

USE AND PROTECTION OF NATURAL RESOURCES OF RUSSIA

SCIENTIFIC, INFORMATIVE AND ANALYTICAL BULLETIN

№ 1 (177)/2024

NATURE

Common Problems of Nature Management
Mineral Resources
Water Resources
Land Resources
Forest Resources
Biodiversity
Biological Resources of Land
Water Biological Resources
Climatic Resources
Recreational Resources and Special Protected Natural Areas
Environmental Protection
Cartography

AGRICULTURAL RESOURCES AND FOOD SECURITY

Food Security
Feed Resources
Soils
Agrolandscapes
Agroecology
Agroeconomics

EDITORIAL BOARD:

A.I. Bedritsky, V.A. Belyaev, A.N. Chumakov, L.A. Gafurova (Uzbekistan), **N.N. Dubenok, A.G. Ischkov, N.S. Kasimov, D.M. Khomiakov, V.N. Lopatin, S.A. Lysenko** (Belarus), **L.V. Oganessian, S.A. Ostroumov, G.S. Rozenberg, N.G. Rybalsky** (chief editor), **A.V. Shevchuk, S.A. Shoba, E.A. Shvarts** (vice editor-in-chief), **V.V. Snakin** (vice editor-in-chief), **A.A. Tishkov, V.Y. Zharnitckiy**

EDITORIAL COUNCIL:

S.V. Belov (Mineral Resources), **R.S. Chalov** (Water Resources), **M.M. Cherepansky** (Gidrogeology), **G.M. Chernogaeva** (Climatic Resources), **S.I. Nikonorov** (Water Biological Resources), **N.G. Rybalsky** (Common Problems of Nature Management, Environmental Protection), **E.V. Shorohova** (Forest Resources), **E.A. Shvarts** (Recreational Resources and SPNA, Biodiversity), **A.V. Smurov** (Biological Resources of Land), **I.A. Sosunova** (Social Ecology, Society and Nature), **S.A. Stepanov** (Environmental Education and Culture), **V.S. Tikunov** (Cartography), **N.F. Tkachenko** (FEC), **I.A. Trofimov** (Geobotany and Agroecology), **A.S. Yakovlev** (Land Resources)

EDITORIAL STAFF:

I.S. Muravyeva, V.V. Bryzgalova, E.A. Eremin

NATIONAL INFORMATION AGENCY «NATURAL RESOURCES»

108811, Moscow, tow. settl. Moscovsky, mailbox 1627, NIA-Priroda
Phone 8 (903) 721-43-65, e-mail: nia_priroda@mail.ru, www.priroda.ru,
Registration certificate № 03206 of 19th November, 1997

*The Bulletin is included in the list of peer-reviewed scientific journals of the Higher Attestation Commission
(of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation)*

Рекреационные ресурсы и ООПТ

УДК 502.4

О развитии мониторинга биоклиматических изменений в России

Ю. А. Буйволово^{1,2}, к.б.н., А. А. Минин^{1,5}, д.б.н., М. Ю. Бардин^{1,3}, к.ф-м.н.,
Е. П. Быкова⁴, к.б.н., О. Ф. Самохина¹, Б. Н. Фомин³, Г. М. Черногаева^{1,3}, д.г.н., проф.

¹Институт глобального климата и экологии им. академика Ю. А. Израэля

²Центрально-Лесной государственный природный биосферный заповедник

³Институт географии РАН

⁴Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова

⁵Институт биологии развития им. Н. К. Кольцова РАН

Статья посвящена научно-прикладным вопросам развития мониторинга биоклиматических изменений как одной из мер упреждающей адаптации управления особо охраняемыми природными территориями к изменению климата. Для изучения и своевременного выявления угроз биоразнообразию и хозяйственной деятельности, обусловленных биоклиматическими изменениями, создан Банк данных «Временные ряды фенологических данных Северной Евразии». Приводятся картограммы средних сроков и сдвига дат наступления фенофаз некоторых видов растений и птиц на европейской части России и Урала по состоянию на 2022 год. Данные размещены на Интернет-сайте <http://fenolog.igse.ru/>, посетителям предоставляется возможность ознакомиться с данными о сроках наступления метеорологических явлений, а также фенофаз растений, грибов и животных на стационарных площадках или маршрутах, наблюдаемых на почти 600 пунктах в границах России и сопредельных стран.

Ключевые слова: адаптация к изменению климата, особо охраняемые природные территории, банк данных, фенологический мониторинг, Летопись природы.

«Изменение климата является одним из наиболее серьезных вызовов XXI века, который выходит за рамки научных дискуссий и представляет собой комплексную междисциплинарную проблему, охватывающую экологические, экономические и социальные аспекты устойчивого развития Российской Федерации» — так характеризуется проблема климатических изменений в новой Климатической доктрине Российской Федерации, утвержденной Указом Президента Российской Федерации в 2023 году [1]. Важное значение в Климатической доктрине придается адаптации всех сфер деятельности к климатическим изменениям, а также необходимости разработки отраслевых и региональных планов адаптации. Упреждающая адаптация к изменению климата относится к приоритетам климатической политики в России. Вопросы адаптации к климатическим изменениям стоят не только перед основными отраслями экономики (энергетика, сельское и лесное хозяйство, рыбный промысел и пр.), но и перед системой охраны природы.

