаздывания. Если в течение всего периода наблюдений временная схема регистрации дат отслеживаемых фенофаз претерпевала те или иные изменения, то эти изменения могли породить ложные тренды и периодические флуктуации в анализируемом временном ряду. Наибольшее затруднение в

применении уже разработанных статистических методов к анализу временных рядов вызывает наличие пропущенных значений. Для анализа приходится использовать не все имеющиеся данные, а специально отобранные ряды и статистики мало чувствительные к пропускам.

Перед анализом фенологических данных, все даты фенофаз пересчитаны нами в количество суток прошедших с момента весеннего равноденствия так как это позволяет не учитывать вклад високосных лет в динамику временного ряда. Даты весенних равноденствий за все годы (1946-2019) получены на сайте <https://www.timeanddate.com>.

Фенологам середины прошлого века казалось, что климатический фон природных экологических процессов в вековом масштабе времени остается практически неизменным и поэтому в качестве одной из основных задач долгосрочных фенологических наблюдений ставилось определение средних сезонных сроков наступления наблюдаемых фенофаз (Соловьев, 2005). В настоящее время, после обнаружения инструментально регистрируемого эффекта глобального потепления климата возникла дополнительная задача, связанная со статистическим анализом имеющихся временных (динамических) рядов фенологических наблюдений с целью выявления тенденций, аналогичных климатическим трендам. Доказанное наличие или отсутствие таких тенденций в фенологических данных позволит внести существенный вклад в научное обоснование прогноза ожидаемых последствий глобального изменения климата.

Анализ временных рядов представляет собой довольно обособленную ветвь математической статистики со своими моделями порождения временных рядов, понятиями стационарности и эргодичности, приемами обработки статистических данных. По большей части весь сложный математический аппарат статистической обработки временных рядов нацелен на прогнозирование эконометрических показателей, при котором решающее значение имеют определение формы тренда, периодов сезонной и циклической составляющей, формы распределения остатков и доли снятой дисперсии (Канторович, 2002).

Мы не ставим перед собой задачу прогнозирования будущих изменений фенологических показателей. Наша цель гораздо проще – статистическое выявление и оценка только трендовой составляющей.

Точная форма климатического тренда нам неизвестна, но есть основания полагать, что это монотонно возрастающая тенденция. Если это так, то в любом случае, линейной аппроксимации будет достаточно для ее выявления. Относительно физической природы временных рядов фенологических данных можно допустить малую вероятность того, что сроки фазовых переходов сезонного развития растений в последовательные годы каким-то образом связаны между собой. Основываясь на данном предположении мы применили два наиболее простых способа обнаружения климатического тренда во временных рядах имеющихся в нашем распоряжении фенологических данных.

Первый способ заключается в сравнении средних уровней начальной и конечной части ряда. Мы разделили ряды не пополам, а на две неравные части следующим образом: с 1946 по 1975 год и с 1976 по 2019 год. Обоснованием тако-

го деления служит то обстоятельство, что по данным 702 метеостанций о среднемесячной температуре воздуха на территории России, стран СНГ и Балтии глобальное потепление приземного воздуха начало проявляться только с 1976 года. Статистически значимая оценка ($p < 0,01$) линейного тренда глобального повышения среднегодовой температуры составила $0,47\text{ }^{\circ}\text{C}$ за 10 лет (Доклад ..., 2019). Кроме этого, рассчитанная нами оценка линейного тренда локального среднегодового повышения среднесуточной температуры приземного воздуха по данным метеостанции расположенной на территории заповедника за этот же период составила $0,53\text{ }^{\circ}\text{C}$ за 10 лет ($p < 0,01$), что практически совпадает с оценкой глобального потепления.

Для оценки статистической значимости вычисленной по двум независимым выборкам разности средних значений требуется не менее трех отсчетов в каждой выборке. Руководствуясь этим правилом из всего массива имеющихся данных, нами было отобрано 330 временных рядов, пригодных для этого способа статистического анализа. Значимость разности средних значений определялась на уровне $p = 0,05$ по критерию Стьюдента для выборок разного размера с неизвестной дисперсией. Пример произведенных расчетов представлен в таблице 1.

Всего этим способом удалось проанализировать фенофазные тренды у 55 видов растений по выборке из 330 временных рядов. У 20 видов различия средних сроков всех наличествующих фенофаз за два сравниваемых периода оказались статистически недостоверными. Оставшиеся 35 видов демонстрируют наличие достоверных трендов хотя бы по одной из фенофаз. В целом из 330 проанализированных временных рядов у 267 (81%) не удалось выявить достоверной разности в средних сроках фенофаз по двум сравниваемым периодам. Среди этих 267 случаев не достоверных разностей 147 положительных, что составляет 55%, то есть случаи положительных и отрицательных разностей разделились, практически, пополам – вполне закономерный результат, подтверждающий статистическую неопределенность полученных оценок. Фактически, на основе этих оценок мы не можем констатировать отсутствие или наличие трендов в 267 из 330 рядов анализируемых данных. Причина заключается в сильной вариабельности и плохом качестве (велика доля пропущенных наблюдений) представленных в этих рядах исходных данных. Однако, среди оставшихся 63 рядов достоверная разность средних сроков фенофаз оказалась положительной в 52 (83%) случаях. То есть абсолютное большинство достоверных трендов указывает на то, что в период потепления даты наступления фенофаз, в целом, сдвинулись на более ранние сроки. При этом не прослеживается какой-либо зависимости между сезонным статусом фенофазы (весенняя, летняя, осенняя) и сдвигом сроков наступления в ту или иную сторону.

Второй, использованный нами способ анализа временных рядов основан на вычислении линейного тренда по предварительно сглаженным данным. Мы выбрали 11-летний интервал сглаживания совпадающий по длительности с достоверно установленным периодом солнечной активности (Дженкинс, Ваттс, 1972).

С учетом пропущенных данных сглаживание проводилось следующим образом. Средняя по 11 летнему интервалу на участках с пропущенными дан-

Таблица 1. Сравнение средних сроков фенофаз березы повислой (*Betula pendula* Roth) до и после 1976 года на территории Приокско-Террасного заповедника

Фаза сезонного развития	Срок 1946-1975, сут.	Срок 1976-2019, сут.	Разность сроков, сут.	Число наблюдений 1946-1975	Число наблюдений 1976-2019	Достоверность разности при $p=0,05$
Начало сокодвижения	19,2	10,4	8,8	9	32	1
Начало набухания почек	28,5	24,1	4,4	19	42	0
Появление листьев	38,7	39,8	-1	27	44	0
Начало цветения	40,5	40,3	0,1	22	43	0
Массовое цветение	47,2	42,8	4,4	16	40	0
Конец цветения	53,7	47,1	6,6	15	39	1
Первые зрелые плоды	131,4	116,3	15,1	14	38	1
Массовое созревание плодов или семян	145	124	21	6	38	1
Начало осенней окраски	149	141,1	7,9	25	43	0
Преобладание осенней окраски	171,8	173,1	-1,4	14	44	0
Начало листопада	166,1	140,9	25,2	23	22	1
Массовый листопад	187,2	178,9	8,3	17	43	0
Конец листопада	206,1	207,3	-1,2	18	43	0

ными вычислялась только в том случае, если количество исходных отсчетов, попавших в интервал было не менее 6. Линейная регрессия вычислялась по сглаженной кривой (сплошные черные кривые на рис. 1). На этом же рисунке линии регрессии отображены тонкими прямыми линиями, а исходные данные – серыми кружками, соединенными прямыми в последовательные годы. Доверительные интервалы коэффициентов наклона регрессии вычислены по критерию Стьюдента при 5% уровне статистической значимости.

В качестве примера на рисунке 1 представлены данные многолетней динамики сроков фенофаз березы повислой (*Betula pendula*). Всего таким способом проанализирована многолетняя динамика сроков фенофаз у 53 видов растений. В выборку для анализа попало 323 подходящих ряда. При этом соотношение между рядами со статистически достоверными и недостоверными трендами поменялось прямо на противоположное. Из 323 рядов, только у 63 (20%) не выявлено достоверного тренда. В эту категорию попали всего 2 случая с достоверной разностью средних.

Распределение положительных и отрицательных значений коэффициентов регрессии у рядов с недостоверными трендами оказалось, как и предыдущем случае, примерно одинаковым (25 и 38). Из 260 рядов с достоверными трендами 212 (82%) оказались отрицательными, а 48 положительными. То есть получен тот же результат, что и при анализе первым способом: по большинству фенофаз у разных видов растений даты их наступления сдвинулись на более ранние сроки.

