

**ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ И БИОГЕОГРАФИЯ, ГЕОГРАФИЯ ПОЧВ И ГЕОХИМИЯ ЛАНДШАФТОВ /
PHYSICAL GEOGRAPHY AND BIOGEOGRAPHY, SOIL GEOGRAPHY AND LANDSCAPE GEOCHEMISTRY**

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.135.8>

**ИССЛЕДОВАНИЕ СЕЗОННОЙ ДИНАМИКИ КАК НАПРАВЛЕНИЕ СОВРЕМЕННОГО
ЛАНДШАФТОВЕДЕНИЯ**

Обзор

Янцер О.В.^{1,*}

¹ ORCID : 0000-0003-1346-5512;

¹ Уральский государственный педагогический университет, Екатеринбург, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (ksenia_yantser[at]bk.ru)

Аннотация

В статье проанализированы теоретические вопросы соотношения понятий динамика ландшафта и сезонная динамика. Выделены основные направления изучения сезонной динамики ландшафтов в парадигме функционально-динамического подхода. Представлены связь динамики ландшафта с его устойчивостью, роль биоты в механизме саморегуляции как свойстве ландшафта. В поддержании устойчивости велика роль обратных отрицательных связей между природными компонентами. Определены направления в современных исследованиях сезонной динамики. Сделан вывод о необходимости разработки теории взаимодействия процессов, определяющих нормальное существование геосистем как целостных организмов и пределы их жизнеспособности в меняющихся условиях.

Ключевые слова: ландшафтоведение, динамика ландшафта, сезонная динамика, биота, механизм саморегуляции.

A STUDY OF SEASONAL DYNAMICS AS A DIRECTION OF MODERN LANDSCAPE SCIENCE

Review article

Yantser O.V.^{1,*}

¹ ORCID : 0000-0003-1346-5512;

¹ Ural State Pedagogical University, Ekaterinburg, Russian Federation

* Corresponding author (ksenia_yantser[at]bk.ru)

Abstract

The article analyses theoretical issues of correlation between the concepts of landscape and seasonal dynamics. The main directions of studying the seasonal dynamics of landscapes in the paradigm of the functional and dynamic approach are highlighted. The work presents the relationship between landscape dynamics and its sustainability, the role of biota in the mechanism of self-regulation as a feature of the landscape. The role of negative feedbacks between natural components in maintaining sustainability is significant. The directions in modern studies of seasonal dynamics are defined. It is concluded that it is necessary to develop a theory of interaction of processes that determine the normal existence of geosystems as holistic organisms and the limits of their viability in changing conditions.

Keywords: landscape science, landscape dynamics, seasonal dynamics, biota, self-regulation mechanism.

Введение

В настоящее время в географии под ландшафтом понимается пространственно-временная система, характеризующаяся открытостью и динамичностью, а его динамика – центральная и наиболее актуальная проблема [28].

В рамках функционально-динамического направления, выделяемого в ландшафтоведении в качестве основного, фундаментальным понятием является природный комплекс, который определяет однородность взаимосвязанных и взаимообусловленных природных компонентов и процессов. Проблема времени рассматривается с двух позиций: в изучении прошлого и современных явлений, что соответственно важно для моделирования в ретроспективе и прогнозном. Первому направлению соответствует историческая и эволюционная география, а второму – мониторинг. Исследование динамики ландшафтов связано с биогеоценологией, геохимией и геофизикой ландшафта и опирается на данные индикационного ландшафтоведения, фенологии, отраслевых дисциплин с применением физико-химического и математического анализа.

Динамика ландшафта – изменение его состояний в рамках одного инварианта [15], представляющего совокупность свойств, остающихся неизменными в ходе динамических преобразований.

Основная часть

Динамический аспект изучения ландшафта (называемый также временной) подразумевает пространственное структурирование составляющих его частей и временную упорядоченность его состояний. Л.С. Берг определял сезонные изменения как изменения ландшафта, которые характеризуются обратимостью, другими словами, после подобных изменений ландшафт может возвращаться в свое прежнее состояние. Подробный анализ эволюции теоретических положений динамического направления в ландшафтоведении отражен в статье [28].