Исследованиями ученых разных стран доказано, что изменения климата наносят ущерб биоразнообразию и могут приводить к исчезновению многих видов, нарушению функционирования природных экосистем, запуская процесс климатогенной сукцессии и видообразования [2]. В пункте 11 новой Климатической доктрины РФ отмечена «необходимость развития государственной наблюдательной сети в части, касающейся климатического мониторинга» [1]. Для своевременного предупреждения негативных явлений и разработки плана снижения ущерба необходимо вести не только мониторинг изменения климатических параметров, но и результатов воздействия этих изменений на компоненты биоты. Такие изменения принято называть биоклиматическими, а наблюдения и оценку этих изменений — биоклиматическим мониторингом.

Следовательно, для разработки планов внедрения адаптации в сфере охраны природы необходимы знания тенденций изменений климатических и био-

климатических параметров, а также как на эти изменения реагирует живая природа. Ответы на данные вопросы могут дать специальные фенологические исследования и мониторинг, проводимые на особо охраняемых природных территориях, в сферу управления которых должна внедряться упреждающая адаптация [3].

Таким образом, развитие биоклиматического мониторинга является первоочередным мероприятием по адаптации всей системы ООПТ России к изменениям климата и является реализацией на практике Климатической доктрины РФ.

История формирования фенологических рядов в России

Научной базой биоклиматического мониторинга является фенология, наука о пространственно-временных закономерностях циклических изменений природных объектов и их комплексов. Для фенологических изучений и биоклиматического мониторинга необходимы многолетние наблюдения, сформированные в ряды фенологических данных, которые являются весьма важным информационным продуктом, как для науки, так и для практического использования. Многолетние ряды дают возможность выявлять региональные и глобальные закономерности изменений в сезонной динамике природы, цикличность, тренды, пространственно-временную корреляцию и иные паттерны для моделирования. Особенно полезны и эффективны эти данные для изучения реакции биоты на изменение климата, так как позволяют оценивать характер пространственно-временных взаимосвязей по фенологическим и климатическим параметрам, а также использовать выявленные связи и закономерности для оценки перспектив изменений в природе, развития лесной, сельскохозяйственной и других отраслей народного хозяйства, связанных с различными формами использования природных ресурсов.

В России мониторинг биоклиматических изменений начался с созданием Императорского Русского географического общества (ныне — Русское географическое общество). Первая публикация фенологических данных для общественного обозрения была сделана в 1854 г. в издании «Сельская Летопись», которое представляло собой первую фенологическую сводку по 120 феноявлениям за 1851 г. [4]. С этого года начинается отсчет публикациям данных фенологических сетей и их обобщений в России. В системе РГО фенологические наблюдения проводили и ведут в настоящее время добровольные корреспонденты — любители природы, краеведы, работники метеостанций, крестьяне, школьные и юннатские коллективы.

В советское время с начала 30-х гг. фенологические наблюдения проводились на метеостанциях Гидрометслужбы. С 1940 г. в заповедниках России и СССР начался сбор фенологических данных, а также данных по урожайности и продуктивности растений по единой методике в рамках научно-тех-

нического мероприятия Летопись природы заповедника, первоначально это была так называемая «фенологическая летопись» [5]. Планировалось проведение обобщений результатов каждые 5 лет, которое было поручено научному сотруднику Главка заповедников С. М. Преображенскому. Но планам не суждено было сбыться, так как вскоре началась Великая Отечественная война, а потом помешал разгром заповедной системы СССР в 1951—1954 годах. При реорганизации системы управления заповедниками С. М. Преображенский был отправлен на пенсию, а собранный им научный архив утрачен [6, 7].

В советское послевоенное время обобщения и публикации фенологических данных, собранных профессионалами заповедников и корреспондентами добровольных сетей наблюдателей регулярно публиковались в виде календарей природы, составленных центральными и местными организациями, в том числе РГО.

В современной российской истории известны несколько попыток публикаций обобщений данных многолетних фенологических наблюдений. Первый российский сборник, опубликованный в 2001 г. под редакцией А. О. Кокорина, А. Р. Кожаринова, А. А. Минина [8], был основан на максимально глубоко использовании данных из Летописей природы заповедников. Этой публикации предшествовала многолетняя работа по анализу прошлых и текущих климатических изменений и вызываемых ими косвенных эффектов в 13 российских ООПТ федерального значения. Была проделана большая работа по мобилизации данных, то есть оцифровке томов Летописей природы заповедников с наиболее длинными рядами наблюдений (Приокско-Тerrasный, Воронежский, Баргузинский и др.), созданию электронных баз данных и последующей математической обработке полученных рядов. Работы финансировались проектом Глобального экологического фонда «Сохранение биоразнообразия Российской Федерации» [9] и из иных зарубежных источников. Этот проект послужил толчком для дальнейшей цифровизации и хранения в виде баз данных материалов заповедников. Также была проведена систематизация и анализ имеющихся данных, информация, содержащаяся в Летописях природы, была рассмотрена под новым углом зрения, как части общей базы данных. Эта информация стала храниться в заповедниках в электронном виде и использоваться для последующих исследований. На тот момент ещё была не развита система публикации баз данных и данные не были общественным достоянием.

