

Физическая география, ландшафтоведение и геоморфология  
Гурьевских О.Ю., Иванова Ю.Р., Скок Н.В., Юровских А.М., Янцер О.В.

**Григорий Борисович Фёдоров**

доцент кафедры геоморфологии, Институт наук о Земле,  
Санкт-Петербургский государственный университет;  
Россия, 199178, Санкт-Петербург, 10-я линия  
Васильевского острова, 31–33

**Grigoriy B. Fedorov**

Associate Professor, Department of Geomorphology,  
Institute of Earth Sciences, Saint Petersburg State University;  
31–33, 10 line of Vasilievsky ostrov, St. Petersburg, 199178,  
Russia

e-mail: g.fedorov@spbu.ru

**Просьба ссылаться на эту статью в русскоязычных источниках следующим образом:**

Беляев П.Ю., Рыбалко А.Е., Субетто Д.А., Зобков М.Б., Фёдоров Г.Б. Четвертичные отложения и рельеф Онежского озера // Географический вестник = Geographical bulletin. 2021. №1(56). С. 6–16. doi 10.17072/2079-7877-2021-1-6-16

**Please cite this article in English as:**

Belyaev, P.Yu., Rybalko, A.E., Subetto, D.A., Zobkov, M.B., Fedorov, G.B. (2021). Quaternary deposits and geomorphological features of Lake Onega. *Geographical Bulletin*. 2021. No. 1(56). Pp. 6–16. doi 10.17072/2079-7877-2021-1-6-16.

УДК 911.52 (581.543)

DOI: 10.17072/2079-7877- 2021-16-30

**ИССЛЕДОВАНИЕ СЕЗОННОЙ ДИНАМИКИ ЛАНДШАФТОВ УРАЛА В ПАРАДИГМЕ  
ФУНКЦИОНАЛЬНО-ДИНАМИЧЕСКОГО ПОДХОДА: ИСТОРИЯ И СОВРЕМЕННОСТЬ****Ольга Юрьевна Гурьевских**

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8979-7049>, Author ID: 306440, SPIN-код: 3376-8607

e-mail: gurevskikho@mail.ru

Уральский государственный педагогический университет, Екатеринбург

**Юлия Руслановна Иванова**

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7918-5324>, Scopus Author ID: 57210842683, SPIN-код: 3448-7793,

Author ID: 767288

e-mail: miss.nocentra@list.ru

Уральский государственный педагогический университет, Екатеринбург

**Наталья Васильевна Скок**

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2587-9165>, Scopus Author ID: 57210840359, SPIN-код: 8492-6023,

Author ID: 770948

e-mail: skok-nv-gbf@mail.ru

Уральский государственный педагогический университет, Екатеринбург

**Анастасия Михайловна Юровских**

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6651-8767>, Scopus Author ID: 57213141763, SPIN-код: 1799-3139,

Author ID: 1077040

e-mail: an.m.evd@mail.ru

Уральский государственный педагогический университет, Екатеринбург

**Оксана Васильевна Янцер**

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1346-5512>, Scopus Author ID: 57210839936, SPIN-код: 7845-6476,

Author ID: 489673

e-mail: ksenia\_yantser@bk.ru

Уральский государственный педагогический университет, Екатеринбург

Статья посвящена результатам фенологических исследований Урала, выполненных с позиций функционально-динамического подхода к рассмотрению пространственно-временной структуры региона. Проанализирована история развития фенологических исследований под руководством В.А. Батманова. Рассмотрена фенологическая сеть в историческом аспекте с конца XIX в. до современного периода. В результате анализа схем физико-географического районирования Урала обоснован выбор ландшафтной провинции как единицы географической привязки региональной фенологической сети. Приведены результаты систематизации и цифровой обработки 49132 единиц хранения архивных данных РГО, фондовых и экспедиционных материалов за XX–XXI вв. Структурный и пространственный анализы

© Гурьевских О.Ю., Иванова Ю.Р., Скок Н.В., Юровских А.М., Янцер О.В., 2021



*Физическая география, ландшафтоведение и геоморфология*  
*Гурьевских О.Ю., Иванова Ю.Р., Скок Н.В., Юровских А.М., Янцер О.В.*

фенологической сети по ландшафтными провинциям Северного, Среднего и Южного Урала позволят выявить ее специфику, выраженную в несоответствии ландшафтному разнообразию региона, разветвленности и неравномерности. Методы количественного анализа и моделирования феносети дают возможность разработать рекомендации по ее расширению и оптимизации. Полнота и географическая репрезентативность фенологической сети позволит оптимизировать мониторинг динамики ландшафтов и климата, что имеет значение для развития фундаментальной науки и прикладных целей, связанных с долгосрочным устойчивым развитием региона.

**Ключевые слова:** ландшафтная структура, фенология, динамика, климат, фенологическая сеть, феноиндикация.

## **RESEARCH ON SEASONAL DYNAMICS OF LANDSCAPES OF THE URALS UNDER THE FUNCTIONAL-DYNAMIC APPROACH: THE HISTORY AND THE PRESENT**

**Olga Yu. Guryevskikh**

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8979-7049>, Author ID: 306440, SPIN-код: 3376-8607

e-mail: [gurevskikho@mail.ru](mailto:gurevskikho@mail.ru)

*Ural State Pedagogical University, Yekaterinburg, Russia*

**Uliya R. Ivanova**

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7918-5324>, Scopus Author ID: 57210842683, SPIN-код: 3448-7793,

Author ID: 767288

e-mail: [miss.nocentra@list.ru](mailto:miss.nocentra@list.ru)

*Ural State Pedagogical University, Yekaterinburg, Russia*

**Nataliya V. Skok**

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2587-9165>, Scopus Author ID: 57210840359, SPIN-код: 8492-6023,

Author ID: 770948

e-mail: [skok-nv-gbf@mail.ru](mailto:skok-nv-gbf@mail.ru)

*Ural State Pedagogical University, Yekaterinburg, Russia*

**Anastasiya M. Yurovskikh**

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6651-8767>, Scopus Author ID: 57213141763, SPIN-код: 1799-3139,

Author ID: 1077040

e-mail: [an.m.evd@mail.ru](mailto:an.m.evd@mail.ru)

*Ural State Pedagogical University, Yekaterinburg, Russia*

**Oksana V. Yantser**

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1346-5512>, Scopus Author ID: 57210839936, SPIN-код: 7845-6476,

Author ID: 489673

e-mail: [ksenia\\_yantser@bk.ru](mailto:ksenia_yantser@bk.ru)

*Ural State Pedagogical University, Yekaterinburg, Russia*

The article deals with the results of phenological studies of the Urals carried out under the functional-dynamic approach to the consideration of the region's spatial-temporal structure. The authors analyze the history of phenological research in the Urals conducted under the charge of V.A. Batmanov. The article considers the phenological network in the historical aspect from the late 19th century to the modern period. The authors analyzed the schemes of physicogeographical zoning of the Urals and established the hierarchical level of natural complexes that reflect the territory's specificity and serve as a basis for geographical referencing of the regional phenological network. The study provides results of systematization and digital processing of multi-year archival data of the Russian Geographical Society, fund materials and expeditionary research in the 20th–21st centuries. Structural and spatial analysis of the phenological network conducted for the landscape provinces of the Northern, Middle and Southern Urals allowed us to identify its specificity, which is expressed in ramification, but also unevenness and inconsistency with the landscape diversity of the region. Quantitative analysis and modelling of the phenological network make it possible to develop recommendations for its expansion, including through optimization by a more complete inclusion of the environmental fund. The completeness and geographical representativeness of the phenological network will allow optimizing the monitoring of the landscapes and climate dynamics, which is important for the development of fundamental science and for applied problems related to the long-term sustainable development of the region.

**Keywords:** landscape structure, phenology, dynamics, climate, phenological network, phenoindication.

*Физическая география, ландшафтоведение и геоморфология  
Гурьевских О.Ю., Иванова Ю.Р., Скок Н.В., Юровских А.М., Янцер О.В.*

### **Введение**

Современная ландшафтная структура территории, представленная сложным сочетанием геосистем разного генетического типа и иерархического уровня, формируется в процессе смены состояний в ходе динамического и эволюционного развития. Мозаичность структуры обусловлена неоднородностью географического контекста, выраженного различными состояниями, принадлежащими к одной или нескольким динамическим траекториям. С позиций ландшафтно-динамического подхода состояние геосистемы рассматривается как пространственно-временная однородность, выделяемая по критериям сохранения состава и соотношения системообразующих элементов и ведущих процессов [8].