Динамика во времени характеризует ландшафтные изменения в рамках длительности и ритмичности проявлений. Выделяют следующие ее виды:

1. Динамика, связанная с функционированием – одномоментное отражение обмена веществом и энергией в ландшафте, начальная точка изменения ландшафта во времени. Подобные наблюдения в разное время позволяют составить представление о динамике ландшафта в целом;

2. Динамика, характеризующаяся цикличностью – циклические изменения в ландшафте в определенные временные отрезки (например, в течение сезона, суток).

Динамика по сезонам (в течение года) определяется разными факторами и имеет неодинаковую степень выраженности на разных широтах. Географические процессы в ландшафте характеризуются ритмичностью, которая охватывает все компоненты. Явления, характеризующиеся ритмичностью и повторяющиеся через одинаковые временные отрезки, определяют сезонную динамику природы.

Ритмичность ландшафта характеризуется совокупностью проявлений периодической и циклической динамики, повторяющих его состояние, похожее на начальное, через определенные промежутки времени. По словам С.В. Калесника, «изучать ландшафт вне ритма – это все равно, что ограничиться определением названия растения, не учитывая того, что оно живет и выглядит в разные моменты вегетационного периода по-разному» [16].

Циклический характер солнечной радиации напрямую влияет на ландшафтные процессы, что меняет их вертикальную структуру. Определяющим здесь является изменение температур, влияющее на биоту. Особенно это заметно в умеренном климатическом поясе, где четко выделяются контрастные временные фазы, называемые сезонами. Согласно Л.Н. Беручашвили, ландшафтные состояния могут быть средневременными, когда происходит их смена в определенной последовательности, связанной с сезонами, и формирующими фазы цикла в течение года [3].

Следует отметить связь динамики ландшафта с его устойчивостью, или подвижным равновесием, – сохранение структуры и особенностей функционирования под влиянием изменений окружающей среды. Если устойчивость ландшафта не нарушается, то нет и кардинальных изменений в результате обратимых смен состояний в динамике. Природная система способна находиться в состоянии устойчивости благодаря механизму саморегуляции. Важное место здесь занимает биота, играющая роль стабилизатора, поскольку является пластичной, способна к самовосстановлению и мобильна. В наибольшей мере стабилизирующую функцию выполняет та биота, которая характеризуется разнообразием и сложностью сообщества растений и животных. Сочетание устойчивости и изменчивости обуславливает «флуктуирующую динамику» [23], или «энтодинамические ритмы» ландшафтов [4], [8].

Сезонная динамика – один из главных показателей ландшафтов умеренного пояса. С.В. Калесник, А.Г. Исаченко, В.Б. Сочава, Ф.Н. Мильков считали, что характеристика ландшафта не будет комплексной без выявления его сезонных биоклиматических особенностей [3], [15], [16], [26]. Сезонная ритмика функционирования геосистем подразумевает изменение состояний воды и воздуха, жизнедеятельности биоты, интенсивности и характера превращения вещества и миграции химических элементов вслед за изменением радиационного режима по временам года. Гидротермический режим, обуславливающий сезонные изменения природных комплексов, определяется как поступлением тепла и влаги, так и внутренними свойствами ландшафта, его способностью перераспределять и изменять поступающее извне вещество и энергию. Наибольшее разнообразие сезонные изменения достигают в биосфере, поскольку жизнедеятельность организмов определяется приспособлениями к сезонной динамике всех компонентов географической оболочки Земли. Связанные между собой прямыми и обратными связями природные компоненты поддерживают устойчивость ландшафта. Наибольшую роль в поддержании устойчивости играют обратные отрицательные связи, обеспечиваемые биотой, в которой появляются процессы, компенсирующие внешние возмущения.

Фенология доминантных и содоминантных видов растительной ассоциации определяет качественный и количественный набор сезонных и внутрисезонных состояний ландшафтов. Биометрические характеристики растительности, в свою очередь, обусловлены сезонной динамикой: проективное покрытие, объемное содержание фитомассы, архитектоника и др. [28].