В 2011—2022 годах в России значительных научных достижений удалось добиться в сотрудничестве с Университетом Хельсинки, организовавшем международный проект «Летопись природы Евразии — широкомасштабный анализ изменяющихся экосистем / Eurasian Chronicle of Nature — Large Scale Analysis of Changing Ecosystems» <http://chronicleofnature.com/> (ЛПЕ/ECN). В компьютерной базе проекта

были объединены данные, полученные на 114 охраняемых природных территориях на постсоветском пространстве, в том числе 92 ООПТ России [10].

Совместными исследованиями в рамках международного проекта выявлены закономерности воздействия климатических факторов на экосистемы, представляющие угрозы биоразнообразию на территории страны [11]. В частности, климатические изменения создают угрозу сохранению популяционной структуры видов, представленных адаптациями к локальным климатическим условиям, и запускают эволюционный процесс адаптации [12]. Установлено, что смещение сроков фенологических явлений у видов животных и растений происходит асинхронно, а при рассогласовании этих сроков у взаимозависимых видов возникает угроза нормальному функционированию природного комплекса. Получены количественные оценки скоростей смещения дат наступления абиотических явлений (переходы температуры воздуха через пороговые значения) и близких по срокам фенологических событий у растений [13]. Показано, что при противостоянии изменению климата биота реализует заложенные гомеостатические механизмы. Изучение этих механизмов — актуальная задача современной науки. Для решения задачи необходимы оцифровка данных с бумажных носителей, их сбор и накопление в виде открытых баз данных (так называемая мобилизация данных) и продолжение наблюдений на максимально большой географической сети. Выявление территорий с максимальными несоответствиями между скоростью изменения климата и сезонными сдвигами жизни биоты позволит определить проблемные регионы, например, где фенологические изменения отстают от трансформации термальных ниш видов.

Международное сотрудничество в этой сфере по обработке больших объемов данных методами факторного анализа позволило по-новому оценить собранные данные и возможные перспективы развития цифровых технологий в мониторинге и широкомасштабных геоэкологических исследованиях на ООПТ [10–12].

Но с началом Специальной военной операции в 2022 году международный проект приостановлен. Однако работы по сбору, публикации и обобщению данных фенологических наблюдений в России продолжают. Задачу локализации собранных в рамках международного проекта ЛПЕ/ЕСН фенологических данных нам удалось решить созданием базы данных «Временные ряды фенологических данных Северной Евразии», зарегистрированной в Федеральной службе России по интеллектуальной собственности [14].

Банк данных коллективного пользования «Временные ряды фенологических данных Северной Евразии»

Созданная база данных реализована на практике как Банк данных коллективного пользования

«Временные ряды фенологических данных Северной Евразии» (далее — Банк), который размещен в открытом доступе в Интернете, на сервере ИГКЭ, осуществляющего его поддержку, по адресу <http://fenolog.igse.ru/>. Концепция Банка предусматривает сбор, хранение и базовую обработку многолетних рядов фенологических данных о сроках наступления стандартных фенофаз и явлений растений, грибов и животных на стационарных площадках или маршрутах. Методология фенологических наблюдений на постоянных пунктах в сети наблюдений РГО и в программе Летопись природы схожа, а методики обновлены в публикациях последних лет [4, 15].

Программный комплекс Банка целиком реализован на свободно распространяемых программных пакетах и языках программирования, основу которых составляют веб-сервер Apache, СУБД MySQL, PHP и JavaScript. Все данные, подлежащие хранению, имеют табличную форму представления в используемой СУБД MySQL. Информационная безопасность программного комплекса обеспечивается встроенной криптографической защитой хранимых и пересылаемых конфиденциальных данных.

Основными источниками данных стали результаты наблюдений корреспондентской сети РГО, а также аккумулированные в едином наборе данные, собранные по проекту ЛПЕ/ЕСН [16]. Названия фенофаз, феноявлений и феноточек из набора данных проекта ЛПЕ/ЕСН были вновь переведены на русский язык и была проведена унификация русскоязычных названий фенологических явлений. Все данные прошли верификацию и валидацию, при этом были выявлены и устранены многочисленные ошибки написания названия видов, явлений, населенных пунктов. При автоматической верификации данных проведены проверки последовательности дат наступления феноявлений и фенофаз, а также наличия непротиворечивости данных, например только одной даты по сопоставлению феноявление—вид—локация и проверка на ошибки сроков наступления феноявлений при значительном отклонении от средней даты.

Всего в Банке собраны феноряды по 579 географическим пунктам в границах бывшего СССР, в том числе на территории России 481, в Беларуси 39, Украине (35), Латвии (8), Эстонии (7), Узбекистане (5), Литве (3) и Киргизии (1). Объекты фенологических наблюдений в Банке разделены на 16 категорий, из них 12 биотические (деревья, кустарники, кустарнички, травы, грибы, беспозвоночные животные, рыбы, земноводные, пресмыкающиеся, птицы и млекопитающие). Видовой состав представлен 1394 видами. К абиотическим объектам в Банке отнесены гидрометеорологические явления, а также выделены отдельные явления в сельскохозяйственной области.