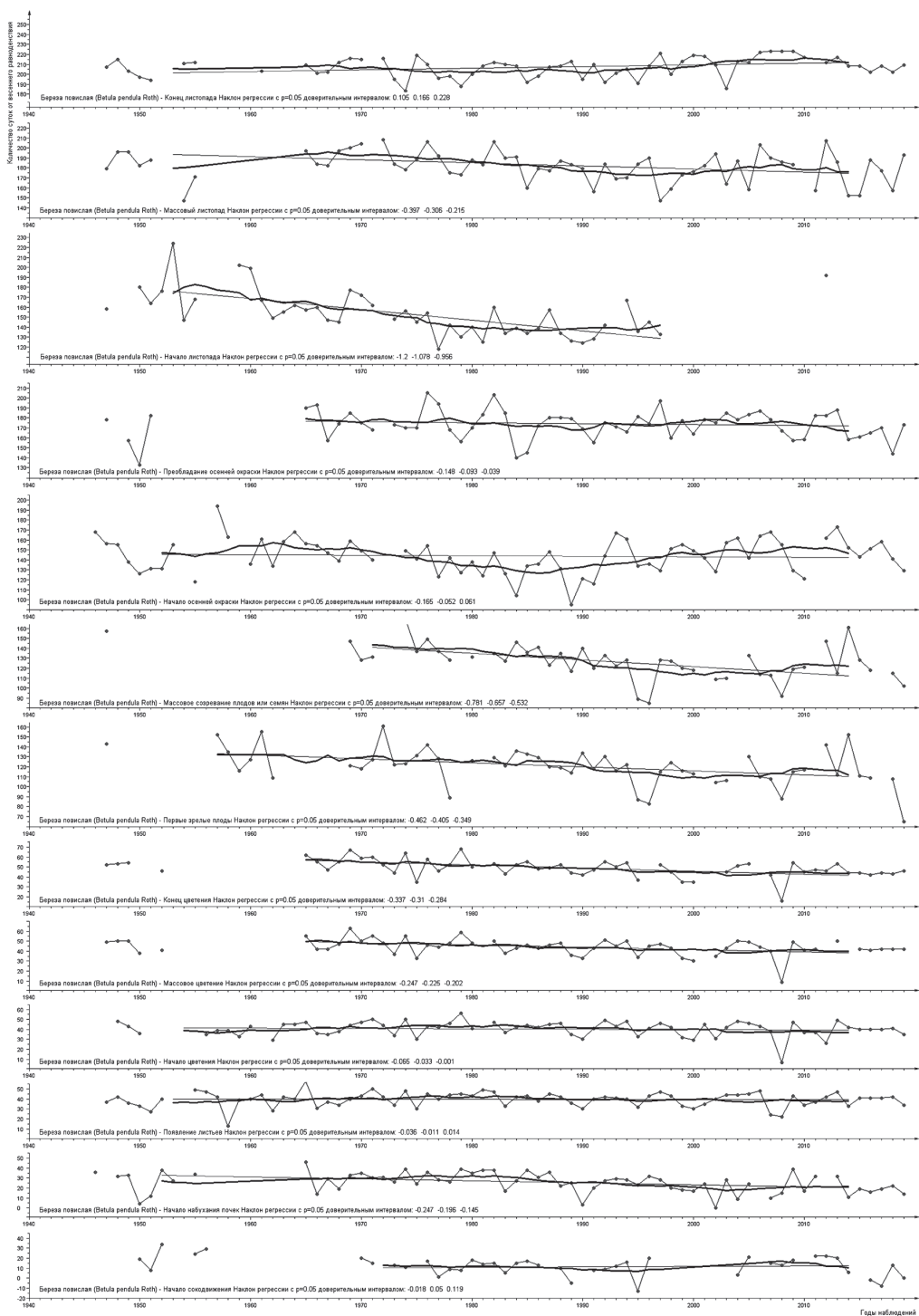


Рис. 1. Многолетняя динамика сроков наступления фаз у березы повислой (*Betula pendula*) в период с 1946 по 2019 год на территории Приокско-Террасного заповедника.

Тем не менее, визуальный анализ сглаженных кривых показывает, что одиннадцатилетняя скользящая средняя не приводит к полному линейному выравниванию имеющихся рядов фенологических наблюдений и в динамике фенологических показателей имеются еще более длительные циклы с периодом порядка 30–40 лет. При этом ограниченные по длительности, качественные отрезки временных рядов анализируемых данных (без многолетних пропусков наблюдаемых показателей) накладываются на разные фазы около полувековых циклов и в зависимости от этого демонстрируют отсутствие или наличие линейных трендов разной направленности. При дальнейшем сборе качественных фенологических данных вполне может оказаться так, что ранее выявленные тренды потеряют свою статистическую достоверность.

Сейчас ситуация такова, что тренды выявляются, но экологическая и биологическая подоплека механизма воздействия глобального потепления на генетически детерминированный ритм сезонного развития растительных организмов, пока остается совершенно не выясненной.

Работа выполнена в рамках темы Госзадания № АААА-А19-119022190168-8.

Список литературы

- Дженкинс Г., Ваттс Д. 1972. Спектральный анализ и его приложения. – М., Мир, 287 с.
- Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2018 год. 2019. – М., Росгидромет, 79 с.
- Канторович Г.Г. 2002. Анализ временных рядов. – Экономический журнал, № 1, с. 87-110.
- Соловьев А.Н. 2005. Сезонные наблюдения в природе. Программа и методика регионального фенологического мониторинга. – Киров, 96 с.
- Шульц Г.Э. 1981. Общая фенология. – Л., Наука, 188 с.
- Buyvolov Y. 2020. Phenological observations of biota on the territory of Prioksko-Terrasnyi biosphere reserve. Version 1.8. Prioksko-Terrasnyi Biosphere Reserve. Occurrence dataset <https://doi.org/10.15468/2txjnp> accessed via GBIF.org on 2020-07-22.

ANALYSIS OF SEASONAL PLANT DEVELOPMENT TRENDS IN THE PRIOKSKO-TERRASNY NATURE RESERVE BASED ON PHENOLOGICAL DATA

A.I. Buyvolov¹, B.N. Fomin²

¹Prioksko-Terrasny State Natural Biosphere Reserve, m. Danki, Serpukhov district, Moscow region, 142200, Russia; ybuyvolov@gmail.com

²Institute of Geography, Russian Academy of Sciences, Staromonetny per. 29, Moscow, 119017, Russia; bn-fomin@yandex.ru

Abstract. Statistical analysis of 330 time series of phenological data of seasonal plant development in the Prioksko-Terrasny Reserve for the period from 1946 to 2019 revealed the presence of reliable climate trends of different directions in their dynamics. Most of the series with reliable trends show a shift in the dates of phase transitions of seasonal plant development to earlier periods. However, the quality and structure of the analyzed data is such that the identified trends may lose their validity when further collecting field phenological information.

Keywords. Phenological data, time series, climate trends.

ФЕНОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ОСНОВНЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ КАВКАЗСКОГО ЗАПОВЕДНИКА

Ю.Н. Спасовский

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

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

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

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

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

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

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

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

Площадка, фитоценоз	Высота над у.м.	Орография, местоположение	Склон	Древостой	Кустарники	Травяной ярус
ФП – 1 Букняк среднетравно-ожиново-папоротниковый	684	Окрестности кордона Гузерипль, 44°59' с.ш. 40°08' в.д.	Ю-З, 2°	6Бк2Бк2ПК.	<i>Rhododendron ponticum</i> L.	<i>Impatiens noli-tangere</i> L., <i>Paris incompleta</i> Bieb., <i>Geranium robertianum</i> L. и др.
ФП – 2 Букно-пихтарник среднетравно-ожиново-папоротниковый	1017	4-й км тропы, Пастбище Абаго, 44°58' с.ш. 40°09' в.д.	Ю-З, 2°	3ПК3ПК2Бк 2Бк+ПК	<i>Rhododendron ponticum</i> , <i>Sambucus nigra</i> L.	<i>Impatiens noli-tangere</i> , <i>Geranium robertianum</i> , <i>Paris incompleta</i> , <i>Festuca drymeja</i> Mert. et Koch и др.
ФП – 3 Букно-пихтарник среднетравно-овсянищевый	1383	6-й км тропы, Пастбище Абаго, 43°58' с.ш. 40°10' в.д.	Ю-В, 30°	I ярус – 10ПК; II ярус – 7ПК3Бк+Кл подрост – 8ПК2Бк+Кл	<i>Rubus caesius</i> L.	<i>Festuca drymeja</i> , <i>Geranium robertianum</i> , <i>Helleborus caucasicus</i> A.Br., <i>Polygonatum multiflorum</i> (L.) All. и др.
ФП – 4 Букняк саблевидный среднетравно-злаковый	1783	11-й км тропы, Пастбище Абаго, 43°56' с.ш. 40°12' в.д.	С, 10°	7Бк1Б1Клв1П-К+Р подрост – 8Бк1ПК1Клв	<i>Daphne albobiana</i> Woronow ex Pobed., <i>Ribes biebersteinii</i> Berl. ex DC	<i>Festuca drymeja</i> , <i>Milium schmidtianum</i> C. Koch, <i>Aconitum orientale</i> Mill., <i>Senecio propinquus</i> Schischk., <i>Euphorbia macrorceras</i> Fisch. et C.A. Mey. и др.
ФП – 5 Разнотравно-пестро-овсянищевый луг	2050	21-й км тропы, отрог горы Тыбга, 43°53'71" с.ш 40°16'50" в.д.	Седловина отрога	–	<i>Rhododendron caucasicum</i> Pall.	<i>Festuca versicolor</i> Tausch., <i>Bistorta carnea</i> (C.Koch) Kom., <i>Iris sibirica</i> L., <i>Epilobium montanum</i> L. и др.
ФП – 6 Разнотравно-приземисто-овсянищевый луг	2350	22-й км тропы, отрог горы Тыбга, 43°53'09" с.ш. 40°16'36" в.д.	Пологий участок на гребне	–	<i>Rhododendron caucasicum</i>	<i>Festuca airoides</i> Lam., <i>Ranunculus oreophilus</i> Bieb., <i>Carex tristis</i> Bieb., <i>Anemonastrum spectosum</i> (Adams ex G.Pritz.), <i>Primula amoena</i> Bieb и др.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Список литературы