Сезонная динамика исследуется при помощи таких методов, как фенологические наблюдения, проводимые по конкретной разработанной программе, и календари природы, составляемые на основе наблюдений. Важную роль играет сравнительный аспект, поскольку наблюдения одновременно проводятся в разных регионах. В настоящее время центр тяжести перемещается к анализу взаимоотношений и взаимосвязей между частными абиотическими и биотическими сезонными процессами в геосистемах разных рангов. Теоретические исследования сезонной динамики охватывают все направления феноиндикационной фенологии, фенологического моделирования, прогнозирования и методологии.

В публикациях ландшафтоведов XX века приводятся таксономическая система внутрigoдовых и многолетних состояний природных комплексов, классификации состояний ПТК, обоснование, характеристики и рекомендации по применению методов синхронного изучения различных состояний природных комплексов, методы картографирования их состояний (факторально-динамические ряды В.Б. Сочавы, типы стексов Н.Л. Беручашвили, фаз и подфаз развития И.И. Мамай) [3], [19], [24].

В современных исследованиях сезонной динамики ландшафтов можно выделить несколько направлений. В первую очередь необходимо отметить изучение пространственно-временных закономерностей сезонной ритмики природных комплексов разного ранга от континентального до регионального и топологического уровней. Условно для данного направления исследований можно выделить крупные площадные объекты изучения: природные зоны, территории горных стран и равнин. В последнее время в исследовании сезонной динамики центр тяжести перемещается к анализу взаимоотношений и взаимосвязей между частными абиотическими и биотическими сезонными процессами как элементами структуры геосистем разных рангов.

Рядом авторов подробно исследована фенология равнинных территорий России [17], [18], [20], [25]. В работах приводятся результаты изучения средних многолетних сроков наступления явлений, скорости их изменений, их тенденции и тренды. В публикациях растет доля исследований индикаторной роли растительности в выделении

сезонных состояний ландшафта и реакции на климатические изменения. Многие авторы применяют в качестве феноиндикаторов изменений климата широко распространенные виды: береза бородавчатая (повислая) (*Betula verrucosa Ehrh. (B. pendula Roth.)*), черемуха обыкновенная (*Padus avium Mill.*), рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia L.*), липа мелколистная (*Tilia cordata Mill.*). В международном проекте «Летопись природы Северной Евразии» авторами исследованы тренды и закономерности изменений в весенней и осенней динамике ряда видов растений северных территорий России [30], [32], [33].

Фенология горных территорий изучается в аспекте временной структуры ландшафтов высотных поясов (границы сезонов, высотные фенологические градиенты, комплексные фенологические показатели развития растительности, набор и соотношение групп временных состояний, сдвиги в сроках наступления явлений под влиянием изменения климатических условий) в Предкавказье и на Кавказе [1], [5], [6], [9]; в Предуралье и на Урале [8], [10], [14]; в Южной Сибири [27]; в Забайкалье [2].

Важным вектором развития служат расчет и картографирование динамики сроков наступления явлений и трендов [11], [21], основание биоклиматических показателей для территории Сибири [23] и Урала [29]. Перспективным направлением развития исследований сезонной динамики природы в современном ландшафтоведении служат моделирование и прогнозирование на основе расчета трендов наступления явлений по многолетним рядам данных.

В современных условиях интенсивного изменения природной среды необходимость изучения географических особенностей сезонной динамики городской среды особенно актуальна. Среди работ этого направления можно отметить исследования [7], [27], [31].

Заключение

В последние десятилетия изучение сезонной динамики ландшафта как важного аспекта его пространственно-временной организации опирается и характеризует его устойчивость и изменчивость. Фундаментальная задача, имеющая важное прикладное значение, состоит в создании теории взаимодействия процессов, которые определяют нормальное существование геосистем как целостных организмов, пределы их жизнеспособности в изменяющихся условиях. Вектор изучения сезонной ритмики ландшафта носит разноуровневый и интегральный характер, поскольку выявляются многообразные механизмы взаимодействия геосистем разного ранга, управления ходом природных реакций и процессов, моделирования состояний геосистем и прогнозирования их динамических состояний.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Сообщество рецензентов Международного научно-исследовательского журнала
DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.135.8.1>

Conflict of Interest

None declared.