Реализация социальной функции Банка осуществляется в форме свободного доступа любого пользователя к выборке и выгрузке данных, огра-

Временные Ряды Фенологических Данных

[Главная](#) [Концепция](#) [Феноинфо](#) [Геоинфо](#) [Служебный вход](#)

? **Выборка, Просмотр и Получение данных**

Выбор места фенологических наблюдений

Выберите страну: ▼
Выберите регион: ▼
Выберите место: ▼
Выберите феноплощадку: ▼

Выбор фенологического индикатора

Выберите категорию: ▼
Выберите объект: ▼
Выберите индикатор: ▼

Выбор параметров временного ряда

Выберите дату отсчета сезонного срока: ▼
Выберите ширину окна сглаживания: ▼

2022-2023: 107258 Москва, ул. Глебовская 20Б, Институт глобального климата и экологии им. академика Ю. А. Изraelя

Рис. 1. Страница выборки в Банке данных <http://fenolog.igce.ru/>

ниченных одним географическим пунктом и одним фенологическим событием в отобранном пункте при одной выборке. На рис. 1 показана начальная страница выборки данных.

Временной ряд фенологических данных выводится пользователю как в графическом (формат svg), так и в текстовом виде. Пользователь при визуализации данных в виде графика может провести автоматическую on-line обработку данных по методу скользящей средней от 3-х до 11 лет. Также можно выгрузить даты фенофаз как в формате даты, так и числа дней от установленных дат (1 января, 1 марта, весеннее равноденствие и др.).

Дальнейшее развитие Банка целиком зависит от усилий российских ученых и специалистов, поддержки и понимания сотрудниками научных отделов, работающих в заповедниках и национальных парках. Вкладчиком Банка может быть физическое лицо, представляющее научно-исследовательскую организацию, выполняющую фенологические наблюдения, и/или профессиональный ученый, самостоятельно выполняющий такие наблюдения. Также вкладчиками могут быть и квалифицированные любители природы. Оплата размещения данных не предусмотрена.

Всем вкладчикам Банка доступен служебный вход. По служебному входу вкладчики получают дивиденды в форме вывода фенологического календаря природы на основе анализа всех, вложенных данных по его пункту, а также выгрузки данных в выбранном формате даты. Фенологический календарь природы по пункту наблюдений подготавливается автоматически по принятому в Летописи природы шаблону. Календарь предусматривает вычисление средних многолетних дат наступления всех фенособытий, которые наблюдаются по данному пункту и выявление особенностей текущего года по отклонениям от средних многолетних дат.

Ресурс предназначен для многолетнего сбора, онлайн-публикации и анализа исходной научной

фенологической информации, собранной на территории Северной Евразии в границах бывшего СССР. Информация Банка открыта и распространяется согласно публичной лицензии Creative Commons CC-BY-SA. Лицензия неисключительная и вкладчики могут также самостоятельно публиковать свои данные на любых иных базах и депозитариях и иных публикациях. Данные могут быть востребованы для использования специалистами научно-исследовательских организаций при изучении воздействия климата на экосистемы и многолетних биоклиматических трендов, а также будут полезны для всех любителей природы интересующихся вопросами фенологии. Помимо чисто научных исследований информация банка фенологических данных может быть востребована для решения прикладных задач. Например, подбор композитов космических снимков на заданную местность имеет ограничения на сезонное состояние растительного покрова, временные рамки которого меняются год от года и эти изменения зафиксированы в банке фенологических данных. При использовании и публикации данных из Банка (в том числе в сети Интернет) ссылка обязательна.

Особенно важны данные фенологических наблюдений, проводимых на ООПТ, где минимизировано антропогенное воздействие на объекты наблюдений. В этом случае, объекты наблюдений на одних и тех же площадках гарантировано охраняются от антропогенных трансформаций, способных внести изменения в фенологию биологического объекта.

Развитие

биоклиматического мониторинга

Одним из вариантов практического применения созданного информационного ресурса для нужд государственного климатического мониторинга является сбор данных для подготовки отдельного фенологического раздела в Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации. Ежегодно ИГКЭ, начиная с 2005 года, при участии ряда профильных научно-исследовательских организаций Росгидромета

выпускает такой доклад. Доклад содержит информацию об особенностях климатического режима истекшего года и тенденциях современных климатических изменений на территории Российской Федерации и ее регионов, выходит как на бумажном носителе, так и размещается на сайте ИГКЭ (<http://www.igce.ru/>). Большая часть информации представлена в картографическом исполнении.

Данные Банка позволяют легко создавать карты наступления феноявлений и анализировать их динамику и распространение для подготовки фенологического раздела. В качестве примера на рис. 2 и 3 представлены картограммы, построенные по двум наиболее массовым фенологическим явлениям: началу цветения черемухи (*Padus avium* Mill.) и первому кукованию кукушки (*Cuculus canorus* Linnaeus, 1758) в европейской части России, включая Урал. Данных по Сибири и Дальнему Востоку пока недостаточно для таких построений. Изофены средних дат наступления явлений в днях от 1 марта построены методом интерполяции кригинга за период 1971–2020 годов. Всего отобрано 21600 наблюдений, примерно поровну для каждого явления. Вычисление линейных трендов осуществлено за период 1991–2022 годов. Тренды показаны цветом, смещение в красный спектр означает сдвиг явления на более ранние даты, синий — на более поздние. За пределами крайних точек наблюдений области на севере не закрашены

и изофены обрываются. Картограммы приведены на 2022 год, на этот год показаны кружками пункты, по которым имеются фенологические наблюдения, а отклонения от средних дат показаны цветом и подписаны в днях.

Для сравнительного анализа воздействия тренда температур прилагаем картограмму трендов температур приземного воздуха весной за 1991–2022 годы года (рис. 4), аналогично построенную по данным Доклада об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2022 год [17].