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

- Спасовский Ю.Н. 2008. Фенологический мониторинг основных фитоценозов Кавказского заповедника. – В сб.: Труды КГПБЗ., вып. 18. – Майкоп, ООО «Качество», с. 246-268.
- Терентьева Е.Ю. 1996. Повышение информативности фитофенологических спектров с помощью интегрального описательного метода В.А. Батманова при проведении наблюдений в заповедниках. – В сб.: Проблемы заповедного дела. 25 лет Висимскому заповеднику: материалы научной конференции. – Екатеринбург, изд. «Екатеринбург», с. 103-105.
- Терентьева Е.Ю. 1997. Использование комплексных фенологических характеристик в ландшафтных исследованиях. – В сб.: Актуальные проблемы эколого-географического изучения Урала для целей оптимизации природопользования и регионализации образования: тезисы докладов научно-практической конференции. – Екатеринбург, изд. Урал. гос. пед. ун-та, с. 48-50.
- Терентьева Е.Ю. 2000. Сезонный мониторинг растительности через суммированные фенологические характеристики фитоценозов. – В сб.: Актуальные проблемы регионального, географического, экологического и биологического образования: материалы региональной научно-практической конференции. – Екатеринбург, изд. УрГПУ, с. 116-117.
- Терентьева Е.Ю. 2001. Комплексные фенологические показатели фитоценозов и их использование при организации феномониторинга. – Дис.... канд. биол. наук. Екатеринбург, Уральский. гос. пед. университет, 177 с.
- Харин Н.Г., Кирильцева А.А., Грингоф И.Г. 1993. Сезонные явления природы: Методы фенологических наблюдений. – С-Пб., Гидрометеиздат, 136 с.
- Чумаченко Ю.А. 2003. Горно-луговые почвы Кавказского заповедника. – В сб.: Труды КГПБЗ: 80 лет Кавказскому заповеднику – путь от Великокняжеской охоты до Всемирного природного наследия. Юбилейный, вып. 17. – Сочи, Проспект, с. 122-146.
- Шульц Г.Э. 1981. Общая фенология. – Л., Наука, 187 с
- Dallmeier F. (Ed.) 1992. Long-term monitoring of biological diversity in tropical forest areas: methods for establishment and inventory of permanent plots. – MAB Digest 11, UNESCO, Paris, 72 P.

PHENOLOGICAL MONITORING OF KEY PHYTOCENOSES OF THE CAUCASUS RESERVE

Yu.N. Spassovsky

*Caucasian State Natural Biosphere Reserve named after H.G. Shaposhnikova, Maykop, Russia,
Republic of Adygea; b.bonatus@mail.ru*

Abstract. The work shows the results of phenological monitoring of plant communities, on the phenological profile, in the conditions of the northern macro slope of the Caucasian reserve, using the method of complex phenological indicators V.A. Batmanova. The main advantages of using this method for further research are also given.

Keywords. Caucasian reserve, phenological monitoring, phenological profile, phenological phase, phytocenosis, summarized phenological characteristic, average phenological coefficient, phenoanomaly.

СНЕЖНЫЙ ПОКРОВ: ОСОБЕННОСТИ ЛОКАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ В ЛЕСНЫХ МАССИВАХ КАК ВОЗМОЖНЫЙ ИСТОЧНИК ПОГРЕШНОСТЕЙ СПУТНИКОВЫХ ДАННЫХ

Л.М. Китаев¹, А.С. Желтухин², Е.Д. Коробов², В.А. Аблеева³, Н.Ю. Комарова⁴

¹Институт географии РАН, Россия, 119017, г. Москва, Старомонетный пер. 29, lkitaev@mail.ru

²Центрально-Лесной государственный природный биосферный заповедник, Россия, 172521
Тверская обл., Нелидовский р-н, пос. Заповедный, azheltukhin@mail.ru

³Приокско-Террасный государственный природный биосферный заповедник, Россия, 142200,
Московская обл., Серпуховской р-н, пос. Данки, sftm0@yandex.ru

⁴Институт космических исследований РАН, Россия, 117997, Москва, Профсоюзная, 84/32,
nata.komarova@asp.iki.rssi.ru

Аннотация. Для реперных пунктов лесной зоны Восточно-Европейской равнины рассчитаны ошибки восстановленных по спутниковым данным снегозапасов – для абсолютных значений, показателей межгодовой и многолетней изменчивости. Выявленные неточности модельных расчетов обусловлены, в частности, влиянием лесной растительности на снегонакопление. В связи с чем, по данным экспериментальных исследований в лесных массивах на заповедных территориях, выявлены закономерности локальной изменчивости характеристик снегозапасов.

Ключевые слова. Снегозапасы, приземная температура воздуха, осадки, фактические и восстановленные данные, пространственная и многолетняя изменчивость, ряды Фурье, аномалии, регрессионные зависимости.

Введение. Погрешности восстановленных по спутниковым данным снегозапасов в лесных массивах связаны, в основном, с изменчивостью характеристик снежной толщи и неточностями в определении отражающих свойств снега под пологом леса (коэффициент проницаемости). В качестве дополнительных мер для повышения точности расчетов требуются уточнения зависимости снегонакопления от таксономических характеристик лесных массивов и детализация в оценках временной изменчивости снегозапасов в связи с различиями растительного покрова. Основная задача проводимых нами исследований состоит в оценке локальной изменчивости снегозапасов в условиях современного климата в связи с таксономической неоднородностью лесных массивов – как возможного источника погрешностей восстановленных по спутниковой информации данных.

Материалы и методы. Как уже упоминалось, распределение снегозапасов по территории зависит в значительной мере от климатических факторов (осадки, приземная температура воздуха, ветровой режим) и от характера растительности. Процесс накопления снега в лесу, наряду с зависимостью от метеорологических условий, является сложной функцией многих факторов и прежде всего таксационных характеристик – породного состава лесонасаждений, их полноты, ярусности и возраста, сомкнутости лесного полога. Соответствующие закономерности распределения снежного покрова в лесных массивах разработаны

на сегодня в недостаточной мере. Результаты работ В.М. Мишона (2007) показывают превышение снегозапасов лесных массивов над снегозапасами открытых пространств в 1.4 раза – на основании анализа данных наблюдений в лесостепной зоне Воронежской области. Основной причиной таковой неоднородности считается ветро-метелевая сублимация снега и испарение с его поверхности снега. В первом случае в степной зоне Восточно-Европейской равнины потери снегозапасов достигают 20–25% от их общей величины (Панов, 2016), во втором случае могут составлять до 30 мм – 25 % общей величины (Котляков, 1968). Также имеются признаки увеличения снегозапасов на границе открытых пространств и лесных массивов, что связано, по-видимому, с повышенной здесь аккумуляцией переносимого метелями снега (Китаев и др., 2005).

Для оценки точности восстановления снегозапасов по спутниковой информации нами использованы данные Продукта GlobSnow (SWE) Европейского Космического Агентства – восстановленные значения водного эквивалента снега (далее – восстановленные снегозапасы) по частотным каналам спутниковых радиометров 19 ГГц и 37 ГГц. Расчет снегозапасов проведен для периода с 1979 года по настоящее время с разрешением 25х25 км.

Механизм восстановления значений снегозапасов основан на использовании полуэмпирической модели HUT (Технологический институт Хельсинки, Финляндия). Модель описывает наблюдаемую радиояркостную температуру как функцию характеристик снежной толщи и с учетом влияния атмосферы и состояния лесной растительности (Pulliainen, Hallikainen, 2001). В качестве входных параметров используются фактические (наблюдаемые) толщина и плотность снега, размер зерна, приземная температура воздуха; в алгоритме оцениваются теплообмен снежной толщи с подстилающей поверхностью и атмосферой, особенности снежной толщи после начала снеготаяния (Takala et al., 2009).

Влияние леса на точность расчетов учитывается с помощью эмпирической модели отражения снежного покрова, где в качестве параметров используются значения коэффициента отражения снега, леса и свободной от снега поверхности. Получаемые в результате коэффициенты проницаемости для лесной растительности позволяют уточнять влияния леса на отражательную способность снежной поверхности. В итоге, по сведениям разработчиков, точность восстановления снегозапасов улучшились, но, тем не менее, для Восточно-Европейской равнины ошибки в отдельных случаях могут достигать 60 мм (Kruopis et al., 1999; Pulliainen, Hallikainen, 2001; Metsämäki et al., 2005; Pulliainen, 2006).

Оценка качества воспроизведения межгодовой изменчивости снегозапасов продуктом GlobSnow(SWE) проведена нами путем сравнения соответствующих рядов восстановленных снегозапасов с фактическими данными наблюдений метеорологических станций в шести реперных пунктах Восточно-Европейской равнины: тайга – Калева, Усть-Цильма, Вытегра, Опарино; смешанные леса – Сухиничи; лесостепь – Поречское. Для каждого реперного пункта, согласно датам снегомерных маршрутных наблюдений на метеорологических станциях в период 1979–2016 гг., формировались ряды суточных данных модели для января

и февраля, как месяцев с максимальными снегозапасами, наиболее значимыми для годового гидрологического цикла.