Одной из характеристик геосистем является сезонная динамика, выраженная в ритмической смене непродолжительных состояний в рамках годового цикла, обусловленных внутригодовыми изменениями теплового и водного режимов. В логарифмическом масштабе сезонно-динамические состояния относятся к кратковременным и измеряются периодом 100 лет [8]. Обратимые динамические смены указывают на его способность возвращаться к исходному состоянию; ритмичность ландшафта – важное свойство динамики, являясь неотъемлемой стороной поступательного развития [16; 33].

Значимость познания динамических состояний геосистем обусловила смену традиционного структурно-генетического подхода к исследованию природы функционально-динамическим, позволяющим выявлять закономерности и прогнозировать развитие геосистем в условиях климатических изменений. Фундаментальная проблема, на решение которой направлены фенологические исследования, заключается в выявлении механизмов пространственно-временной организации и динамики ландшафтов Урала. Целью настоящего исследования явилось изучение сезонно-динамических состояний природных комплексов Северного, Среднего и Южного Урала методами сбора, обработки и анализа существенного массива первичных данных по ряду параметров в пределах опорных пунктов и ключевых участков, расположенных в типичных условиях региона. Длительность рядов наблюдений и географическая репрезентативность сети наблюдательных пунктов служит критерием достоверности полученной информации и кондиционности результатов выполняемых исследований в условиях изученной части Урала [34].

### **Материалы и методы**

Исследование выполнено в парадигме функционально-динамического подхода, который, наряду со структурно-генетическим, лежит в основе познания закономерностей пространственно-временной организации геосистем. Обе парадигмы в контексте данного исследования рассматриваются как взаимодополняющие.

Структурно-генетический подход, позволяющий устанавливать закономерности пространственной дифференциации, не решает вопросы, связанные со спецификой функционирования геосистем. Вызовы времени требуют познания закономерностей динамики частных природных комплексов и всей ландшафтной структуры в пространстве и во времени. Прогнозирование изменения геосистем для длительного устойчивого развития природы и общества вызывает необходимость применения функционально-динамического подхода, который на современной стадии формирования ландшафтной науки и накопления информации позволяет выявлять закономерности функционирования природных комплексов в полиструктурном и полиландшафтном пространстве [8; 22–25; 34]. С позиций этого подхода основными операционными единицами выступают процессы и состояния природных комплексов, а акцент в исследовании переносится на определение критериев смены состояний для установления фактов динамического или эволюционного развития.

Ландшафтная структура территории Урала с позиций функционально-динамического подхода представляет собой динамически развивающуюся полимасштабную систему, формирующуюся за счет разномасштабных вкладов факторов и эмерджентных эффектов взаимодействия, которые выражаются во взаимообусловленности процессов, природных компонентов и структурных элементов и вызывают отклик каждой геосистемы [25].

Причиной естественной эволюции служит изменение глобальных условий. Эволюционные изменения происходят через смену природных комплексов. Динамический аспект развития геосистем видится как обобщение коренных и производных состояний, фиксирующих процесс их восстановления после нарушений, а также изменения по факторально-динамическим или эколого-сукцессионным рядам. Сезонная динамика выражается в ритмической смене непродолжительных состояний в рамках годового цикла. Динамические изменения закладывают тенденции эволюционных трансформаций геосистем.

Физическая география, ландшафтоведение и геоморфология  
Гурьевских О.Ю., Иванова Ю.Р., Скок Н.В., Юровских А.М., Янцер О.В.

Смена парадигм в ландшафтоведении и сочетание научных подходов, принципов и методов обеспечивают получение эффективных результатов. Количество и качество информации, накопленной за весь период функционирования фенологической сети Урала, требуют сочетания традиционных и современных методов исследования и технологий.

Изучение географического контекста организации фенологических исследований выполнено на основе применения результатов физико-географического районирования Урала, выраженного в картах и схемах, авторы каждого из которых, обосновывая принципы построения, добивались объективного отображения действительности. Признаны схемы районирования Урала, созданные представителями разных ландшафтных школ: Л.Д. Долгушин (1955), А.М. Оленев (1959), А.Г. Чикишев (1966), А.А. Макунина (1974), В.И. Прокаев (1983), А.А. Чибилев (2011), А.В. Шакиров (2011) и др. [26; 28]. Комплексностью и принципиальной обоснованностью отличаются, по мнению авторов [4; 22], генетическая классификация и схема физико-географического районирования Новоземельско-Уральской равнинно-горной страны В.И. Прокаева [7; 20], на основе которой выполнено инвентаризационное изучение территории. При выявлении эмерджентных эффектов за основу принята концепция многоуровневой системы природных комплексов В.И. Прокаева, интегрированная в методологию полимасштабного анализа структуры ландшафта, разработанную А.В. Хорошевым [23–25].

Методами изучения сезонной динамики традиционно являются полевые наблюдения, которые позволяют отслеживать ритмические изменения природных компонентов. Одним из самых подвижных элементов, реагирующих на изменения, служит растительность, которая быстро адаптируется к условиям и процессам, характеризуется наглядными параметрами и выполняет функцию физиономического индикатора динамических изменений [6; 36].

Для описания сезонной ритмики применяются такие динамические параметры, как скорость, траектория, фазовые сдвиги и синхронность явлений. Наибольшую ценность представляют длинные ряды наблюдений, сопоставимые с характерным временем развития геосистем. Подобные ряды фенологических наблюдений накоплены классическим методом, который, по классификации В.А. Батманова, называется первичным методом группы регистраторов срока. Его суть заключается в регистрации даты наступления какого-либо явления на определенной территории. Наилучшие результаты при этом могут быть получены, когда сезонное явление хорошо заметно и объект находится вблизи места жительства наблюдателя [32].

Метеорологические и фенологические наблюдения на Урале стали проводиться в конце XVIII в., с момента основания Уральского общества любителей естествознания (УОЛЕ), которое просуществовало до 1929 г. Инициатором создания первой фенологической сети на Урале был ученый секретарь УОЛЕ О.Е. Клер. Он опубликовал бланк и инструкцию по наблюдениям, в которой отмечена связь периодических явлений в жизни растений с климатом. Для Урала подчеркивалось большое значение влияния рельефа на ход фенологических явлений.

Важным этапом развития фенологии на Урале стали 20–30-е гг. XX в. Тогда при Уральском областном бюро краеведения В.А. Батманов организовал добровольную фенологическую сеть, которая охватывала Северный, Средний, Южный Урал и прилегающие территории Западной Сибири. Сеть была самой многочисленной в стране, составляя 60% всей фенологической сети СССР [9], и явилась основой исследования сезонной динамики природных комплексов Советского Союза.

Важной вехой развития фенологии Урала считается картографирование сезонных явлений. На основе 6-летних наблюдений Уральской фенологической сети, проведенных с 1928 по 1933 г. путем суммирования первичных данных, полученных от 1500 краеведов, фенологических наблюдений метеостанций, охотничьих хозяйств и собственных наблюдений по г. Свердловску, В.А. Батмановым была составлена биоклиматическая карта Урала «Весеннее развитие растительности» [1].

В качестве основного материала для картографирования использованы данные по семи фенологическим явлениям, характеризующим все периоды весны: начало сокодвижения у березы (*Betula pubescens*; *Betula Pendula* Roth.); начало зеленения черемухи (*Padus avium* Mill.) и березы (*Betula pubescens*; *Betula Pendula* Roth.); начало цветения черемухи (*Padus avium* Mill.), желтой акации (*Caragana arborescens* Lam.), сирени (*Syringa vulgaris*) и рябины (*Sorbus aucuparia*). Выбранные явления принадлежат к числу наиболее известных, простых и хорошо отмечаемых широким кругом наблюдателей, поскольку они менее подвержены влиянию топологических условий [17; 18; 30]. Общее количество обработанного за 6 лет материала составило более 9700 дат.

Физическая география, ландшафтоведение и геоморфология  
Гурьевских О.Ю., Иванова Ю.Р., Скок Н.В., Юровских А.М., Янцер О.В.