Как видно при сравнении картограмм на рис. 2 и 3 с многолетней динамикой температур приземного воздуха в весенний период (см. рис. 4), тренд раннего зацветания черемухи и первого кукования кукушки лишь в виде общей тенденции следует за ростом температуры в весенний период от центра европейской части России на север. Еще меньше сходства при сравнении трендов среднегодовой приземной температуры, которые показаны в вышеуказанном докладе [17].

Сроки зацветания черемухи (рис. 2) в Псковской, Тверской, Калужской, Московской, Смоленской областях (синий ареал на западе) и в Челябинской области на востоке в последние 2 десятилетия не изменяются, а локально даже сдвигаются на более поздние. Возможно, на примере черемухи это и есть следствие проявления структуры вида как локальных популяционных адаптаций к климатическим условиям, что ранее было

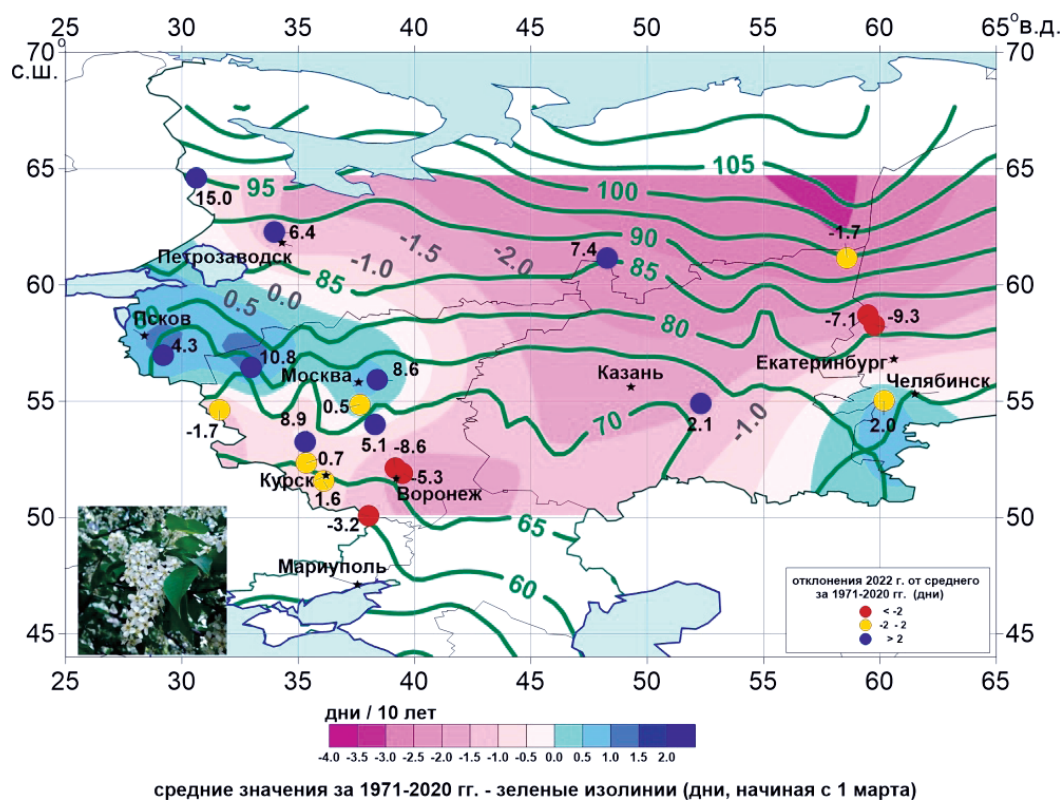


Рис. 2. Картограмма начала цветения черемухи. На рисунке показаны: линейный тренд за 1991–2022 гг. (средняя скорость изменения даты начала цветения — дней за десятилетие) — цветная заливка; средние многолетние за период 1971–2020 гг. даты начала цветения (в днях от 1 марта) — изолинии, и аномалии (отклонения в днях от многолетних средних) дат начала цветения в 2022 г. цветные кружки. Тонкими черными линиями обозначены границы федеральных округов. Сетка параллелей и меридианов показана в градусах с.ш. и в.д. соответственно на полях картограммы