Оценка степени локальной неоднородности распределения снежного покрова как возможной дополнительной причины ошибок восстановленных снегозапасов проведена с использованием результатов снегомерных съемок на двух закрепленных маршрутах в пределах Центрально-Лесного заповедника:

- лесной массив с преобладанием хвойных пород: **ельник неморально кисличный**, средневозрастной, средней густоты с отдельными, небольшими по размеру, ветровальными окнами;

- лесной массив с преобладанием лиственных пород: **березняк неморальный**, сформировавшийся на месте вырубki 50-летней давности, с равномерным, средней густоты древостоем и отдельными куртинами ели во втором ярусе.

Ход приземной температуры воздуха и осадков получен здесь с использованием данных наблюдений на метеорологической открытой площадке. Все объекты наблюдения расположены на расстоянии около двух километров друг от друга, измерения ведутся в соответствии с методиками Гидрометцентра.

Результаты и обсуждение. *Точность воспроизведения изменчивости снегозапасов данными Продукта GlobSnow (SWE).* Восстановленные средние за период 1979–2016 гг. снегозапасы превышают фактические с ошибкой 24 – 76% (табл. 1). Для реперных пунктов в зоне тайги, стандартное отклонение восстановленных снегозапасов превышает стандартное отклонение фактических снегозапасов – ошибка 26–61%; в смешанных лесах и лесостепи ошибка составляет всего -0.8 – -1.2%. Малые различия вариабельности восстановленных и фактических снегозапасов в смешанных лесах можно, по-видимому, связывать с большими погрешностями расчетов в густых хвойных массивах тайги. Значимое многолетнее убывание фактических снегозапасов характерно для всех реперных пунктов: коэффициенты линейного тренда составляют -0.661 – -1.167 мм/год, превышая скорость убывания восстановленных снегозапасов с меньшими или незначимыми коэффициентами линейного тренда (табл. 1).

В связи с наличием заметных неточностей в расчетах, процесс использования в модели в качестве входных параметров и верификатора данных наблюдений (свойства зерна, влажность и ледяные прослойки в снежной толще) требует существенной доработки – ввиду недостаточного количества пунктов наблюдения, неравномерного их распределения по территории и разрывов в рядах данных. Поправки, связанные с отражательной способностью снега в лесных массивах (коэффициент проницаемости леса) создавались на примере ограниченной территории – бореальной тайги Финляндии, что также создает дополнительную неопределенность в оценках снегозапасов других регионов и требует дополнительных исследований.

Особенности многолетних изменений снегозапасов проиллюстрированы нами также ходом их аномалий. В качестве аномалий рассматриваются превышения величины стандартного отклонения многолетних рядов в положительной и отрицательной областях распределения. Как для положительных, так и отрицательных аномалий, для периода 1979–2016 гг. отмечается от четырех до

Таблица 1. Многолетняя изменчивость фактических и восстановленных снегозапасов (февраль–март 1979–2016 гг.)

Пункт, тип растительности	Значения снегозапасов фактические / продукт GlobSnow (SWE)		
	Среднее, мм	Стандартное отклонение, мм	Коэффициент линейного тренда, мм/год
Калевала, тайга	102 / 171	24.5 / 30.9	-0.471 / - 0.426
Усть-Цильма, тайга	121/ 150	24.9 / 36.5	-0.795 / -0.405
Вытегра, тайга	80 / 131	34.0 / 40.1	-1.072 / -0.669
Опарино, тайга	125 / 179	23.6 / 36.4	- 1.167 / - 0.717
Сухиничи, смешанные леса	42 / 74	23.3 / 23.1	-0.102 / -0.952
Порецкое, лесостепь	48 / 74	21.7 / 20.8	-0.661 / 0.306

Примечание: курсивом выделены незначимые коэффициенты линейного тренда.

шести аномальных лет, т.е. 11–16% от продолжительности ряда. Отсутствие совпадений для разных метеорологических станции вполне логично – в данном случае сказываются региональные различия снегонакопления. Вместе с тем, совпадения аномалий фактических и расчетных данных как в отрицательной, так и положительной областях имеются лишь в двух-трех случаях в течение расчетного периода.

Локальные особенности изменений снежного покрова в лесных массивах. Закономерности распределения и многолетнего хода снежного покрова, связанные с их таксационных характеристиками лесных массивов (породный состав, полнота, сомкнутость, ярусность и возраст) на сегодня рассмотрены недостаточно. Указанное А.В. Мишоном соотношение снегозапасов открытых и залесенных пространств в 1.4 раза основано на анализе данных наблюдений в лесостепи Воронежской области, где лесные массивы имеют существенное преобладание лиственных пород (Мишон, 2007). Подобное соотношение получено нами в результате проведения экспериментальных работ в аналогичных условиях лесостепи Курской области (Китаев, 1997). Наши исследования в подзоне смешанных лесов (Приокско-Тerrasном заповедник, юг Московской области) позволили оценить различия в снегонакоплении уже для лесных участков с разным породным составом: снегозапасы лесных массивов с преобладанием лиственных пород превышают здесь снегозапасы открытых пространств и хвойных массивов в 1.25 раза (Китаев, Аблеева, Асаинова. 2015).

В данном случае нами рассмотрены особенности снегонакопления в лесных массивах Центрально-Лесного заповедника (подзона южной тайги, Тверская область). Расхождения среднемноголетних значений приземной температуры воздуха и осадков для березняка и ельника незначительны: -3.0 – -3.2 °C и 167–160 мм при близких значениях стандартного отклонения, соответственно 1.7–1.9 °C и 40.9–40.5 мм. Средние и максимальные снегозапасы березняка превышают снегозапасы ельника соответственно в 1.32–1.34 раза, величина стандартного отклонения – соответственно в 1.20–1.25 раза (табл. 2). Большой период залега-

Таблица 2. Регрессионная зависимость многолетней изменчивости характеристик снежного покрова от изменений температуры воздуха и осадков (1979–2016 гг.)

Характеристика	Регрессионные коэффициенты (березняк / ельник)		
	Общий коэффициент	Бета коэффициенты	
		Суммарная приземная температура воздуха, °С	Осадки, мм
Средние снеготзапасы, мм	0.513 / 0.748	-0.476 / -0.444	0.140 / 0.528
Максимальные снеготзапасы, мм	0.470 / 0.804	-0.271 / -0.445	0.231 / 0.675
Дата максимума снеготзапасов	0.666 / 0.701	0.042 / -0.477	0.526 / 0.136
Период залегания устойчивого снежного покрова, дни	0.486 / 0.707	0.124 / 0.169	0.401 / 0.715

ния снежного покрова в березняке по отношению к ельнику – в 1.22 раза – связан, по-видимому, с большими в березняке снеготзапасами. Среднемноголетние различия в дате наступления максимумов снеготзапасов березняка и ельника составляют два дня, равно как невелики различия в величине стандартного отклонения – 11.5 и 10.3 дней. Значимые многолетние тенденции выявлены только для средних и максимальных снеготзапасов – с отрицательным знаком коэффициентов линейного тренда. Скорость многолетнего снижения снеготзапасов в березняке существенно превышает скорость снижения в ельнике – в 1.24–2.03 раза (табл. 2).

Сходство и различие многолетних рядов характеристик проиллюстрировано нами также распределением во времени их аномалий. В качестве аномальных рассматривались значения характеристик, превышающие величину стандартного отклонения для рядов с удаленным трендом. Для средних и максимальных снеготзапасов прослеживается полное совпадение аномальных лет в березняках и ельниках. Для остальных характеристик совпадения встречаются менее чем в половине случаев периода 1979–2016 гг.

Зависимость межгодовой изменчивости характеристик снежного покрова от хода приземной температуры воздуха и осадков в большей степени проявляется в ельнике, нежели в березняке (табл. 2). Соответственно величинам бета-коэффициентов, многолетний ход средних и максимальных снеготзапасов в березняке зависит прежде всего от хода приземной температуры воздуха (отрицательная зависимость), в ельнике – от суммы осадков (положительная зависимость). Дата появления максимальных снеготзапасов в березняке в большей степени зависит от суммарных осадков (положительная зависимость), в ельнике – от приземной температуры воздуха (отрицательная зависимость).

Выводы. Исследования показали наличие существенных различий фактических и восстановленных по спутниковым данным характеристик снежного покрова. Восстановленные алгоритмом продукта GlobSnow(SWE) значения снеготзапасов в реперных пунктах превышают фактические с ошибкой 24–76%, величину стандартного отклонения – с ошибками 26–61% в зоне тайги и -0.8 –

-1.2% в смешанных лесах и лесостепи. В данном случае, процесс использования в качестве входных параметров и верификатора в алгоритме расчета данных наземных наблюдений требует существенной доработки – ввиду недостаточного количества пунктов наблюдения, неравномерного их распределения по территории и разрывах в рядах данных. Коэффициент проницаемости лесных массивов, используемый в алгоритме, разработан на примере ограниченной территории – бореальной тайги Финляндии, с чем связана дополнительная неопределенность в оценках снегозапасов других регионов. Анализ хода аномальных значений снегозапасов для периода 1979–2016 гг. показал наличие от четырех до шести аномальных лет, что составляет 11–16% продолжительности ряда. Совпадения аномалий фактических и восстановленных снегозапасов имеются лишь в двух-трех случаях в течение расчетного периода.