Review

International Research Journal Reviewers Community
DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.135.8.1>

Список литературы / References

1. Байрамкулова Б.О. Современные климатические изменения и сезонная динамика горно-котловинных ландшафтов Северо-Восточного Кавказа : автореф. дис. ... канд. геогр. наук : 25.00.23 / Байрамкулова Бэлла Ожаевна. — Карачаевск, 2010. — 23 с.
2. Батоцыренов Э.А. Фенологические исследования в Забайкалье: история и современность / Э.А. Батоцыренов, Д.В. Санданов. — Улан-Удэ: ИД «ЭКОС», 2020. — 120 с.
3. Беручашвили Н.Л. Четыре измерения ландшафта / Н.Л. Беручашвили. — Москва: Мысль, 1986. — 180 с.
4. Боков В.А. Пространственно-временная организация геосистем: Текст лекций / В.А. Боков. — Симферополь: СГУ, 1983. — 55 с.
5. Бурым Ю.В. Анализ сезонной динамики ландшафтов Ставропольского края для целей сельского хозяйства с применением ГИС-технологий / Ю.В. Бурым // Естественные и технические науки. — 2014. — № 11. — С. 159-163.
6. Гаджибеков М.И. Изменчивость климата и динамика полупустынных ландшафтов Северо-Западного Прикаспия : автореф. дис. ... канд. геогр. наук : 25.00.23 / Гаджибеков Муратхан Исакович. — Ставрополь, 2009. — 22 с.
7. Герасимова А.А. Фенологический мониторинг древесно-кустарниковой растительности г. Тюмени : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.02.08 / Герасимова Анастасия Андреевна. — Тюмень, 2015. — 19 с.
8. Гордиенко Н.С. Фенологические тенденции последних десятилетий в природе Южного Урала / Н.С. Гордиенко, А.А. Минин // Известия РАН: Сер. географическая. — 2006. — № 3. — С. 48-56.
9. Гуня А.Н. Разнообразие временных состояний и устойчивость высокогорных ландшафтов / А.Н. Гуня, У.Т. Гайрабеков // Грозненский естественнонаучный бюллетень. — 2018. — Т. 3. — № 2(10). — С. 28-35.
10. Гурьевских О.Ю. Исследование сезонной динамики ландшафтов Урала в парадигме функционально-динамического подхода: история и современность / О.Ю. Гурьевских, Ю.Р. Иванова, Н.В. Скок [и др.] // Географический вестник. — 2021. — № 1. — С. 16-30.
11. Гурьевских О.Ю. Картографирование фенологических и биоклиматических показателей в ландшафтных провинциях Урала / О.Ю. Гурьевских, Ю.Р. Иванова, Н.В. Скок [и др.] // Международный научно-исследовательский журнал. — 2021. — № 6(108). — URL: <https://research-journal.org/archive/6-108-2021-june/kartografirovanie-fitofenologicheskix-yavlenij-i-bioklimaticheskix-pokazatelej-v-landshaftnyx-provinciyax-urala> (дата обращения: 14.05.2023). — DOI: [10.23670/IRJ.2021.108.6.065](https://doi.org/10.23670/IRJ.2021.108.6.065).