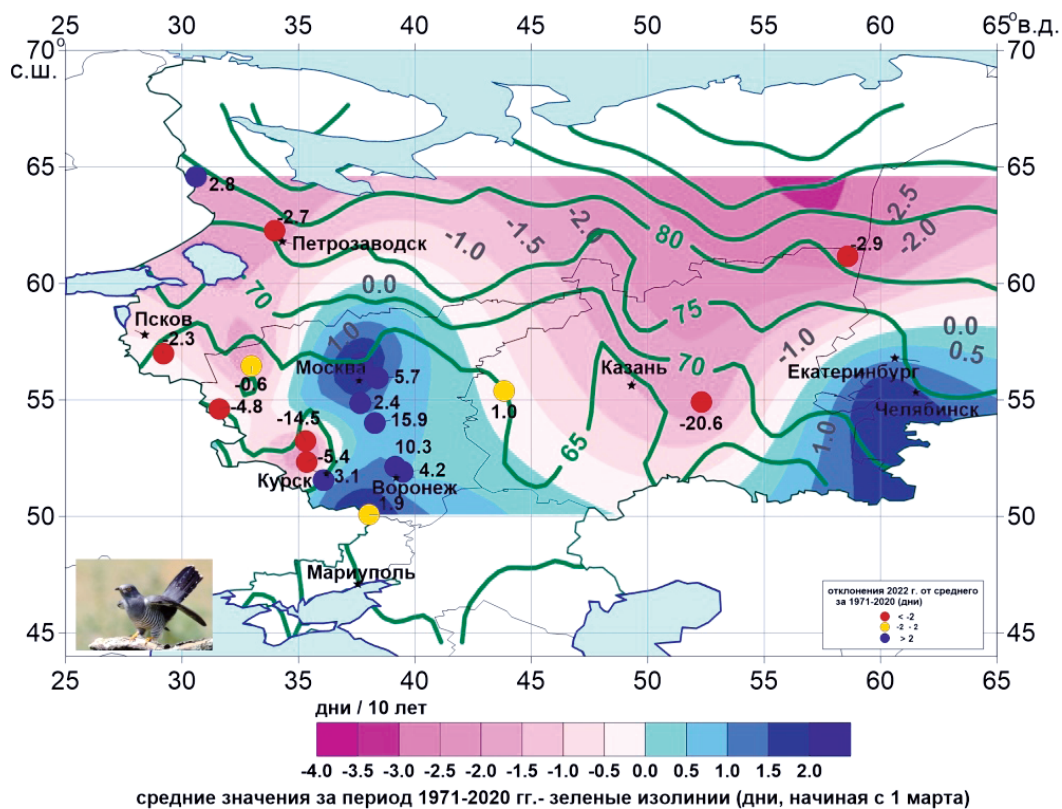


Рис. 3. Картограмма первого кукувания кукушки. Обозначения как на рис. 2.

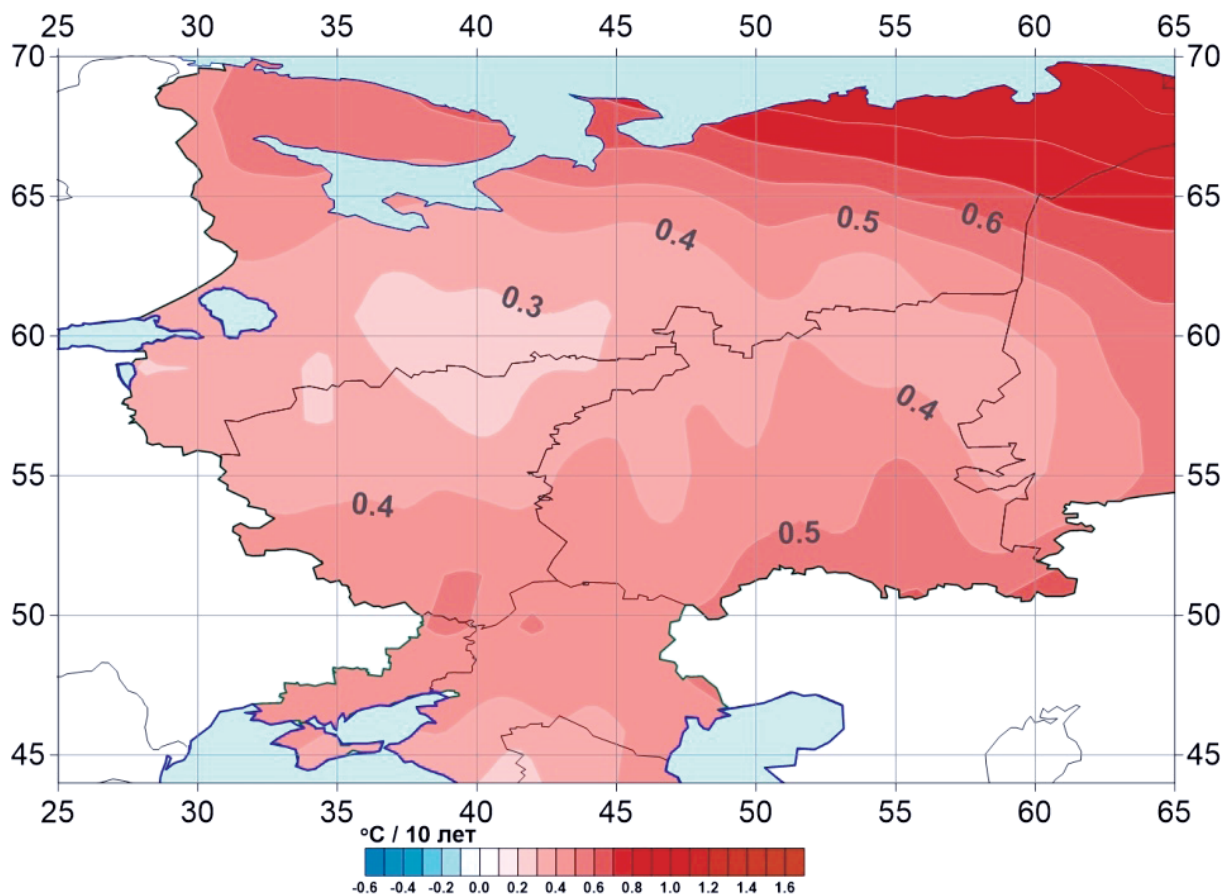


Рис. 4. Тренд температуры приземного воздуха весной на европейской части России [17]. Обозначения как на рис. 2.