На биоклиматической карте отражены территория Урала и прилегающие к нему части западной Сибири в соответствии с административным делением того времени. На карте выделены 12 зон времени развития растительности весной. Основной объект картографирования – изофены – линии, соединяющие пункты с одинаковыми датами наступления явления. Для их построения использованы наблюдения из 1177 пунктов: 584 пункта (49,7%) – в Свердловской области; 416 пунктов (35,3%) – в Челябинской области; 108 пунктов (9,1%) – в Башкирской АССР и 69 пунктов (5,9%) – в Обь-Иртышской области. Для определения положения изофен за пределами территории Урала проанализированы наблюдения 150 корреспондентов-краеведов из соседних областей и республик, расположенных на прилегающих равнинных территориях: Автономной области Коми, Горьковского края, Средневолжской области, Казахстана и Западно-Сибирского края. Сеть наблюдательных пунктов располагалась по изучаемой территории относительно равномерно. Исключение составляют северная часть Обь-Иртышской области, северная и южная части Уральского хребта и юго-западная часть Башкирской АССР к западу от р. Белой. Число корреспондентов из этой местности было незначительным, поэтому в условиях нехватки данных допускалась определенная схематичность.

Время создания биоклиматической карты совпадает с периодом организации фенологического сектора географического общества СССР и создания массовой фенологической сети. Ряды наблюдений, как правило, были непродолжительными. В указанный период обработанные пункты по числу лет делятся на несколько градаций: 1 год наблюдения – 634 пункта (53,9%); 2 года наблюдения – 230 (19,5%); 3 года наблюдения – 165 (14%); 4 года наблюдения – 76 (6,5%); 5 лет наблюдения – 45 (3,8%) и 6 лет наблюдения – 27 (2,3%).

Середина XX в. относится к периоду активного сбора и обобщения фенологических сведений. Наблюдения проводились как сотрудниками специальных учреждений, так и обширной сетью корреспондентов-наблюдателей. Фенологическая сеть отличалась эмпирическим характером формирования, поэтому разные районы Урала получили разную степень представленности и фенологической изученности.

Наибольшей полнотой отличаются данные, представленные в Летописях природы заповедников, где в документальном виде систематически аккумулировалась информация о состоянии, динамике природных явлений и процессов. Накопленный фактический материал отвечает требованиям достоверности, массовости, репрезентативности [21], многолетней преемственности. Непрерывные ряды наблюдений сохранились здесь даже в годы спада фенологических исследований в конце XX в. Однако в настоящее время массивы данных заповедников не всегда имеются в свободном доступе.

Основная масса наблюдений феносети РГО в населенных пунктах проводилась с 1930-х по 1970–80-е гг. В современной России инициативы, направленные на обобщение и анализ объединенных фенологических данных, единичны, хотя в последние годы появляются проекты, способствующие доступу к открытым данным о биоразнообразии [35; 37]. В качестве примера можно привести проект Eurasian Chronicle of Nature – Large Scale Analysis of Changing Ecosystems (ECN) – «Летопись природы Евразии: крупномасштабный анализ изменяющихся экосистем», задачей которого служит создание базы данных массовых учетов фенологии животных и сосудистых растений; важную работу осуществляет портал о биоразнообразии GBIF [5]. Актуализацией и формированием сети корреспондентов занимаются Фенологическая сеть РГО и Фенологический центр БИН РАН им. В.Д. Комарова в Санкт-Петербурге. Фенологическая комиссия Свердловского областного отделения РГО с 2011 г. реализует Всероссийский проект «Единый фенологический день», привлекая ежегодно более 1000 участников по всей России к изучению состояния березы пушистой (*Betula pubescens*) и черемухи обыкновенной (*Padus avium* Mill.).

Изучение архивных документов фенологической сети РГО проведено летом и осенью 2020 г. в Фенологическом центре БИН РАН им. А.Л. Комарова. Обследовано 49132 единиц хранения – бланков, заполненных корреспондентами-наблюдателями в период с 1891 по 2007 г. по территориям Пермского края, Свердловской, Челябинской, Курганской, Оренбургской, Тюменской областей и республики Башкортостан. Исходные бумажные материалы имеют разную степень сохранности и полноты представленности дат наступления ключевых явлений живой природы: начала пыления ольхи серой (*Alnus incana* (L.) Moench), осины (*Populus tremula* L.), сокодвижения и зеленения березы (*Betula pubescens*, *Betula Pendula* Roth.) и черемухи обыкновенной (*Padus avium* Mill.), цветения черемухи обыкновенной, липы (*Tilia cordata*), цветения рябины (*Sorbus aucuparia*), шиповника (*Rosa canina*); созревания плодов рябины обыкновенной, поспевания плодов шиповника, начала пожелтения березы,

*Физическая география, ландшафтоведение и геоморфология*  
*Гурьевских О.Ю., Иванова Ю.Р., Скок Н.В., Юровских А.М., Янцер О.В.*

массового пожелтения листьев березы, осины и липы, хвои лиственницы (*Larix sibirica* Ledeb.), начала и конца массового листопада у берез, осины, липы. Бланки наблюдений оцифровывались и заносились в электронную таблицу для соответствующих пунктов наблюдений. Промежуточный результат работы – более 500 календарей природы. Затем были составлены реестр пунктов наблюдений по ландшафтным областям и провинциям Урала и таблицы по конкретным явлениям природы. Сезонная динамика травянистых видов-феноиндикаторов больше подвержена влиянию микроклиматических условий [31], поэтому не анализируется в данной статье. В работе также использованы материалы летописей природы Печоро-Ильчского, Вишерского, Денежкин камень, Басеги, Висимского, Ильменского, Южно-Уральского, Шульган-Таш, Шайтан-Тау и Оренбургского (Буртинский и Айтуарский участок) заповедников [10–15; 27].

Изменения климата в разных масштабах времени имеют очень сложный характер и описываются различными методами [29]. В оценочных докладах об изменениях климата на территории Российской Федерации [3] метеорологические данные Урала территориально объединены с Западной Сибирью. Однако, в связи со сложностью ландшафтной структуры и расчлененностью территории, существует необходимость структурировать метеоданные по провинциям Урала.

Таблица 1

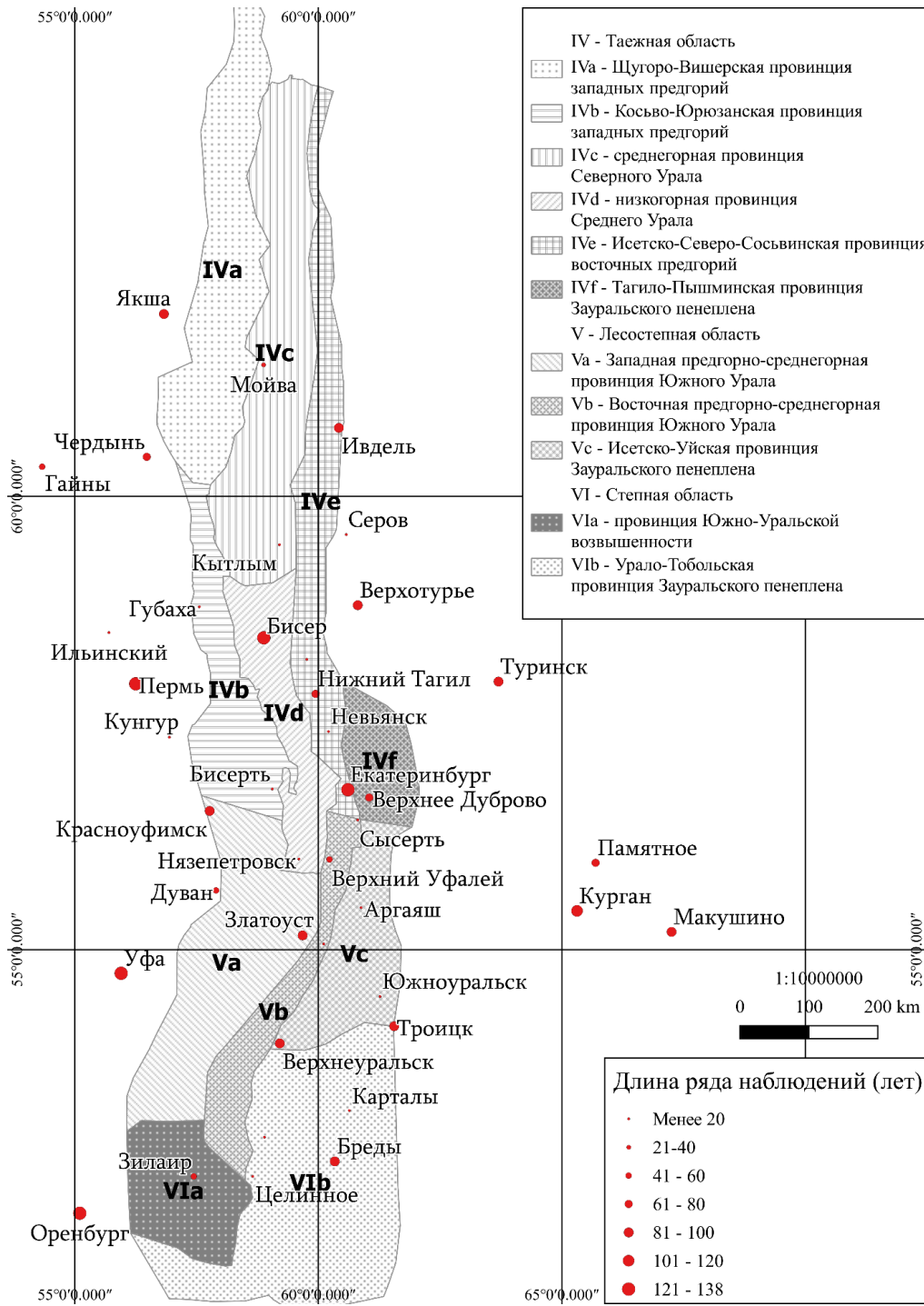
Обеспеченность ландшафтных провинций Урала метеорологическими данными [2; 10; 19]  
 Availability of meteorological data for the landscape provinces of the Urals [2; 10; 19]