В ходе работ рассмотрены также особенности локального распределения снегозапасов в лесных массивах Центрально-Лесного заповедника как возможной дополнительной причины возникновения погрешностей в расчетах снегозапасов по спутниковым данным. Если разница в ходе снегонакопления лиственных лесов и открытых пространств лесостепной зоны связано с испарением с поверхности снега, то в зоне смешанных лесов различия характеристик снежного покрова внутри лесных массивов связаны с перехватом твердых осадков кронами хвойных деревьев, а также с меньшим испарением и метелевым переносом под пологом хвойных лесных массивов. Выявлены существенные различия характеристик снежного покрова лесных массивов с преобладанием хвойных (ельник) и лиственных (березняк) пород. Так, величина снегозапасов, продолжительность залегания устойчивого снежного покрова, равно как их коэффициенты стандартного отклонения в березняке заметно превышают значения соответствующих характеристик в ельнике. Скорость многолетнего снижения снегозапасов в березняке существенно превышает скорость снижения снегозапасов в ельнике – в 1.24–2.03 раза. Зависимость межгодовой изменчивости характеристик снежного покрова от хода приземной температуры воздуха и осадков в большей степени проявляется в ельнике. Многолетний ход средних и максимальных снегозапасов в березняке зависит прежде всего от хода приземной температуры воздуха, в ельнике – от суммы осадков

Таким образом, погрешности восстановленных алгоритмом GlobSnow(SWE) снегозапасов, связанные с неточностями в описании свойств снежной толщи и ошибками определения отражательной способности снега в лесу, могут быть связаны также с существенной локальной неоднородностью характеристик снежного покрова в лесных массивах.

Список литературы

- Китаев Л.М. 1998. Статистический анализ распределения характеристик снежного покрова Курской модельной области. – Материалы метеорологических исследований, № 16, с. 65-72.
- Китаев Л.М., Крюгер О., Шерстюков Б.Г., Хобе Х. 2005. Признаки влияния растительности на распределение снежного покрова. – Метеорология и гидрология, № 7, с. 61-69.
- Китаев Л.М., Аблеева В.А., Асаинова Ж.А. 2015. Влияние лесной растительности на тенденции локальной изменчивости снегозапасов. – В сб.: Труды Приокско-Тerrasного заповедника, вып.6. – Тула: Из-во Аквариус, с. 67-77.
- Котляков В.М. 1968. Снежный покров Земли и ледники. – Л. ГИМИЗ. 475 с.
- Мишон В.М. 2007. Теоретические и методические основы оценки ресурсов поверхностных вод в зонах недостаточного и неустойчивого увлажнения Европейской части России. – Автореф. дисс. ... докт. геогр. наук. Воронеж, Изд-во Воронежского Гос. Ун-та, 40 с.
- Панов В.И. 2016. Потери снега на ветро-метельную сублимацию и снос в открытых и лесомелиорированных агроландшафтах степной зоны. – Научно-агрономический журнал, № 2(99), с. 10-12.
- Kruopis N., Praks J., Arslan A. N., Alasalmi H., Koskinen J., Hallikainen M. 1999. Passive microwave measurements of snow-covered forest areas. – EMAC'95. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, vol. 37, pp. 2699-2705.
- Metsämäki S., Anttila S., Huttunen M., Vepsäläinen J. 1995. A feasible method for fractional snow cover mapping in boreal zone based on a reflectance model. – Remote Sensing of Environment, vol. 95(1), pp.77-95.
- Pulliainen J., Hallikainen M. 2001. Retrieval of regional snow water equivalent from space-borne passive microwave observations. – Remote Sensing of Environment, vol. 75, pp.76-85.
- Takala M., Pulliainen J., Sari J., Metsämäki O., Koskinen J.T. 2009. Detection of Snowmelt Using Spaceborne Microwave Radiometer Data in Eurasia from 1979 to 2007. – IEEE transactions on Geoscience and Remote Sensing. vol. 4, No. 9, pp. 2996-3007.
- Kruopis N., Praks J., Arslan A. N., Alasalmi H., Koskinen J., Hallikainen M. 1999. Passive microwave measurements of snow-covered forest areas, EMAC'95, IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, vol. 37, pp. 2699-2705.
- Metsämäki S., Anttila S., Huttunen M., Vepsäläinen J., A feasible method for fractional snow cover mapping in boreal zone based on a reflectance model, Remote Sensing of Environment, vol. 95(1), pp.77-95.
- Pulliainen J. 2006. Mapping of snow water equivalent and snow depth in boreal and sub-arctic zones by assimilating space-borne microwave radiometer data and ground-based observations. – Remote Sensing of Environment, vol. 101, pp. 257-269.
- Pulliainen J., Hallikainen M. 2001. Retrieval of regional snow water equivalent from space-borne passive microwave observations. – Remote Sensing of Environment, vol. 75, pp.76-85.
- Takala M., Pulliainen J., Sari J., Metsämäki, Koskinen J.T. 2009. Detection of Snowmelt Using Spaceborne Microwave Radiometer Data in Eurasia from 1979 to 2007. – IEEE transactions on Geoscience and Remote Sensing, vol. 4(9), pp. 2996-3007.

SNOW COVER: PECULIARITIES OF LOCAL DISTRIBUTION IN FOREST ARRAYS AS A POSSIBLE SOURCE OF SATELLITE DATA ERRORS

L.M. Kitaev¹, A.S. Zheltukhin², E.D. Korobov², V.A. Ableeva³, N.Yu. Komarova⁴

¹Institute of Geography RAS, 29, Staromonetny s-st., Moscow, 119017, Russia; lkitaev@mail.ru

²Central Forest State Natural Biosphere Reserve, pos. Zapovedny, Nelidovsky District, Tver Region, 172521, Russia; azheltukhin@mail.ru

³Prioksko-Terrasny State Natural Biosphere Reserve, pos. Danki, Serpukhov district, Moscow region, 142200, Russia; sfm0@yandex.ru

⁴Space Research Institute of the RAS, 84/32, Profsoyuznaya st., Moscow, 117997, Russia; nata.komarova@asp.iki.rssi.ru

Abstract. For base point of the East European Plain, the errors of snow storage recovered from satellite data snow storage are calculated for absolute values, indicators of interannual and long-term variability. One of the main causes of inaccuracies is the underestimation of the characteristics of forest vegetation in the calculations; the corresponding regularities were revealed for the local variability of the characteristics of the snow cover in the forest areas of the protected territory.

Keywords. Snow storage, air temperature, precipitation, factual and restored data, spatial and long-term variability, anomalies, regression dependencies.

К УНИФИКАЦИИ ФЕНОЛОГИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ (АНАЛИЗ СРОКОВ ЛИНЬКИ У ЗАЙЦА-БЕЛЯКА (*LEPUS TIMIDUS* L.) И БЕЛКИ ОБЫКНОВЕННОЙ (*SCIURUS VULGARIS* L.) В ЗАПОВЕДНИКАХ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ)

О.А. Макарова

Россия, 188309 г. Гатчина, Ленинградская область, ул. Кныша, 12; makarova037@mail.ru

Аннотация. В статье обсуждается вопрос унификации сбора фенологических материалов для Летописи природы, в частности проводится анализ данных о линьке по двум видам – зайцу-беляку (*Lepus timidus*) и белке обыкновенной (*Sciurus vulgaris*) по материалам Летописей трех заповедников Мурманской области. Предлагается начать работу по ревизии Календаря природы.

Ключевые слова. Заповедник, Летопись природы, Календарь природы, унификация, фенологический индикатор, заяц-беляк (*Lepus timidus*), белка обыкновенная (*Sciurus vulgaris*), линька.

Летопись природы – ежегодный отчет заповедников о сезонных изменениях в природе. Это сложная рукопись, состоящая из отдельных глав, где приводятся сведения о состоянии природы за определенный год. В этом плане особая роль принадлежит главе «Календарь природы». Он имеет определенную структуру и может быть заполнен только после сбора данных за весь год. По существу этот раздел является итогом работы за год, в котором в табличной форме выражена биоклиматическая характеристика природы заповедника за этот год. Перечень названий фенологических процессов, феноиндикаторов относительно систематизирован. В методическом пособии по составлению Календаря рекомендуется выбирать «широкоареальные и местные массовые виды, за которыми легко вести слежение» (Филонов, Нухимовская, 1985). При этом необходимо обратить внимание на отбор индикационных явлений для любых видов растений и животных, в том числе на сроки наступления циклических явлений. Это методическое пособие имело огромное значение для структуризации результатов научных исследований в заповедниках. Но из-за сложности отбора показателей для Календаря часть рекомендаций имело качество пожеланий. Недостаточно было обращено внимание на необходимость взаимосвязи с другими заповедниками. Неслучайно даже в расположенных в одном регионе заповедниках общих показателей, пригодных для сравнительных целей, немного – в пределах 30% (Макарова, 2017; Поликарпова и др., 2016; 2018).

Рассмотрим ситуацию на примере 2-х видов млекопитающих в трех заповедниках Мурманской области. Кандалакшский и Лапландский заповедники, созданные в 30-е годы XX в., накопили длительные ряды наблюдений. Но при сравнении календарей наших заповедников, включая и «Пасвик», созданный в 1992 г., было выявлено, что материалы их мало сравнимы (Поликарпова и др.,

2016). Безусловно, в немалой мере это связано со спецификой природных условий и несколько разными задачами, поставленными перед ООПТ.