выявлено методами математического моделирования на всем объеме данных [12]. Вполне вероятно, что северная популяция черемухи более пластична к температурным условиям весны, а в центральных и северо-западных регионах России популяции более склонны к проявлению гомеостаза. Следует отметить, что изменения фенодат не синхронизированы по годам. В 2022 году отмечаются аномалии как задержки феноявления, особенно в регионах, где нет отрицательного тренда, так и опережения средней даты зацветания в регионах выраженного тренда, а диапазон отклонений более 20 дней, от -9 до $+13$ дней.

Общепризнанная индикаторная роль птиц справедлива и для индикации биоклиматических изменений. Прилет кукушки означает вступление биоценозов в определенную стадию, когда уже созданы условия для размножения птицы. Мы видим на картограмме рис. 3, что сроки прилета кукушки на юге и в центре остаются неизменными или даже начинают сдвигаться на более поздние даты. Отрицательный тренд даты прилета появляется только на севере. Это можно интерпретировать как проявление гомеостаза экосистем на юге и в центре, с одной стороны, очевидное и активное их преобразование на севере европейской России. То есть, изменение фенологии отстает от трансформации термальных ниш видов в центре и на юге, а на севере экосистемы начинают трансформироваться, следуя с некоторой задержкой температурному тренду.

К сожалению, собранных актуальных фенологических рядов пока не достаточно для углубленных исследований и полноценных доказательств гипотез, выдвинутых ранее и подтвержденных на малом материале. Большинство рядов обрывается 2014–2016 годами и сейчас весьма актуальны задачи оживления фенологического мониторинга в РГО, цифровизации, мобилизации и публикации данных Летописи природы. Данные Летописи природы последних лет почти не публикуются, а хранятся в закрытых ведомственных ресурсах. По нашим оценкам, собранные в Банке данные Летописей природы составляют не более 20% всего существующего объема собранных по программе данных в России. То есть, около 80% данных систематических наблюдений по программе Летописи природы, собранных за счет госбюджета, остается ещё недоступной для исследователей и любителей природы. Мобилизовать, т.е. ввести эти данные в научную и мониторинговую работу важная госзадача, решение которой позволит значительно продвинуть мониторинг биоклиматических изменений в России.

В настоящее время продолжается формирование базы данных, оцифровка архивных материалов

РГО совместно с фенологическим центром Ботанического института имени В. Л. Комарова РАН. Данные от подведомственных Минприроды России учреждений, собранные по программе Летописи природы на ООПТ за счет федерального бюджета могут существенно дополнить информационную базу и составить единую сеть мониторинга. С другой стороны, очевидно, что без организации межведомственного центра с научно-методическим сопровождением эффективность локальных наблюдений в заповедниках и национальных парках крайне низка.

Организованный на ООПТ мониторинг биоклиматических изменений может стать важной составляющей экономической ценности ООПТ, их экосистемных услуг, в отдельных случаях сопоставимой с оценками рекреационных услуг.

Заключение

Изучение и мониторинг биоклиматических изменений имеет важное значение для адаптации к изменению климата и прогнозу характера воздействия этих изменений на экосистемы и биологическое разнообразие, особенно в границах ООПТ.

Созданный Банк данных коллективного пользования «Временные ряды фенологических данных Северной Евразии» предназначен для сбора данных фенологических наблюдений и подготовку по ним обобщений о биоклиматических изменениях. ИГКЭ обеспечивает функционирование Банка данных.

Биоклиматические изменения не всегда следуют тенденции роста приземной температуры воздуха, а часто имеют даже противоположную направленность. Для своевременного выявления изменений, установления угроз биоразнообразию и хозяйственной деятельности необходимо развитие биоклиматического мониторинга.

Для развития биоклиматического мониторинга и фенологических наблюдений в России необходимо расширять наблюдательную сеть, сохранять и поддерживать многолетние ряды фенологических наблюдений, прежде всего на ООПТ федерального, регионального и местного значения.

Всех владельцев фенологических данных приглашаем стать вкладчиками Банка.

Благодарности. Авторы благодарят активных вкладчиков Банка, предоставивших данные для подготовки картосхем: В. Э. Демидова, Е. А. Шуйскую, И. В. Прокошеву, И. И. Сапельникову, О. В. Рыжкова, М. В. Яковлеву, О. В. Янцер, а также С. С. Огурцова за ценные идеи по обработке данных.

Литература

1. Указ Президента Российской Федерации от 26.10.2023 № 812 «Об утверждении Климатической доктрины Российской Федерации».
2. Третий оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации / Под ред. В. М. Катцова; Росгидромет. — СПб.: Научные технологии, 2022. — 676 с.
3. Липка О. Н. Оценка уязвимости ООПТ к изменениям климата — перспективная задача для заповедной науки // Известия Алтайского отделения РГО, 2017. № 2 (45). — С. 101–111.
4. Методика ведения фенологических наблюдений / Д. Р. Владимиров, А. А. Гладилин, А. И. Глухов, В. А. Грудинская, Н. С. Здравчев, П. А. Лебедев,