Провинция	Пункт	Индекс WMO	Длина ряда	Неполные данные	Пропуски
<b>Тажская область</b>					
Среднегорная провинция Северного Урала	Поселок Мойва	–	1995–2019 (24)	1995–1997, 2019	2018
Низкогорная провинция Среднего Урала	Бисер	28138	1889–2020 (132)	1894, 1897, 1918, 1989	1920– 1924
Исетско-Северо-Сосьвинская провинция восточных предгорий	Ивдель	23921	1935–2020 (86)	–	–
	Нижний Тагил	282400	1948–2020 (72)	1948–1963, 1969–1973	1964– 1968
	Екатеринбург	28440	1890–2020 (131)	–	–
Тагило-Пышминская провинция Зауральского пенепплена	Верхнее Дуброво	28445	1959–2020 (61)	–	–
<b>Лесостепная область</b>					
Западная предгорно-среднегорная провинция Южного Урала	Красноуфимск	28434	1936–2020 (85)	–	–
Восточная предгорно-среднегорная провинция Южного Урала	Верхнеуральск	28833	1936–2020 (85)	–	–
	Верхний Уфалей	285410	1969–2020 (52)	1973	1972, 2017
–	Златоуст	28630	1936–2020 (85)	–	–
–	Верхний Уфалей	285410	1969–2020 (52)	1973	1972, 2017
Исетско-Уйская провинция Зауральского пенепплена	Троицк	28748	1936–2020 (85)	–	–
<b>Степная область</b>					
Провинция Южно-Уральской возвышенности	Зилаир	350260	1974–2020 (47)	1953–1963, 1969–1971, 1973–2014	1964– 1968, 1972, 2015– 2017
Урало-Тобольская провинция Зауральского пенепплена	Бреды	35041	1936–2019 (84)	1942, 1977	–

Пространственный анализ фенологической сети проводился путем распределения опорных пунктов и площадок наблюдения по ландшафтным провинциям, выделяемым в пределах ландшафтных областей. Ландшафтная провинция объединяет природные комплексы сходные по подзональным, секторным и

Физическая география, ландшафтоведение и геоморфология  
 Гурьевских О.Ю., Иванова Ю.Р., Скок Н.В., Юровских А.М., Янцер О.В.

неотектонико-орографическим особенностям. Их геолого-геоморфологическая основа характеризуется преобладанием одного морфометрического типа горного или равнинного рельефа, обусловленного значительной общностью неотектонического режима. Ландшафты одной провинции сходны по существенным чертам структуры высотной поясности. Обеспеченность ландшафтных провинций Урала метеорологическими данными представлена в табл. 1 и на рис.



Обеспеченность ландшафтных провинций Урала метеорологическими данными [2; 10; 19]  
 Availability of meteorological data for the landscape provinces of the Urals [2; 10; 19]

Обеспеченность ландшафтных провинций Урала фенологическими данными представлена в табл. 2. По вертикали показаны названия явлений-феоиндикаторов с количеством пунктов наблюдений в каждой провинции; в скобках отражено общее число наблюдений за все годы по данному явлению.

Физическая география, ландшафтоведение и геоморфология  
Гурьевских О.Ю., Иванова Ю.Р., Скок Н.В., Юровских А.М., Янцер О.В.

Таблица 2

Обеспеченность ландшафтных провинций Урала фенологическими данными  
Availability of phenological data for the landscape provinces of the Urals

Провинция	Количество пунктов наблюдений		Количество лет наблюдений по явлению							
	Всего	Опорные	Начало сокодвижения березы	Начало зеления березы	Начало цветения черемухи	Начало цветения рябины	Начало цветения шиповника	Начало пожелтения березы	Конец массового листопада у березы	Конец массового листопада у осины
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>Тажная область</b>										
Щугоро-Вишерская провинция западных предгорий	9	Красновишерск, Кизел, Ныроб	8 (26), 1926–2018	6 (13), 1934–1972	9 (49), 1929–1982	4 (40), 1929–1982	7 (18), 1944–1982	5 (47), 1926–2019	7 (27), 1925–1947	2 (3), 1934–1937
Косьво-Юрюзанская провинция западных предгорий	32	Яйва, Губаха, Чусовой, Лысьва, Кын, Шамары, Шаля, Бисерт	19 (36), 1931–1975	25 (37), 1929–1972	30 (127), 1925–2020	32 (78), 1926–1982	19 (25), 1932–1982	7 (45), 1929–1949	3 (7), 1931–1935, 1966–1967	1 (2), 1931, 1934
Среднегорная провинция Северного Урала	4	заповедник «Денежкин Камень», Кытлым, Вишерский заповедник, (п. Мойва)	4 (65), 1934–2018	1 (24), 1994–2018	3 (24), 1929–2014	3 (52), 1933–2019	2 (54), 1953–2019	2 (52), 1994–2019	2 (22), 1994–2017	–
Низкогорная провинция Среднего Урала	37	заповедник Басеги, Качканар, Верхний Тагил, Ревда, Н. Серги, Нязепетровск, Висимский биосферный заповедник	19 (60), 1897–2016	16 (93), 1923–2007	35 (159), 1914–2020	37 (158), 1925–2020	9 (28), 1929–2007	16 (63), 1930–1943 1994–2007	9 (46), 1930–49 и 1994–2007	6 (18), 1933, 1935, 1936, 1943, 1994–2007
Исетско-Северо-Сосьвинская провинция восточных предгорий	48	Ивдель, Североуральск, Карпинск, Красноурьинск, Кушва, Нижний Тагил, Невьянск, Екатеринбург, Сысерть	19 (80), 1926–2018	40 (99), 1891–2017	43 (326), 1871–2020	48 (259), 1871–2020	16 (86), 1939–2016	8 (36), 1932–1936, 2002–2017	7 (29), в 1936–1940 1962–1967	4 (7), 1930–1936
Тагило-Пышминская провинция Зауральского пенеплена	11	Н. Салда, Реж, Асбест	11 (20), 1910–2018	2 (3), 1926–1939	7 (103), 1871–2020	9 (20), 1927–2020	1 (5), 1973–1978	3 (23), 1935–1947	4 (25), 1938–1946	3 (5), 1937, 1938, 1940, 1941, 1944



*Физическая география, ландшафтоведение и геоморфология  
Гурьевских О.Ю., Иванова Ю.Р., Скок Н.В., Юровских А.М., Янцер О.В.*