Заяц-беляк (*Lepus timidus* L.) широко распространен почти по всей нашей стране и, по-видимому, встречается практически на всех заповедных территориях. У этого вида сезонная смена мехового покрова достаточно заметна и довольно хорошо коррелируется с метеорологическими явлениями. Поэтому такой показатель целесообразно использовать в каждом Календаре природы. В Лапландском заповеднике наблюдения за линькой зайца проводили много лет. При этом коллектив наблюдателей был достаточно большой, сведения поступали регулярно, и потому можно было составить полную картину смены мехового покрова в весенний и осенний периоды. Длительное время этим вопросом занимался О.И. Семенов-Тянь-Шанский, и им было введено правило составления диаграмм. По этим данным сроки линьки довольно близки к средним датам установления снежного покрова осенью и его исчезновения весной (Семенов-Тянь-Шанский, 1982). Обычно смена мехового покрова с летнего на зимний происходит в период с 25 сентября до 14 октября, а первый снежный покров образуется 6 октября. Весенняя линька происходит с 26 мая до 8 июня, а поверхность земли освобождается от снега (наполовину): в лесу – 19 мая, на горных тундрах – 3 июня. Линьки протекают быстро, за 2–3 недели, и обе приурочены ко времени неустойчивого снежного покрова. Иногда случается, что снег весь растаял, а зайцы еще белые или белеют очень рано – до выпадения снега. В Мурманской области зайцы носят зимний наряд в среднем 224 дня в году, что примерно на месяц больше числа дней со снежным покровом. В Календарях даты начала и завершения линьки не указываются отдельной строкой. Эти сведения можно почерпнуть из текста повидового очерка. Материалы последней Летописи Лапландского заповедника (кн. 54, за 2018 год) практически подтверждают эти данные. Первый снег за 75 лет наблюдений регистрируется в самом конце сентября (в среднем 26.09), а устойчивый снежный покров в лесу за 83 года наблюдений ложится в среднем 25.10. Весенняя линька беляков заканчивается к началу июня (4.06), а обратная смена начинается с 16.09. В первую декаду октября они уже полностью в зимнем меху.

В Кандалакшском заповеднике ситуация более сложная из-за территориальной разобщенности. Этот заповедник ориентирован на сохранение и изучение орнитофауны. К тому же на некоторых островах не может быть ни белки, ни зайца. Однако в южных участках материал собирается. По устному сообщению Н.С. Бойко (29.05.2020), составившей раздел в Летописи природы (кн. 65 за 2019 год), первого зайца в летнем наряде видели на о. Ряшков 22.05.2019 г. Средняя дата этого явления для Северной инспекции 29.05 (n=54 года). Первого зайца в зимнем наряде отметили 18.10.19 на о. Анисимове (Северный архипелаг, наблюдатель Воициков В.Б.). Средняя дата этого явления для Северной инспекции 19.10.19 (n=35 лет). Таким образом, на юге Мурманской области белую шубку заяц носит 222 дня.

В заповеднике «Пасвик» наблюдения за этим видом проводятся относительно регулярно, однако имеются пропуски. К тому же в Календарь сведения хоть

и вводятся, но не каждый год. Эти показатели для Календаря не являются строго закрепленными, поэтому сведения носят фрагментарный характер. Так, по материалам последней Летописи природы за 2019 год зайцев в летнем наряде видели 19 мая, а за 21 год наблюдений средняя дата приходится на 01.06. Самая ранняя регистрация была отмечена 10.05.2014 г, а самая поздняя – 21.06.1994 г. Осенняя смена мехового покрова начинается с конца сентября. Но в 2019 г. дата не было зарегистрирована. По многолетним данным средняя дата появления зайца в зимнем наряде приходится на 16.10. Постоянный снежный покров устанавливается в среднем за 20 лет наблюдений – 28.10. В зимнем наряде белки находятся 215 дней. Но эти расчеты сделаны на небольшом и неоднородном материале. Потому требуется дополнительный сбор данных.

По этим сведениям, линька у зайца-беляка в заповедниках Мурманской области проходит примерно в одни сроки. Однако есть разночтения. В частности, срок линьки, особенно весной – более растянут, начало линьки нередко отмечается в конце апреля, зайцы в «разлиньке» регистрируются в течение всего мая. Полностью перелинявших животных отмечают не в одно и то же время. Поэтому требуется провести сбор сведений одномоментно – в определенный отрезок времени и по согласованной программе, увязав с метеорологическими показателями. Во всяком случае, в качестве общего кандидата для обязательного включения в Календарь природы, как хороший феноиндикатор, разделяющий год на сезоны, заяц-беляк вполне годится.

Несколько слов о другом виде. Белка обыкновенная (*Sciurus vulgaris* L.) встречается повсеместно, но ее ареал совпадает с распространением хвойных лесов. В Мурманской области обычна на лесных заповедных территориях, за исключением тундровой зоны. Белка, как и заяц-беляк, в течение года дважды линяет, и эта смена хорошо заметна. Зимний мех светло-серого цвета, более пышный, брюшко – светлое. Хвост тоже пушистый, но цвет варьирует от буровато-рыжего до черного. Летом у белок мех редкий рыжего цвета, также, как хвост.

В Лапландском заповеднике весенняя линька растянута – начинается в апреле и заканчивается в июне, а осенняя – с конца августа до ноября. Средняя дата вылинявших белок весной – 6 июня, осенью – 1 октября: т.е. белки носят зимний наряд 248 дней в году – на 24 дня дольше, чем зайцы (Семенов-Тян-Шанский, 1982).

В южной части области в районе Кандалакши белка обычный, а в некоторые годы многочисленный вид. Для города белка стала синантропным видом, живущим в некоторой степени за счет человека (Бойко, 2008). Наблюдения за сменой мехового покрова у белки проводятся, но гораздо реже. Наиболее лесные участки заповедника – о. Великий, Ковдский полуостров и Турий мыс. Здесь проводят зимний маршрутный учет по следам, в том числе и белки. Однако она встречается и на других островах. В частности, на о. Ряшков. Здесь начало линьки отметили 07.05.19, а полностью перелинявшего зверька видели 19.06.19 г. Обратная смена мехового покрова произошла в октябре: одетую в зимнюю шубку белку заметили на городской территории 21.10.19 г. (уст. сообщение Н.С. Бойко по материалам Летописи природы за 2019 год). Если считать по этому единичному примеру, то

белка в зимнем наряде была около 100 дней. Но, безусловно, требуется сбор более полных данных и анализ архивных сведений. Однако, учитывая, что зверек часто встречается на городской территории, возможна работа со школьниками, с любителями природы о ведении фенологических наблюдений.

В «Пасвике», находящемся на северо-западной окраине региона, на северной границе леса белка также обычна, но ее численность невелика (Макарова и др., 2017). В летописях «Пасвика» фенологические данные о белке, так же, как и зайце, вводятся в Календарь природы, но отмечаются пропуски, и в принципе наблюдений немного. В последней Летописи за 2019 год в Календаре природы кроме текущих сведений приводятся средние данные, наиболее ранняя и наиболее поздняя дата и число лет наблюдений. По нашему мнению именно так следует представлять все вводимые в Календарь регистрации. Белка в летнем меху была зафиксирована 20.05. Средняя дата за 19 лет наблюдений пришлась на 22 мая, крайние даты – 10.05.2014 и 28.06.2006 отстоят друг от друга на полтора месяца. Белку в зимнем меху отметили уже 18.09, средняя дата приходится на 19.10 за 17 лет наблюдений, и крайние даты 08.10.2008 и 22.11.1993 отстоят друг от друга примерно на полтора месяца, практически так же, как весной. Таким образом, белка носит зимнюю шубку 225 дней, что на несколько дней дольше, чем в Лапландском заповеднике, но разница незначительна.

Приведенные материалы показывают необходимость более тщательного отбора показателей в Календарь природы, при этом желательно не пропускать сбор данных, закрепить основной блок показателей уже внесенных в схему, возможно дополнить, чтобы выявить взаимосвязь разных явлений (метеорологических и биологических), циклические явления должны быть в приоритете. Необходимо синхронизировать работу по сбору фенологических показателей с другими ООПТ, особенно своего региона, для получения сравнимых данных.

Календарь природы в наше время весьма актуален. При определенных трудностях с финансированием, с кадрами, собирать материал для Летописи становится все труднее. Наблюдаются потери стационарных площадок, некоторых маршрутов, выпадают какие-то показатели, научные отделы малы для поддержания многолетних рядов.

Нужно внедрять в работу новые методы, активнее использовать фотоловушки, видеокамеры, дроны, в том числе для слежения за фенологическими фазами у растений, некоторыми феноявлениями, в т.ч. линьки у животных и многое другое. Безусловно, нужно серьезно пересмотреть содержание Календаря природы, по возможности сделать его более коротким, выбрав наиболее массовые виды-индикаторы, закрепив определенные площадки, маршруты для этих целей. Нужно не выпустить из внимания некоторые важные показатели, общие для нескольких ООПТ, а также включать сроки наступления некоторых циклических явлений (прилет-отлет, начало и конец вегетационного периода, сроки линьки) и т.д. Эти календари могут работать в режиме «on-line» и по мере поступления дат очередного наблюдения сразу же отправлять эти сведения на сайт заповедника (с фотографией, пояснением, рекомендацией), чтобы привлечь посетителей сайта для сбора фенологических наблюдений.