- А. А. Минин, И. В. Мироненко, С. А. Сенатор, К. А. Симакова, А. В. Тихомирова, М. Н. Шайкина, Л. Ю. Шипилина, А. Г. Ширяев, А. А. Юрманов, О. В. Янцер — М.: Альпина ПРО, 2023. — 208 с.
- Буйволов Ю. А. Историография Летописи природы // Труды Мордовского государственного природного заповедника имени П.Г.Смидовича, 2021. Вып. 28. — С. 3–23.
 - Борейко В. Е. Белые пятна природоохраны // Серия: История охраны природы. Вып. 31 Т. 2. 2-е изд. — Киев: Киевский эколого-культурный центр, 2003. — 292 с.
 - Штильмарк Ф. Я. Заповедное дело России: теория, практика, история. Избранные труды. — М.: Товарищество научных изданий КМК, 2014. — 550 с.
 - Влияние изменения климата на экосистемы. Охраняемые природные территории России: анализ многолетних наблюдений / Ред. А. О. Кокорин, А. В. Кожаринов, А. А. Минин. — М.: Русский университет, 2001. — 184 с.
 - Хейфец О. А. Анализ многолетних рядов наблюдений в заповедниках и компьютеризация ведения «Летописи Природы» // Известия АН. Серия географическая, 1999. № 2. — С. 114–118.
 - Ovaskainen O., Meyke E., Lo C., Tikhonov G. et al. Chronicles of nature calendar, a long-term and large-scale multitaxon database on phenology // Scientific Data, 2020. V. 7(1). Article 47.
 - Roslin T., Antão L., Hällfors M. et al. Phenological shifts of abiotic events, producers and consumers across a continent // Nat. Clim. Chang, 2021. 11. — P. 241–248. DOI 10.1038/s41558-020-00967-7
 - Delgado M. D., Roslin T., Tikhonov G. et al. Differences in spatial versus temporal reaction norms for spring and autumn phenological events // Proceedings of the National Academy of Sciences USA, 2020. V. 117. № 49. — P. 31249–31258. DOI:10.1073/PNAS.2002713117.
 - Минин А. А., Ранькова Э. Я., Рыбина Е. Г., Буйволов Ю. А., Сапельникова И. И., Филатова Т. Д. Феноиндикация изменений климата за период 1976–2015 гг. в центральной части европейской территории России: береза бородавчатая (повислая) (*Betula verrucosa Ehrh. (B. pendula Roth.)*), черемуха обыкновенная (*Padus avium Mill.*), рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia L.*), липа мелколистная (*Tilia cordata Mill.*) // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем, 2017. Т. XXVIII. № 3. — С. 5–22. DOI 10.21513/0207-2564-2017-3-5-22.
 - Минин А. А., Буйволов Ю. А., Фомин Б. Н., Лебедев П. А. Временные ряды фенологических данных Северной Евразии. Свидетельство о регистрации базы данных 2023620776, 03.03.2023. Заявка № 2023620358 от 14.02.2023.
 - Минин А. А., Ананин А. А., Буйволов Ю. А., Ларин Е. Г., Лебедев П. А., Поликарпова Н. В., Прокошева И. В., Руденко М. И., Сапельникова И. И., Федотова В. Г., Шуйская Е. А., Яковлева М. В., Янцер О. В. Рекомендации по унификации фенологических наблюдений в России // Nature Conservation Research. Заповедная наука, 2020. Т. 5 (4). — С. 89–110. URL: <https://dx.doi.org/10.24189/ncr.2020.060>.
 - Ovaskainen O., Meyke E., Lo C., Tikhonov G. et al. Chronicles of Nature Calendar: A long-term and large-scale multitaxon database on phenology (Version 1.0.3.2) [Data set]. Zenodo, 2019. URL: <http://doi.org/10.5281/zenodo.3595579>.
 - Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2022 год. — М.: Росгидромет, 2023. — 104 с.

Сведения об авторах:

Буйволов Юрий Анатольевич, к.б.н., в.н.с., Институт глобального климата и экологии имени академика Ю. А. Израэля и Центрально-Лесной государственный природный биосферный заповедник; e-mail: ybuivolov@gmail.com.

Минин Александр Андреевич, д.б.н., в.н.с., ИГКЭ им. акад. Ю. А. Израэля, с.н.с. Института биологии развития имени Н. К. Кольцова РАН; e-mail: aminin1959@mail.ru.

Бардин Михаил Юрьевич, к.ф.-м.н., завотделом ИГКЭ им. акад. Ю. А. Израэля, в.н.с. Института географии РАН; e-mail: mick-bardin@yandex.ru.

Быкова Елена Пименовна, к.б.н., с.н.с. МГУ им. М. В. Ломоносова; e-mail elebyk2008@rambler.ru.

Самохина Ольга Федоровна, н.с. ИГКЭ им. акад. Ю. А. Израэля; e-mail: samoxinao@igce.ru.

Фомин Борис Николаевич, главный специалист Института географии РАН; e-mail: bn-fomin@yandex.ru.

Черногаева Галина Михайловна, д.г.н., проф., г.н.с. ИГКЭ им. акад. Ю. А. Израэля, в.н.с. Института географии РАН; e-mail: gmchernogaeva@gmail.com.

Короткие сообщения

Новый федеральный заказник

9 февраля Постановлением Правительства РФ №142 в СКФО будет создана ещё одна ООПТ федерального значения — природный заказник «Тамбукан».

Общая площадь заказника составит более 1142 га. Он расположится на базе двух действующих заказников регионального значения — «Озеро Тамбукан» в Ставропольском крае и «Тамбуканский» в Кабардино-Балкарии. Новая ООПТ позволит сохранять природное разнообразие этих территорий и развивать лечебно-оздоровительный туризм на озере Тамбукан — единственном источнике целебной грязи, используемой во всех лечебницах Кавказских минвод.

НИА-Природа