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>Лесостепная область</b>										
Западная предгорно-среднегорная провинция Южного Урала	46	Арти, Красноуфимск, Михайловск, Дуван, Верхние Киги, Аша, Улу-Теляк	46 (122), 1929–2018	24 (49), 1926–2001	42 (181), 1923–2020	30 (77), 1929–2020	19 (75), 1924–2019	5 (19), 1932–1942, 1965–1986	5 (23), 1936–1945 1964–1967	1 (2), 1935, 1937
Восточная предгорно-среднегорная провинция Южного Урала	28	Карабаш, Куса, Златоуст, Сатка, Усть-Катав, Юрюзаны, Катав-Ивановск, Шульган-Таш, Южно-Уральский заповедник, Белорецк, Миасс, Ильменский заповедник, Учалы, Верхнеуральск	23 (57), 1905–2017	8 (29), 1933–2018	28 (209), 1925–2013	24 (127), 1905–2020	14 (92), 1941–2013	9 (125), 1931–1952, 1971–2019	4 (79), 1941–1948, 1971–2018	6 (68), 1929–1971 1981–2019
Исетско-Уйская провинция Зауральского пенеплена	35	Каменск-Уральский, Кунашак, Аргаяш, Челябинск, Чебаркуль, Пласт	29 (117), 1922–1983	21 (59), 1926–2005	35 (168), 1874–2020	23 (67), 1925–2020	9 (61), 1928–2008	4 (18), 1965–1972, 1992–1994	3 (28), 1963–1967, 1992–1996	3 (4), 1937, 1939, 1940, 1980
<b>Степная область</b>										
Провинция Южно-Уральской возвышенности	3	Кувандык, Халилово, Заповедник Шайтан-Тау	–	–	1 (4), 1933–1936	1 (4), 1933–1936	1 (1), 2017	2 (11), 1926–1936, 1963–1967, 1973–1976, 2001–2007	1 (2), 1932–1933	–
Урало-Тобольская провинция Зауральского пенеплена	12	Магнитогорск, Сибай, Карталы, Орск, Новотроицк, Оренбургский заповедник	6 (19), 1925–1982	6 (11), 1959–1978	12 (65), 1905–2013	8 (45), 1873–2013	8 (31), 1932–2007	4 (22), 1926–1936, 1963–1967, 1973–1975	1 (6), 1973–1978	–
Восточно-Европейская равнина	151	Якша, Пермь, Кунгур, Уфа, Оренбург	142 (333), 1925–2019	145 (444), 1924–2018	151 (652), 1913–2019	114 (389), 1913–2013	97 (286), 1922–1996	56 (96), 1926–1939, 1972–1987	62 (98), 1929–2002	13 (32), 1931–1947
Западно-Сибирская равнина	127	Аксарка, Шадринск, Курган, Талица, Тюмень	88 (222), 1925–2018	65 (201), 1924–1997	119 (423), 1927–2020	127 (281), 1914–2020	57 (134), 1925–1986	43 (75), 1929–1949	54 (65), 1929–1981	17 (45), 1931–1949

*Физическая география, ландшафтоведение и геоморфология  
Гурьевских О.Ю., Иванова Ю.Р., Скок Н.В., Юровских А.М., Янцер О.В.*

### **Результаты исследования и их обсуждение**

Изучение географической репрезентативности фенологической сети Урала основано на применении ландшафтного принципа, согласно которому в пределах каждого типичного природного комплекса определенного типа и таксономического ранга должны быть пункты наблюдения за развитием и динамикой абиотических и биотических факторов.

Необходимой предпосылкой инвентаризационного исследования собранных фондовых и архивных материалов явились изучение и анализ ландшафтного строения территории. Анализ географической репрезентативности фенологической сети выполнен по 11 ландшафтным провинциям Северного, Среднего и Южного Урала в пределах трех ландшафтных областей. На данной стадии исследования он производился без учета антропогенного фактора.

Для проверки обеспеченности ландшафтов Урала метеорологическими данными была проанализирована принадлежность метеостанций к ландшафтным провинциям Урала и длина накопленных рядов (табл. 1). В Щугоро-Вишерской и Косью-Юрюзанской провинциях западных предгорий таежной области Урала не расположены метеопосты. Во всех провинциях, кроме вышеперечисленных, имеется, как минимум, один длинный метеорологический ряд. Наиболее обеспечены данными Исетско-Северо-Сосьвинская провинция восточных предгорий и Восточная предгорно-среднегорная провинция Южного Урала, метеостанции в которых имеют ряды от 72 до 131 года и от 52 до 85 лет соответственно. Помимо наиболее полных данных проанализированы также короткие ряды и отдельные наблюдения в 24 пунктах на территории Урала, которые могут быть использованы в качестве вспомогательных, как и данные крупных метеорологических станций с самыми продолжительными рядами в Предуралье и Зауралье.

В результате пространственного анализа установлена обеспеченность пунктами фенологической сети по единицам физико-географического районирования. На уровне физико-географических стран проанализировано 542 пункта наблюдений. Их наибольшая плотность характерна для равнинной части территории: 278 расположены на Восточно-Европейской и Западно-Сибирской равнинах, а 264 – в пределах Урала. Данные для прилегающих равнинных территорий необходимы для картографирования динамики феноявлений и комплексных показателей на границах физико-географических регионов.

Максимально представлена пунктами и данными наблюдений в таежной ландшафтной области Исетско-Северо-Сосьвинская провинция восточных предгорий Урала, наблюдения здесь проводились в 217 пунктах, за весь период их было зафиксировано 919. На втором месте – низкогорная провинция Среднего Урала, где было проведено 625 наблюдений в 184 пунктах. В лесостепной области лидирует Западная предгорно-среднегорная провинция Южного Урала, где за 97-летний период в 172 пунктах отмечено 548 наблюдений, что обусловлено большей степенью освоенности и доступностью точек наблюдения в предгорных участках. В степной области наиболее представлены 45 пунктов Урало-Тобольской провинции Зауральского пенеппена по 199 наблюдениям. Минимальное количество пунктов расположено в провинции Южно-Уральской возвышенности (3 пункта), что меньше, чем в среднегорной полосе Северного Урала. Минимальное количество наблюдений в степных провинциях Южного Урала связано с малой представленностью древесных видов-феноиндикаторов.

На урбанизированных и руральных территориях ландшафтных провинций количество непрерывных фенологических рядов существенно отличается. Максимальное количество наблюдений было проведено в 233 пунктах (1350 наблюдений) за цветением черемухи, в 199 пунктах (927 наблюдений) за цветением рябины, в 188 пунктах (602 наблюдения) за сокодвижением березы. Максимальный период – 149 лет отмечен в Восточных предгорьях Среднего Урала в г. Екатеринбурге также за цветением черемухи и рябины. Наиболее длинные и непрерывные ряды наблюдений имеют заповедники – Денежкин Камень, Вишерский и Ильменский: от 21 до 49 лет. Тем не менее наиболее длинный непрерывный ряд отмечен в Невьянске (90 лет), в Егоршино (85 лет) за цветением черемухи и в Екатеринбурге (87 лет) – за цветением шиповника. Наоборот, меньше всего обеспечено данными явление «конец массового листопада осины»: за весь период наблюдений в 25 пунктах было проведено 71 наблюдение. Более яркое и легко определяемое феноявление «начало зеленения березы» оказалось менее обеспеченным данными, чем «начало сокодвижения березы».

К условиям, определяющим получение качественных результатов исследований сезонной динамики, относятся:

*Физическая география, ландшафтоведение и геоморфология  
Гурьевских О.Ю., Иванова Ю.Р., Скок Н.В., Юровских А.М., Янцер О.В.*

1. Продолжительность отмечаемого явления: чем быстрее оно протекает, тем однороднее получаемый материал.
2. Сезонная динамика древесной растительности наиболее показательна при изучении географических особенностей провинций, чем фенология травянистых видов.
3. Известные массово встречающиеся виды растений демонстрируют результаты более высокого качества, чем редкие.
4. Четкое описание признаков фенофаз улучшает качество полученных данных.

Пространственный анализ материалов исследования позволяет сделать вывод о нерепрезентативности размещения существовавшей фенологической сети. На момент создания она была сформирована без предварительного научного обоснования, поэтому, несмотря на важные достоинства (разветвленность, обширность), имела ряд существенных недостатков как в количественном, так и в качественном отношении:

- 1) сложившееся размещение не является оптимальным, поскольку не все провинции представлены метеопунктами;
- 2) провинции неодинаково обеспечены пунктами метео- и фенонаблюдений, плотность сети отличается по провинциям;
- 3) наименьшая географическая репрезентативность характерна для фенологической сети горных провинций Урала, хотя им свойственно наибольшее ландшафтное разнообразие.