Уже отмечалось, что Летопись природы в таком виде, как она сейчас составляется, требует некоторой ревизии, унификации, по существу разработки ГОСТа (Макарова, 2017; Волков, 2017, <http://www.biodiversity.ru>). Но это крайне сложная работа, которая может и не осуществиться. Однако Календарь природы, как объединяющий все разделы Летописи, может быть подвергнут некоторому пересмотру и очень аккуратно без потерь скорректирован.

Список литературы

- Бойко Н.С. 2008. Наземные млекопитающие Кандалакши и ее окрестностей. – В сб.: Флора и фауна северных городов: Сборник статей Международной научно-практической конференции. 24-26 апреля 2008 года / Науч. Ред. М.Ю. Меньшакова. – Мурманск, МГПУ, с.103-106.
- Макарова О.А. 2017. ГОСТ для Летописи природы заповедников России. – В сб.: Вклад заповедной системы в сохранение биоразнообразия и устойчивое развитие. Матер.Всерос. конф. (с межд. участием), посвящ. 85-летию организации ЦЛГПБЗ и 100-летию заповедной системы России, 14-17.08.2017 г. – Пос. Заповедный, Тверская обл. Великие Луки, Великолукская городская типография, с. 325-331
- Поликарпова Н.В., Макарова О.А., Берлина Н.Г., Зануздаева Н.Г., Толмачева Е.Л., Татаринкова И.П., Чемякин Р.Г. 2016. Календарь природы заповедников Мурманской области. – В сб.: Эколог. пробл. сев. регионов и пути их решения. Матер.VI Всерос. науч. конфер. с межд. участием. – Апатиты, с. 137-142.
- Поликарпова Н.В., Макарова О.А., Зануздаева Н.В., Толмачева Е.Л., Шутова Е.В., Панева Т.Д. 2018. Календарь природы заповедников Мурманской области. – В сб.: Летопись природы: фенология. Материалы I Международной фенологической школы-семинара (Центрально-Лесной государственный природный биосферный заповедник, 13-17 августа 2018 г., пос. Заповедный, Тверская обл.). – Великие Луки: Великолукская городская типография, с. 149-156.
- Семенов-Тянь-Шанский О.И. 1982. Звери Мурманской области. – Мурманск, с. 175.
- Филонов К.П., Нухимовская Ю.Д. 1985. Летопись природы в заповедниках СССР. Методическое пособие. – М., Наука, 143 с.
- Летопись природы Лапландского заповедника. 2019. кН. 54 за 2018 г. – Мончегорск, – с. 284.
- Летопись природы Кандалакшского заповедника, кН. 65 (т.3, ч 2). – Кандалакша, с. 218-228.
- Волков А.М. К концепции особо охраняемых природных территорий России. 2017. <http://www.biodiversity.ru> Дата обращения 30.05.2020.

**TO THE UNIFICATION OF PHENOLOGICAL OBSERVATIONS
(ANALYSIS OF THE TIMING OF MOLTING OF THE HARE (*LEPUS
TIMIDUS* L.) AND SQUIRREL(*SCIURUS VULGARIS* L.)
IN THE RESERVES OF THE MURMANSK REGION)**

O.A. Makarova

12 Khnysh St., Gatchina, Leningrad region, 188309, Russia; makarovao37@mail.ru

Abstract. In the article is discussed the issue of unification of the collection of phenological materials for the Chronicle of nature, in particular, the analysis of data of the timing of molt on two species- the hare (*Lepus timidus*) and the common squirrel (*Sciurus vulgaris*) based on the Chronicles of three reserves of the Murmansk region. It is proposed to start work on the revision of the Calendar of Nature.

Keywords. Nature reserve, Chronicle of nature, Calendar of Nature, unification, phenological indicator, hare (*Lepus timidus*), common squirrel (*Sciurus vulgaris*), molt.

ОРГАНИЗАЦИЯ ФЕНОЛОГИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ В ДЕНДРОСАДУ МФ МГТУ ИМ. Н.Э. БАУМАНА

С.А. Коротков^{1,2}, Т.Г. Махрова¹

¹МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал), Россия, 141005, Московская обл., г. Мытищи,
ул. 1-я Институтская, д. 1; mathilda2604@mail.ru

²Институт лесоведения РАН, Россия, 143030, Московская обл., Одинцовский р-н, с. Успенское,
ул. Советская, д. 21; skorotkov-71@mail.ru

Аннотация. В статье предлагаются мероприятия по организации фенологических наблюдений на территории Дендросада МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, обосновывается применение различных методик для наблюдения за отдельными группами аборигенных и интродуцированных растений.

Ключевые слова. Дендросад, методики фенологических наблюдений, древесные растения, травянистые растения, интродуценты.

Дендрологический сад на территории Мытищинского филиала МГТУ им. Н.Э.Баумана существует с 60-х годов прошлого века. В настоящее время коллекция дендросада содержит 176 видов, форм и сортов древесных растений, сосредоточенных на площади 1,47 га.

Географические координаты дендросада –55°54.6978' северной широты, 37°43.8456' восточной долготы, высота над уровнем моря 158 м. Климат умеренный: среднегодовая температура +4,8 °С, средняя температура января – -9,3 °С, средняя температура июля +18,5 °С, абсолютный минимум температур – -43 °С, абсолютный максимум температур – +37 °С, годовое количество осадков 677 мм, преобладающие ветры – южный, юго-западный, западный (Экологический паспорт..., 2020).

Для обеспечения успеха регулярных фенологических наблюдений необходимы как правильный выбор объектов наблюдения, так и подбор оптимальной методики для каждого объекта. Существует большое количество методик наблюдений как за сезонным развитием отдельных видов растений, так и за ходом сезонного развития растительного сообщества в целом. Ведущими фенологами составлен ряд программ фенологических наблюдений (Булыгин, 1991; Елагин, 1975; Зайцев, 1981; Лапин, 1967).

Дендрологический сад МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана активно используется в качестве базы для проведения самостоятельных работ студентов, обучающихся по направлениям подготовки «Лесное дело» и «Ландшафтная архитектура». Одной из таких работ являются фенологические наблюдения за деревьями и кустарниками из коллекции дендросада. Наблюдения проводятся по учебной методике (Грюнталь и др., 2013), являющейся модификацией методики фенологических наблюдений Н.Е. Булыгина (1991). На протяжении учебного года фиксируются следующие фазы: начало изменения окраски листьев осенью; полное окрашивание листьев; начало листопада; массовый листопад; окончание листо-

пада; набухание листовых почек; распускание почек; зеленение; распускание листьев; появление листьев с полностью распрямленной пластинкой; полное облиствление; закладка почек; окончание роста побегов; зацветание; массовое цветение; отцветание; окончание цветения; начало образования завязей; начало созревания плодов: массовое созревание плодов. Кроме указания дат прохождения основных фаз студенты отмечают состояние растения после перезимовки, повреждение его поздними весенними и ранними осенними заморозками, наличие или отсутствие вторичного прироста, окраску распускающихся листьев, их летнюю и осеннюю окраску, окраску цветков и плодов, дают оценку интенсивности цветения и плодоношения по балльной шкале (Селекция..., 2013).

Объекты фенологических наблюдений за древесными растениями на территории дендросада МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана могут быть разделены на несколько групп. Первую группу, несомненно, должны составлять аборигенные растения (Мерзленко, Брынцев, 2000): *Juniperus communis* L., *Picea abies* (L.) Karst., *Acer platanoides* L., *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn., *Betula pendula* Roth., *Corylus avellana* L., *Lonicera xylosteum* L., *Sambucus racemosa* L., *Viburnum opulus* L., *Swida sanguinea* (L.) Opiz, *Quercus robur* L., *Malus sylvestris* (L.) Mill., *Padus avium* Mill., *Rosa canina* L., *Rubus idaeus* L., *Sorbus aucuparia* L., *Populus tremula* L., *Salix alba* L., *Tilia cordata* Mill., *Ulmus laevis* Pall. При фенологических наблюдениях за этой группой древесных растений может использоваться общепринятая система фитофенологических фаз (Фенологическая сеть, 2020), которая может быть использована для феномониторинга, базирующегося на единстве сроков наблюдения в масштабе всей страны. Фиксируются начало сокодвижения у древесных растений, начало облиствения, начало цветения, начало созревания плодов и семян, начало осеннего окрашивания крон, полное осеннее окрашивание крон, начало и конец листопада.