12. Дадаева А.М. Климатические изменения и их влияние на сезонную динамику ландшафтов Чеченской республики / А.М. Дадаева // Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых с международным участием 18–20 мая 2021 г. — Грозный: СПЕКТР, 2021. — С. 515-521.
13. Заурбеков Ш.Ш. Сезонная динамика ландшафтов как интегральный показатель современных климатических изменений (на примере полупустынных и степных ландшафтов Восточного Предкавказья) / Ш.Ш. Заурбеков, В.В. Братков, З.В. Агаев [и др.] // Труды КНИИ РАН. Комплексный научно-исследовательский институт им. Х.И. Ибрагимова РАН. — Грозный, 2015. — С. 230-245.
14. Иванова Ю.Р. Из опыта изучения фенологических различий между ландшафтными районами низкогорной полосы Среднего Урала / Ю.Р. Иванова, О.В. Янцер, Н.В. Скок // География и регион: материалы междунар. науч.-практ. конф. (23–25 сентября 2015 г.): в 6 т. Т. 1. Физическая география и ландшафтная экология / Перм. гос. нац. исслед. ун-т. — Пермь, 2015. — С. 59-66.
15. Исаченко Г.А. Концепции многолетней динамики ландшафтов и вызовы времени / А.Г. Исаченко // Вопросы географии. Сб. 138: Горизонты ландшафтоведения. — Москва: Кодекс, 2014. — С. 215-232.
16. Калесник С.В. Проблемы физической географии: Избр. тр. / С.В. Калесник. — Ленинград: Наука: Ленингр. отд-ние, 1984. — 288 с.
17. Кашкарова В.П. Сопряженная динамика биоты и климата в современном лесостепном ландшафте / В.П. Кашкарова, Г.В. Домников, В.Ю. Масляков [и др.] // Информационный бюллетень РФФИ. — 1997.
18. Кузнецова В.П. Фенологические процессы в условиях изменения климата северных территорий: на примере таежной зоны Ханты-Мансийского автономного округа — Югры : автореф. дис. ... канд. геогр. наук :25.00.23 / Кузнецова Вера Петровна. — Томск, 2016. — 22 с.
19. Мамай И.И. Динамика ландшафтов: методика изучения / И.И. Мамай. — Москва: Изд-во МГУ, 1992. — 166 с.
20. Минин А.А. Феноиндикация изменений климата за период 1976-2015 гг. в центральной части европейской территории России: береза бородавчатая (повислая) (*Betula verrucosa* Ehrh. (*B. pendula* Roth.)), черемуха обыкновенная (*Rubus avium* Mill.), рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia* L.), липа мелколистная (*Tilia cordata* Mill.) / А.А. Минин, Э.Я. Ранькова, Е.Г. Рыбина [и др.] // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. — 2016. — Т. XXVIII. — № 3. — С. 5-22.
21. Минин А.А. Фенологические тренды в природе центральной части Русской равнины в условиях современного потепления / А.А. Минин, Э.Я. Ранькова, Ю.А. Буйволов [и др.] // Жизнь Земли. — 2018. — Т. 40. — № 2. — С. 162-174.
22. Мокроусов Д.О. Сезонная динамика ландшафтов Тебердинского заповедника : дис. ... канд. геогр. наук : 25.00.23 / Мокроусов Дмитрий Олегович. — Ставрополь, 2006. — 160 с.