Таким образом, в настоящий момент на исследуемой территории сформирована пространственно-географическая сеть, которая нуждается в оптимизации, одним из важнейших направлений которой служит расширение существующей сети за счет организации новых наблюдательных площадок.

В фенологическую сеть при этом рекомендуется включать заповедники, выполняющие фенологические исследования по программе «Летописи природы», а также национальные и природные парки, лесные парки, заказники, дендрологические парки и ботанические сады. При этом каждая региональная единица районирования должна быть представлена, по меньшей мере, одним типичным эталонным участком с организацией стационарного наблюдательного пункта. Помимо первичной ландшафтной структуры при проектировании фенологической сети необходимо учитывать существующее и возможное антропогенное преобразование, имеющее значение для отслеживания параметров в его зоне.

### **Заключение**

Для установления влияния климатических изменений на сезонную динамику природных комплексов выполнены сбор и систематизация данных, анализ географической репрезентативности площадок наблюдений фенологической и метеорологической сети, сложившейся в XX в. в ландшафтных областях и провинциях Северного, Среднего и Южного Урала.

На основе архивных данных фенологической сети РГО XX в. и результатов современных полевых экспедиционных исследований составлены базы данных, которые служат опорой для расчетов и исследований трендов сезонной динамики ландшафтных областей Северного, Среднего и Южного Урала как индикаторов климатических изменений. Собранные материалы позволяют исследовать и картографировать долговременное смещение дат наступления фенофаз, а также определять феноаномалии в связи с происходящими изменениями климата по всей территории Урала. Методы количественного анализа и моделирования фенологической сети дают возможность разработать рекомендации по ее расширению, в том числе посредством оптимизации за счет природоохранного фонда. Фенологическая сеть требует оптимизации путем расширения числа наблюдателей и фенопунктов на основе ландшафтного принципа с принципом учета административного деления. В целях координации и объединения национальной фенологической сети России необходимы создание региональных Фенологических центров в каждом федеральном округе РФ и организация работы сети корреспондентов наблюдателей по программам РГО на базе воссоздаваемой Фенологической комиссии РГО.

Исследование сезонной динамики геосистем имеет прикладное значение и позволяет оптимизировать процессы управления в целях устойчивого развития региона.

**Благодарности.** Исследование выполнено при финансовой поддержке Русского географического общества в рамках договора №03/2020-Р.

Физическая география, ландшафтоведение и геоморфология  
Гурьевских О.Ю., Иванова Ю.Р., Скок Н.В., Юровских А.М., Янцер О.В.

Авторы выражают благодарность за консультационную помощь: руководителю фенологического центра П.А. Лебедеву (БИН РАН им. В.Л. Комарова), А.А. Минину (Институт географии РАН), А.А. Чибилеву (Институт степи РАН); за предоставленные материалы: Н.Б. Куянцевой (Ильменский заповедник), И.В. Прокошевой (Вишерский заповедник), Т.К. Тертице (Печоро-Ильчский заповедник), К.А. Возмителю и А.Е. Квашиной (заповедник «Денежкин камень»), И.В. Быстрову (заповедники Оренбуржья), М.Ш. Барлыбаевой (Южно-Уральский государственный заповедник), Н.Р. Леушиной, Н.А. Зенковой, Е.М. Ульяновой (государственный заповедник «Басеги»), А.В. Хлопотовой и М.Ю. Федорову (Висимский государственный биосферный заповедник), А.И. Биэмбетову и М.И. Набиуллину (Башкирский государственный природный заповедник).

**Acknowledgments.** The study was carried out with the financial support of the Russian Geographical Society under the agreement No. 03/2020-R.

The authors extend their gratitude for consulting assistance to: P.A. Lebedev, Head of the Phenological Center (Komarov Botanical Institute, RAS), A.A. Minin (Institute of Geography, RAS), A.A. Chibilev (Institute of Steppe, RAS); and for providing materials to: N.B. Kuyantseva (Ilmsky Nature Reserve), I.V. Prokosheva (Vishersky Nature Reserve), T.K. Tertitsa (Pechora-Ilych Nature Reserve), K.A. Vozmitel and A.E. Kvashnina (Denezhkin Kamen Nature Reserve), I.V. Bystrov (FSBI 'Nature Reserves of the Orenburg Region'), M.Sh. Barlybaeva (South Ural Nature Reserve), N.R. Leushina, N.A. Zenkova, E.M. Ulyanova (Bassegi Nature Reserve), A.V. Khlopotova and M.Yu. Fedorov (Visimskiy Biosphere Reserve).

#### Библиографический список

1. Батманов В.А. Биоклиматическая карта Урала. Весеннее развитие растительности. Краткий пояснительный текст. Свердлов. обл. Бюро краеведения, Фенол. сектор. Свердловск, 1934. 27 с.
2. Булыгина О.Н., Веселов В.М., Разуваев В.Н. и др. Описание массива срочных данных об основных метеорологических параметрах на станциях России: свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2014620549 [Электронный ресурс]. Режим доступа – по паролю: <http://meteo.ru/data/163-basic-parameters#описание-массива-данных> (дата обращения: 21.01.2021).
3. Второй оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. М., 2014. 1009 с.
4. Гурьевских О.Ю. Методы количественного анализа и моделирование в ландшафтном проектировании региональных систем особо охраняемых природных территорий // Математическое моделирование в экологии: мат. Шестой Национальной научной конференции с международным участием. Пушино, 2019. С. 67–69.
5. Иванова Н.В., Шашков М.П. Возможности использования данных глобального портала о биоразнообразии GBIF в экологических исследованиях // Экология. 2021. №1. С. 3–11.
6. Иванова Ю.Р., Скок Н.В. Сезонное развитие растительных сообществ в контексте изменяющихся погодных условий низгорий Среднего Урала // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем, Институт глобального климата и экологии имени академика Ю.А. Израэля. 2019. Т. 30. №1–2. С. 70–89. doi: 10.21513/2686-7710-2019-1-70-89.
7. Исаков Н.С. Природа Урала: общий обзор: учебное пособие. Ч. 1. Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. пед. ун-та, 2006. 128 с.
8. Исаченко Г.А. Концепции многолетней динамики ландшафтов и вызовы времени // Вопросы географии. Сб. 138: Горизонты ландшафтоведения. М.: Кодекс, 2014. С. 215–232.
9. Куприянова М.К. В.А. Батманов – основатель нового направления в фенологии // Современное состояние фенологии и перспективы ее развития. Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. пед. ун-та. 2010, С. 42–56.
10. Летопись природы Вишерского заповедника. 1994–2017 гг. Красновишерск, архив заповедника.
11. Летопись природы государственных природных заповедников «Оренбургский» и «Шайтан-Тау». 1992–2018 гг. Оренбург, архив заповедника.
12. Летопись природы заповедника «Басеги». 1989–2013 гг. Кн. 2–26. Гремячинск, архив заповедника.
13. Летопись природы заповедника «Денежкин камень». 1947–2019 гг. пос. Всеволодо-Благодатское, архив заповедника.
14. Летопись природы Ильменского государственного заповедника им. В.И. Ленина. 1941–2018 гг. Миасс, архив заповедника.
15. Летопись природы Печоро-Ильчского государственного природного биосферного заповедника. 1936–2019 гг. Пос. Якша, архив заповедника.
16. Мамай И.И. Динамика ландшафтов. Методика изучения. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1992. 167 с.
17. Минин А.А., Воскова А.В. Гомеостатические реакции деревьев на современные изменения климата: пространственно-фенологические аспекты // Онтогенез. 2014. Т. 45. №3. С. 162–169. doi: 10.7868/S0475145014030021.