Во вторую группу могут войти интродуценты, традиционно используемые в городских зеленых насаждениях регионов Центральной России в течение нескольких десятков лет: *Thuja occidentalis* L., *Larix sibirica* Ledeb., *Larix decidua* Mill., *Picea pungens* Engelm., *Pinus mugo* Turra., *Pinus sibirica* Rupr., *Acer ginnala* Maxim., *Acer negundo* L., *Acer saccharinum* L., *Berberis vulgaris* L., *Lonicera tatarica* L., *Symphoricarpus albus* (L.) Blake, *Swida alba* (L.) Opiz, *Caragana arborescens* Lam., *Quercus rubra* L., *Juglans cinerea* L., *Aesculus hippocastanum* L., *Philadelphus coronarius* L., *Fraxinus pennsylvanica* Marsh., *Syringa vulgaris* L., *Syringa josikaea* Jacq.f.ex Rchb., *Amelanchier ovalis* Medik., *Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliot, *Cotoneaster lucidus* Schlecht, *Crataegus submollis* Sarg., *Malus baccata* (L.) Borkh., *Padus virginiana* L., *Pyrus ussuriensis* Maxim., *Rosa rugosa* Thunb., *Spiraea japonica* L., *Sorbaria sorbifolia* (L.) A. Braun, *Populus balsamifera* L., *Tilia platyphyllos* Scop., *Parthenocissus quinquefolia* (L.) Planch. Посадочный материал этих видов, как правило, выращивается в местных питомниках, поэтому можно считать их вполне адаптированными к новым условиям произрастания. Фенологические наблюдения за этими видами можно вести как по учебной методике, принятой в МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, так и по системе фитофенологических фаз – как за аборигенными растениями. В последнем случае также возможна организация

феномониторинга во всех районах интродукции каждого из перечисленных видов.

Небольшая часть интродуцентов из коллекции дендросада редко или единично встречаются в озеленении населенных пунктов Московской области, но при этом показывают высокие показатели адаптации, поэтому из них можно сформировать третью группу объектов для проведения фенологических наблюдений: *Abies sibirica* Ledeb., *Picea omorica* (Pane.) Purkine, *Pinus peuce* Griseb., *Acer campestre* L., *Acer pseudoplatanus* L., *Viburnum lantana* L., *Euonymus sacrosanctus* Scop., *Cercidiphyllum japonicum* Sieb. et Zucc., *Rhododendron ledebourii* Pojark., *Ribes alpinum* L., *Crataegus nigra* Waldst., *Malus toringoides* (Rehd.) Hughes., *Rubus odoratus* L., *Sorbus torminalis* (L.) Crantz. Древесные интродуценты, которые в условиях Московской области могут повреждаться при длительном воздействии низких отрицательных температур, будут составлять четвертую группу наблюдаемых древесных растений: *Thuja plicata* Lamb., *Ginkgo biloba* L., *Taxus baccata* L., *Acer trautvetterii* Medw., *Carpinus betulus* L., *Corylus colurna* L., *Sambucus nigra* L., *Cornus mas* L., *Amorpha fruticosa* L., *Robinia pseudoacacia* L., *Fagus orientalis* Lipsky, *Juglans regia* L., *Armeniaca vulgaris* Lam. В отдельную, пятую, группу следует включить виды, которые страдают от весенних и осенних заморозков: *Abies holophylla* Maxim., *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco, *Acer mandshuricum* Maxim., *Acer pseudosieboldianum* (Pax) Kom., *Acer tegmentosum* Maxim., *Actinidia kolomikta* Max., *Berberis thunbergii* DC, *Lonicera caerulea* L., *Maackia amurensis* Rupr. et Maxim., *Quercus mongolica* Fisch. ex Turcz., *Juglans mandshurica* Maxim., *Forsythia suspensa* (Thunb.) Vahl., *Phellodendron amurense* Rupr., *Tilia mandshurica* Rupr. et Maxim. Фенологические наблюдения за растениями этих трех групп можно проводить по учебной методике, так как их результаты представляют ценность в первую очередь для Московской области и не обязательно должны быть пригодны для сравнения с другими регионами.

При создании дендросада сотрудники института преследовали цели изучения интродукции древесных растений, а также частной селекции древесных пород с высокодекоративной древесиной. Тем не менее, вместе с посадочным материалом древесных растений из экспедиций, ботанических садов и лесосеменных станций всего Советского Союза нередко привозились и травянистые многолетники. Также за годы существования дендросада в нем сформировался травянистый покров из сорных растений. Среди травянистых растений, которые могут составить отдельную группу объектов для фенологических наблюдений, в дендрарии МФ МГТУ им. Баумана в настоящее время встречаются *Galanthus nivalis* L., *Anemone nemorosa* L., *Anemone ranunculoides* L., *Scilla siberica* Andrews, *Corydalis marschalliana* (Pall. ex Willd.) Pers., *Ficaria verna* Huds., *Viola odorata* L., *Vinca minor* L., *Myosotis* sp., *Sedum* sp., *Ajuga reptans* L., *Chelidonium majus* L., *Allium ursinum* L., *Lamium album* L., *Veronica chamaedrys* L., *Geum urbanum* L., *Aquilegia vulgaris* L., *Trifolium* sp., *Prunella vulgaris* L., *Aegopodium podagraria* L., *Impatiens parviflora* DC., *Campanula* sp., *Telekia speciosa* (Schreb.) Baumg., *Solidago* sp.

Фенологические наблюдения за травянистыми растениями могут проводиться по методике И.Г. Серебрякова (1954) с учетом традиционных методов фе-

нологических исследований (Бейдеман, 1954; Борисова, 1972). Для каждой особи необходимо отмечать дату схода снега, начала вегетации, раскрытия почек и начала цветения. Эти фенологические события регистрируются с момента схода снегового покрова до зацветания последней особи. За начало вегетации вечно-зеленых, летне-зеленых и зимне-зеленых растений принимается дата освобождения их из-под снега. У летнезеленых растений и эфемероидов эта фенофаза совпадает с началом активной вегетации (начало видимого роста побегов). Для всех видов начало активной вегетации регистрируются разворачивание новых листьев (раскрытие почек), удлинение листовых пластинок перезимовавших листьев или появление побегов из-под земли (геофиты и однолетники). За начало цветения принимается дата раскрытия околоцветника или выдвигания тычинок (рылец) у первых цветков соцветия.

Таким образом, данные фенологических наблюдений могут быть использованы для оценки адаптивных способностей интродуцированных растений, так как дают материал о степени соответствия интродуцентов новым условиям среды. Сравнительный анализ наблюдений за одними и теми же объектами в различных географических пунктах позволяет установить скорость прохождения фенологических явлений в широтном и долготном направлении и определить величину фенологических градиентов.

Список литературы

- Бейдеман И.Н. 1954. Методика фенологических наблюдений при геоботанических исследованиях. – М.-Л., Изд-во АН СССР, 131 с.
- Борисова И.В. 1972. Сезонная динамика растительного сообщества. – В кн.: Полевая геоботаника, т. 4. – Л.: Наука, с. 5-94.
- Булыгин Н.Е. 1991. Дендрология. – СПб., Агропромиздат, 352 с.
- Грюнталь Е.Ю., Махрова Т.Г., Владимиров Б.Н. 2013. Выполнение самостоятельных (контрольных) работ по дендрологии: учеб.-методич. пособие. – М., ФГБОУ ВПО МГУЛ, 60 с.
- Елагин И.Н. 1975. Методика проведения и обработка фенологических наблюдений за деревьями и кустарниками в лесу. – В сб.: Фенологические методы изучения лесных биогеоценозов. – Красноярск, ИЛИД СО АН СССР, с. 3-20.
- Зайцев Г.Н. 1981. Фенология древесных растений. – М., Наука, 120 с.
- Лапин П.И. 1967. Сезонный ритм развития древесных растений и его значение при интродукции. – Бюл. ГИС АН СССР, вып. 65, с. 13-18.
- Мерзленко М.Д., Брынцев В.А. 2000. Особенности семеношения ели европейской (*Picea abies* L.) в Северном Подмоскowie. – Экология, № 5, с. 333-337.
- Селекция лесных и декоративных древесных растений: учебник. 2013/ под ред. А.П. Царева. – М., Издательство МГУЛ, 516 с.
- Серебряков И.Г. 1954. О методах изучения ритмики сезонного развития растений в геоботанических стационарах. – В сб. докладов совещ. по стационарным геобот. исслед. – Л., с. 145-159.
- Фенологическая сеть. Методика фенологических наблюдений за растениями. – Электронный ресурс. URL: <https://fenolog.rgo.ru/page/metodika-fenologicheskikh-nablyudeniya-zarastenyami> (дата обращения 25.05.2020).
- Экологический паспорт городского округа Мытищи. – Электронный ресурс: URL: http://ecopassmo.mosreg.ru/media/region_doc/mitishi_go_CLZCa4u_1.pdf (дата обращения 25.05.2020).

ORGANIZATION OF PHENOLOGICAL OBSERVATIONS IN THE DENDROLOGICAL GARDEN THE BMSTU (MYTISHCHI BRANCH)

S.A. Korotkov^{1,2}, T.G. Makhrova¹

¹*BMSTU (Mytishchi branch), 1, 1st Institutskaya st., Mytishchi, Moscow reg., 141005, Russia;
mathilda2604@mail.ru*

²*Institute of Forest Science RAS, 21, Sovetskaya st., village Uspenskoe, Odintsovo district, Moscow reg.,
143030, Russia; skorotkov-71@mail.ru*

Abstract. The article suggests measures for organizing phenological observations on the territory of the dendrological garden of the BMTSU (Mytishchi branch), justifies the use of various methods for monitoring individual groups of native and introduced plants.

Keywords. Dendrological garden, methods of phenological observations, woody plants, herbaceous plants, introduced plants.

Научное издание

Летопись природы: фенология, отклики биоты на изменение климата

Материалы II Международной научной конференции в Центрально-
Лесном государственном природном биосферном заповеднике
10–14 августа 2020 г.

М.: Товарищество научных изданий КМК. 2020. 218 с.

Подписано в печать 25.07.2020.
Объем 18,67 уч. изд. л. Тираж 300 экз.

Отпечатно в