23. Окишева Л.Н. Временная динамика и функционирование ландшафтов Западной Сибири / Л.Н. Окишева, Л.Б. Филандышева; под ред. П.А. Окишева. — Томск: Издательский Дом ТГУ, 2015. — 328 с.
24. Симонов Ю.Г. Пространственно-временной анализ в физической географии / Ю.Г. Симонов // Вестн. Моск. ун-та. Сер. геогр. — 1977. — № 4. — С. 22-29.
25. Соловьев А.Н. Климатогенные фенологические тенденции и динамика биоразнообразия / А.Н. Соловьев // Изменение климата и биоразнообразие России: постановка проблемы. — Москва: Акрополь, 2007. — С. 23-56.
26. Сочава В.Б. Введение в учение о геосистемах / В.Б. Сочава. — Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1978. — 319 с.
27. Харламова Н.Ф. Климат и сезонная ритмика природы Барнаула: монография / Н.Ф. Харламова. — Барнаул: Изд-во АлтГУ, 2013. — 132 с.
28. Хромых В.С. Некоторые теоретические вопросы изучения динамики ландшафтов / В.С. Хромых // Вестник Томского государственного университета. Серия «Науки о Земле и смежные экологические науки». — 2007. — № 298. — С. 198-207.
29. Янцер О.В. Биоклиматические показатели как индикаторы сезонных состояний высотных поясов среднегорий Северного Урала / О.В. Янцер // Феномен ландшафтно-географического исследования: сборник статей / отв. редактор Д.В. Черных. — Новосибирск, 2023. — С. 104-112.
30. Delgado M.D.M. Differences in Spatial versus Temporal Reaction Norms for Spring and Autumn Phenological Events / M.D.M. Delgado, T. Roslin, J. Kurhinen // Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. — 2020. — Vol. 117. — № 49. — P. 31249-31258.
31. Ivanova U.R. Spatial Heterogeneity In Phenological Development Of Prunus Padus L. In The Yekaterinburg City / U.R. Ivanova, N.V. Skok, O.V. Yantser // Geography, Environment, Sustainability. — 2019. — Vol. 2(12). — P. 273-281.
32. Ovaskainen O. Chronicles of Nature Calendar, a Long-Term and Large-Scale Multitaxon Database on Phenology / O. Ovaskainen, E. Meyke, C. Lo // Scientific Data. — 2020. — Vol. 7(47). — P. 1-12.
33. Phenological Shifts of Abiotic Events, Producers and Consumers Across a Continent / T. Roslin, L. Antão, M. Hällfors [et al.] // Nature Climate Change. — 2021. — Vol. 11. — № 3. — P. 241-248.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Bajramkulova B.O. Sovremennye klimaticheskie izmeneniya i sezonnaya dinamika gorno-kotlovinnih landshaftov Severo-Vostochnogo Kavkaza [Modern Climatic Changes and Seasonal Dynamics of Mountain-Cotlinal Landscapes of the North-Eastern Caucasus] : dis. abst. ... PhD in Geography : 25.00.23 / Bajramkulova Bella Ozhajevna. — Karachaevsk, 2010. — 23 p. [in Russian]
2. Batocyrenov Je.A. Fenologicheskie issledovaniya v Zabajkal'e: istoriya i sovremennost' [Phenological Research in Transbaikalia: History and Modernity] / Je.A. Batocyrenov, D.V. Sandanov. — Ulan-Ude: Publishing House "EKOS", 2020. — 120 p. [in Russian]