*Физическая география, ландшафтоведение и геоморфология*  
*Гурьевских О.Ю., Иванова Ю.Р., Скок Н.В., Юровских А.М., Янцер О.В.*

18. Минин А.А., Ранькова Э.Я., Рыбина Е.Г., Буйолов Ю.А., Сапельникова И.И., Филатова Т.Д. Феноиндикация изменений климата за период 1976–2015 гг. в центральной части Европейской территории России: береза бородавчатая (повислая) - *Betula verrucosa* Ehrh. (*B. Pendula* Roth.) // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. 2016. Т. 27. №2. С. 17–28. doi: 10.21513/0207-2564-2016-2-17-28.
19. Научно-прикладной справочник по климату СССР / под ред. З.Н. Пильникова. Л.: Гидрометеиздат, 1990. 557 с.
20. Прокаев В.И. Физико-географическое районирование : учеб. пособие для студентов пед. ин-тов. М.: Просвещение, 1983. 176 с.
21. Санников П.Ю. Обзор методов оценки репрезентативности сетей ООПТ // Географический вестник. 2014. № 2 (29). С. 107–115.
22. Гурьевских О.Ю., Капустин В.Г., Скок Н.В., Янцер О.В. Физико-географическое районирование и ландшафты Свердловской области / под ред. О.Ю. Гурьевских. Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. пед. ун-та, 2016. 280 с.
23. Хорошев А.В. К дискуссии о неоландшафтоведении: детерминированность, полимасштабность, полиструктурность // Изв. РГО. 2014. Т. 146. Вып. 4. С. 58–69.
24. Хорошев А.В. Полимасштабная организация географического ландшафта. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2016. 416 с.
25. Хорошев А.В. Эмерджентные эффекты пространственной структуры ландшафта. Ландшафтоведение: теория, методы, ландшафтно-экологическое обеспечение природопользования и устойчивого развития: мат. Межд. ландшафт. конф. Тюмень: Изд-во Тюмен. гос. ун-та, 2017. Т.1. С. 154–158.
26. Чибилёв А.А. Урал: природное разнообразие и евроазиатская граница. Екатеринбург: УрО РАН, 2011. 160 с.
27. Чибилёв А.А., Весёлкин Д.В., Куянцова Н.Б., Чащина О.Е., Дубинин А.Е. Динамика числа лесных пожаров и климата Ильменского заповедника в 1948–2013 гг. // Доклады Акад. наук. 2016. Т. 468. № 5. С. 575–578.
28. Шакиров А.В. Физико-географическое районирование Урала. Екатеринбург: УрО РАН, 2011. 617 с.
29. Шерстюков Б.Г. Региональные и сезонные закономерности изменений современного климата. Обнинск: Изд-во ВНИИГМИ-МЦД, 2008. 246 с.
30. Широкова Н.П., Рябова М.С. Взаимосвязь фенологии и биологии некоторых видов древесных растений средней полосы России // Молодой ученый. 2014. №21.1 (80.1). С. 260–263. URL: <https://moluch.ru/archive/80/13824/> (дата обращения: 18.06.2020).
31. Шульц Г.Э. Общая фенология. Л.: Наука, 1981. 187 с.
32. Янцер О.В., Скок Н.В. Фенологические методы исследований в изучении динамики ландшафтов: общий обзор // Вестник Башкирского университета. Т.21. №1. 2016. С. 91–100.
33. Isachenko A.G. Theory and methodology of geographical science: a textbook for students. М.: Publishing Center «Academy», 2004. 400 p.
34. Khoroshev A.V., Dyakonov K.N. (Eds.), Landscape Patterns in a Range of Spatio-Temporal Scales, Landscape Series 26.-Springer Nature Switzerland AG, 2020. 439 p., doi 10.1007/978-3-030-31185-8.
35. Menzel A., Sparks T. Temperature and plant development: phenology and seasonality. Plant Growth and Climate Change, 2007. p. 70–95.
36. Ovaskainen O., Meyke E., Lo K. et al. Chronicles of nature calendar, a long-term and large-scale multitaxon database on phenology // Scientific Data, 2020. V. 7(47). doi: 10.1038/s41597-020-0376-z.

#### References

1. Batmanov, V.A. (1934), *Bioklimaticheskaya karta Urala. Vesennee razvitie rastitelnosti. Kratkij poyasnitelnyj tekst* [Bioclimatic map of the Urals. Spring development of vegetation. Brief explanatory text], Sverdlovsk Regional Bureau of Local Lore, Phenological Sector, Sverdlovsk, Russia.
2. Bulygina, O.N., Veselov, V.M., Razuvaev, V.N. and Aleksandrova, T.M., *Opisanie massiva srochnyh dannyh ob osnovnyh meteorologicheskikh parametroh na stanciyah Rossii* [Description Of Hourly Data Set Of Meteorological Parameters Obtained At Russian Stations], available at: <http://meteo.ru/english/climate/descrip12.htm> (Accessed 21 January 2021).
3. *Vtoroj ocenochnyj doklad Rosgidrometa ob izmeneniyah klimata i ih posledstviyah na territorii Rossijskoj Federacii* (2014), [The Second Assessment Report Of Roshydromet On Climate Changes And Their Consequences On The Territory Of The Russian Federation], Moscow, Russia.
4. Guryevskikh, O.Yu. (2019), “Methods of quantitative analysis and modeling in landscape design of regional systems of specially protected natural areas”, *Matematicheskoe modelirovanie v ekologii. Materialy SHestoj Nacionalnoj nauchnoj konferencii s mezhdunarodnym uchastiem* [Mathematical modeling in ecology. Materials of the Sixth National Scientific Conference with International Participation], Pushchino, Russia, pp. 67–69.
5. Ivanova, N.V. and Shashkov, M.P. (2021), “Opportunities for using data from the GBIF global biodiversity portal in environmental research”, *Russian Journal of Ecology*, no. 1, pp. 3–11.
6. Ivanova, U.R. and Skok, N.V. (2019), “Seasonal development of plant communities in the context of changing weather conditions in the low mountains of the Middle Urals”, *Problems of Ecological Monitoring and Ecosystem Modelling*, vol. 30, no. 1–2, pp. 70–89. doi: 10.21513/2686-7710-2019-1-70-89.

Физическая география, ландшафтоведение и геоморфология  
Гурьевских О.Ю., Иванова Ю.Р., Скок Н.В., Юровских А.М., Янцер О.В.

