

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. Вишкинкаари, 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, Миерес; 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. Капранова, 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» (ЕВФВ, «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 Подмосковье, 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 евроазиатской 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 насекомоядных и грызунов Восточной Финляндии. – 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 Финляндии 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 Финляндии. – 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 летяги (*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. – Агрехимический 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., Andriyuchuk 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., Nezdolii 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., Roz-
hkov 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., Vladi-
mir 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).