7. Isakov, N.S. (2006), *Priroda Urala: obshchij obzor. Uchebnoe posobie ch. 1* [The nature of the Urals: a general overview. Study guide, part 1.], Ural State Pedagogical University, Yekaterinburg, Russia.
8. Isachenko, G.A. (2014), “Concepts of long-term dynamics of landscapes and challenges of the time”, *Geography issues*, vol. 138, pp. 215–232.
9. Kupriyanova, M.K. (2010), “V.A. Batmanov – the founder of a new direction in phenology”, *Sovremennoe sostoyanie fenologii i perspektivy ee razvitiya* [The current state of phenology and the prospects for its development], Yekaterinburg, Russia, pp. 42–56.
10. Chronicle of the nature of the Vishera Reserve (1994–2017), [State Reserve «Vishersky» – Archives], Krasnovishersk, Russia.
11. Chronicle of the nature of the State Nature Reserves «Orenburg» and «Shaitan-Tau» (1992–2018), [State Reserve «Orenburg» – Archives], Orenburg, Russia.
12. Chronicle of the nature Reserve «Basegi» (1989–2013), [State Reserve «Basegi» – Archives], Gremyachinsk, Russia, vol. 2–26.
13. Chronicle of the nature of the Denezhkin Kamen Reserve (1947–2019), [State Reserve «Denezhkin Kamen» – Archives], Vsevolodo-Blagodatskoe, Russia.
14. Chronicle of the nature of the Ilmen State Reserve (1941–2018), [State Reserve «Ilmen» – Archives], Miass, Russia.
15. Chronicle of the nature of the Pechora-Ilychsky State Reserve (1936–2019), [State Reserve «Pechora-Ilychsky» – Archives], Yaksha, Russia.
16. Mamay, I.I. (1992), *Dinamika landshaftov. Metodika izucheniya* [Dynamics of landscapes. Study methodology], MSU, Moscow, Russia.
17. Minin, A.A. and Voskovs, A.V. (2014), “Homeostatic Responses of Plants to Modern Climate Change: Spatial and Phenological Aspects”, *Russian Journal of Developmental Biology*, vol. 45, no. 3, pp. 162–169. doi: 10.7868/S0475145014030021.
18. Minin, A.A., Rankova, E.Ya., Rybina, E.G., Buivolov, Yu.A., Sapelnikova, I.I. and Filatova, T.D. (2016), “Phenoinidication of climate change for the period 1976 to 2015 in the central part of European Russia: birch (*silver birch*) (*Betula verrucosa* Ehrh. (*B. pendula* Roth.))”, *Problems of Ecological Monitoring and Ecosystem Modelling*, vol. 27, no. 2, pp. 17–28. doi:10.21513/0207-2564-2016-2-17-28.
19. Pilnikov, Z.N. (ed) (1990), *Nauchno-prikladnoj spravochnik po klimatu SSSR* [Scientific and Applied Reference Book on the Climate of the USSR], Hydrometeoizdat, St.-Petersburg, Russia.
20. Prokaev, V.I. (1983), *Fiziko-geograficheskoe rajonirovanie : ucheb. posobie dlya studentov ped. in-tov* [Physical and geographical regionalization: textbook. manual for students of pedagogical institutes], Prosveshchenie, Moscow, Russia.
21. Sannikov, P.Y. (2014), “Review of methods of evaluation representativeness of protected areas networks”, *Geographical Bulletin*, no. 2 (29), pp. 107–115.
22. Guryevskikh, O.Yu., Kapustin, V.G., Skok, N.V., Yantser, O.V. (2016), *Fiziko-geograficheskoe rajonirovanie i landshafty Sverdlovskoj oblasti* [Physical and geographical zoning and landscapes of the Sverdlovsk region], in Guryevskikh O.Yu. (ed), Ural State Pedagogical University, Yekaterinburg, Russia.
23. Khoroshev, A.V. (2014), “To the discussion on neo-landscape-science: determinancy, multi-scaleness and poly-structurality”, *Regional Research of Russia*, vol. 146, no. 4, pp. 58–69.
24. Khoroshev, A.V. (2016), *Polimasshtabnaya organizaciya geograficheskogo landshafta* [Poly-scale organization of the geographic landscape], Publishing House KMK, Moscow, Russia.
25. Khoroshev, A.V. (2017), “Emergent effects of the spatial structure of the landscape”, *Landscape studies: theory, methods, landscape and ecological support of nature management and sustainable development*, Tyumen, Russia, pp. 154–158.
26. Chibilev, A.A. (2011), *Ural: prirodnoe raznoobrazie i evroaziatskaya granica* [Ural: natural diversity and the Eurasian border], UB RAS, Yekaterinburg, Russia.
27. Chibilev, A.A., Veselkin, D.V., Kuyantseva, N.B., Chashchina, O.E. and Dubinin, A.E. (2016), “Dynamics of forest fires and climate in Ilmen nature reserve, 1948–2013”, *Doklady Earth Sciences*, vol. 468, no. 2, pp. 619–622. doi: 10.7868/S0869565216170187.
28. Shakirov, A.V. (2011), *Fiziko-geograficheskoe rajonirovanie Urala* [Physical and geographical zoning of the Urals], UB RAS, Yekaterinburg, Russia.
29. Sherstyukov, B.G. (2008), *Regionalnye i sezonnye zakonomernosti izmenenij sovremennoego klimata* [Regional and seasonal patterns of modern climate change], RIHMI-WDC, Obninsk, Russia.
30. Shirokova, N.P., Ryabova, M.S. (2014), “The relationship between phenology and biology of some species of woody plants in central Russia”, *Young scientist*, no. 21 (1), pp. 260–26, available at: <https://moluch.ru/archive/80/13824/> (Accessed 18 June 2020).
31. Schultz, G.E. (1981), *Obshchaya fenologiya* [General phenology], Nauka, Leningrad, Russia.
32. Yantser, O.V. and Skok, N.V. (2016), “Phenological research methods in the study of landscape dynamics: an overview”, *Bulletin of Bashkir University*, vol. 21, no. 1, pp. 91–100.
33. Isachenko, A.G. (2004), *Theory and methodology of geographical science: a textbook for student*, Publishing Center «Academy», Moscow, Russia.

*Физическая география, ландшафтоведение и геоморфология*  
*Гурьевских О.Ю., Иванова Ю.Р., Скок Н.В., Юровских А.М., Янцер О.В.*

34. Khoroshev, A.V. and Dyakonov, K.N. (Eds.), (2020), *Landscape Patterns in a Range of Spatio-Temporal Scales*, Landscape Series 26, Springer Nature Switzerland AG. doi: 10.1007/978-3-030-31185-8.

35. Menzel, A. and Sparks, T. (2007), Temperature and plant development: phenology and seasonality, *Plant Growth and Climate Change*, pp. 70–95.

36. Ovaskainen, O., Meyke, E., Lo K. et al, (2020), Chronicles of nature calendar, a long-term and large-scale multitaxon database on phenology, *Scientific Data*, vol. 7, no.1, pp. 47. doi: 10.1038/s41597-020-0376-z.

Поступила в редакцию: 21.01.2021.

**Сведения об авторах**

**Ольга Юрьевна Гурьевских**

кандидат географических наук, доцент, зав. кафедрой географии, методики географического образования и туризма, ФГБОУ ВО Уральский государственный педагогический университет;  
 Россия, 620017 Свердловская область, г. Екатеринбург, пр. Космонавтов 26, каб. 325,

e-mail: gurevskikh@mail.ru

**Юлия Руслановна Иванова**

ассистент кафедры географии, методики географического образования и туризма, ФГБОУ ВО Уральский государственный педагогический университет;  
 Россия, 620017, Свердловская область, г. Екатеринбург, пр. Космонавтов 26, каб. 325,

e-mail: miss.nocentra@list.ru

**Наталья Васильевна Скок**

кандидат географических наук, доцент кафедры географии, методики географического образования и туризма, ФГБОУ ВО Уральский государственный педагогический университет;  
 Россия, 620017 Свердловская область, г. Екатеринбург, пр. Космонавтов 26, каб. 325

e-mail: skok-nv-gbf@mail.ru

**Анастасия Михайловна Юровских**

студент, ФГБОУ ВО Уральский государственный педагогический университет;  
 620017 Свердловская область, г. Екатеринбург, пр. Космонавтов 26, каб. 325

e-mail: an.m.evd@mail.ru

**Оксана Васильевна Янцер**

кандидат географических наук, доцент, декан факультета естествознания, физической культуры и туризма, ФГБОУ ВО Уральский государственный педагогический университет;  
 Россия, 620017 Свердловская область, г. Екатеринбург, пр. Космонавтов 26, каб. 325,

e-mail: ksenia\_yantser@bk.ru

**About the authors**

**Olga Yu. Guryevskikh**

Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Geography, Methods of Geographical Education and Tourism, Ural State Pedagogical University;  
 office 325, 26, prospekt Kosmonavtov, Yekaterinburg, 620017, Russia

e-mail: gurevskikh@mail.ru

**Uliya R. Ivanova**

Assistant, Department of Geography, Methods of Geographical Education and Tourism, Ural State Pedagogical University;

office 325, 26, prospekt Kosmonavtov, Yekaterinburg, 620017, Russia

e-mail: miss.nocentra@list.ru

**Nataliya V. Skok**

Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor, Associate Professor at the Department of Geography, Methods of Geographical Education and Tourism, Ural State Pedagogical University;  
 office 325, 26, prospekt Kosmonavtov, Yekaterinburg, 620017, Russia

e-mail: skok-nv-gbf@mail.ru

**Anastasiya M. Yurovskikh**

Student, Ural State Pedagogical University;

office 325, 26, prospekt Kosmonavtov, Yekaterinburg, 620017, Russia

e-mail: an.m.evd@mail.ru

**Oksana V. Yantser**

Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor, Dean of the Faculty of Natural Sciences, Physical Culture and Tourism, Ural State Pedagogical University;

office 325, 26, prospekt Kosmonavtov, Yekaterinburg, 620017, Russia

e-mail: ksenia\_yantser@bk.ru

**Просьба ссылаться на эту статью в русскоязычных источниках следующим образом:**

*Гурьевских О.Ю., Иванова Ю.Р., Скок Н.В., Юровских А.М., Янцер О.В.* Исследование сезонной динамики ландшафтов Урала в парадигме функционально-динамического подхода: история и современность // Географический вестник = Geographical bulletin. 2021. №1(56). С. 16–30. doi 10.17072/2079-7877-2021-1-16-30.

**Please cite this article in English as:**

Guryevskikh O.Yu., Ivanova U.R., Skok N.V., Yurovskikh A.M., Yantser O.V. (2021) Research on seasonal dynamics of landscapes of the Urals under the functional-dynamic approach: the history and the present. *Geographical Bulletin*. No. 1(56). Pp. 16–30. doi 10.17072/2079-7877-2021-1-16-30.