3. Beruchashvili N.L. Chetyre izmerenija landshafta [The Four Dimensions of Landscape] / N.L. Beruchashvili. — Moscow: Mysl, 1986. — 180 p. [in Russian]
4. Bokov V.A. Prostranstvenno-vremennaja organizacija geosistem: Tekst lekcij [Spatial and Temporal Organization of Geosystems: lecture texts] / V.A. Bokov. — Simferopol: SSU, 1983. — 55 p. [in Russian]
5. Buryum Ju.V. Analiz sezonnoj dinamiki landshaftov Stavropol'skogo kraja dlja celej sel'skogo hozjajstva s primeneniem GIS-tehnologij [An Analysis of Seasonal Dynamics of Landscapes of Stavropol Krai for Agricultural Purposes Using GIS Technologies] / Ju.V. Buryum // Estestvennye i tehnicheckie nauki [Natural and Technical Sciences]. — 2014. — № 11. — P. 159-163. [in Russian]
6. Gadzhibekov M.I. Izmenchivost' klimata i dinamika polupustynnyh landshaftov Severo-Zapadnogo Prikaspija [Climate Variability and Dynamics of Semi-desert Landscapes of the North-Western Caspian Sea Region] : dis. abst. ... PhD in Geography : 25.00.23 / Gadzhibekov Muratkhan Isakovich. — Stavropol, 2009. — 22 p. [in Russian]
7. Gerasimova A.A. Fenologicheskij monitoring drevesno-kustarnikovej rastitel'nosti g. Tjumeni [Phenological Monitoring of Tree and Shrub Vegetation of Tyumen] : dis. abst. ... PhD in Biology : 03.02.08 / Gerasimova Anastasija Andreevna. — Tyumen, 2015. — 19 p. [in Russian]
8. Gordienko N.S. Fenologicheskie tendencii poslednih desjatiletij v prirode Juzhnogo Urala [Phenological Tendencies of the Last Decades in the Nature of the Southern Urals] / N.S. Gordienko, A.A. Minin // Izvestija RAN: Ser. geograficheskaja [Proceedings of the Russian Academy of Sciences: Ser. Geographical]. — 2006. — № 3. — P. 48-56. [in Russian]
9. Gunja A.N. Raznoobrazie vremennyh sostojanij i ustojchivost' vysokogornyh landshaftov [Diversity of Temporal States and Sustainability of High Mountain Landscapes] / A.N. Gunja, U.T. Gajrabekov // Groznenskij estestvennonauchnyj bjulleten' [Grozny Natural Science Bulletin]. — 2018. — Vol. 3. — № 2(10). — P. 28-35. [in Russian]
10. Gur'evskih O.Ju. Issledovanie sezonnoj dinamiki landshaftov Urala v paradigme funkcional'no-dinamicheskogo podhoda: istorija i sovremennost' [A Study of Seasonal Dynamics of Ural Landscapes in the Paradigm of Functional Dynamic Approach: History and Modernity] / O.Ju. Gur'evskih, Ju.R. Ivanova, N.V. Skok [et al.] // Geograficheskij vestnik [Geographical Bulletin]. — 2021. — № 1. — P. 16-30. [in Russian]
11. Gur'evskih O.Ju. Kartografirovanie fitofenologicheskix i bioklimaticheskix pokazatelej v landshaftnyh provincijah Urala [Mapping of Phytoperenological and Bioclimatic Indicators in Landscape Provinces of the Ural Mountains] / O.Ju. Gur'evskih, Ju.R. Ivanova, N.V. Skok [et al.] // Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal [International Research Journal]. — 2021. — № 6(108). — URL: <https://research-journal.org/archive/6-108-2021-june/kartografirovanie-fitofenologicheskix-yavlenij-i-bioklimaticheskix-pokazatelej-v-landshaftnyx-provinciyax-urala> (accessed: 14.05.2023). — DOI: 10.23670/IRJ.2021.108.6.065. [in Russian]
12. Dadaeva A.M. Klimaticheskie izmenenija i ih vlijanie na sezonnuju dinamiku landshaftov Chechenskoj respubliki [Climatic Changes and Their Impact on the Seasonal Dynamics of Landscapes in the Chechen Republic] / A.M. Dadaeva // Materialy IV Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii studentov, aspirantov i molodyh uchenyh s mezhdunarodnym uchastiem 18–20 maja 2021 g. [Proceedings of the IV All-Russian Scientific and Practical Conference of Students, Postgraduates and Young Scientists with International Participation 18-20 May 2021]. — Grozny: SPEKTR, 2021. — P. 515-521. [in Russian]
13. Zaurbekov Sh.Sh. Sezonnaja dinamika landshaftov kak integral'nyj pokazatel' sovremennyh klimaticheskix izmenenij (na primere polupustynnyh i stepnyh landshaftov Vostochnogo Predkavkaz'ja) [Seasonal Dynamics of Landscapes as an Integral Indicator of Modern Climate Change (on the Example of Semi-desert and Steppe Landscapes of the Eastern Ciscaucasia)] / Sh.Sh. Zaurbekov, V.V. Bratkov, Z.V. Ataev [et al.] // Trudy KNII RAN. Kompleksnyj nauchno-issledovatel'skij institut im. H.I. Ibragimova RAN [Proceedings of the KNII RAS. Integrated Research Institute named after K.I. Ibragimov]. — Grozny, 2015. — P. 230-245. [in Russian]
14. Ivanova Ju.R. Iz opyta izuchenija fenologicheskix razlichij mezhdu landshaftnymi rajonami nizkogornoj polosy Srednego Urala [From the Experience of Studying Phenological Differences between Landscape Regions of the Lowland Zone of the Middle Urals] / Ju.R. Ivanova, O.V. Jancer, N.V. Skok // Geografija i region: materialy mezhdunar. nauch.-prakt. konf. (23–25 sentjabrja 2015 g.): v 6 t. T. 1. Fizicheskaja geografija i landshaftnaja jekologija [Geography and Region: Materials of the International Scientific and Practical Conference (23-25 September 2015): in 6 vols. Vol. 1. Physical Geography and Landscape Ecology] / Perm State National Research University. — Perm, 2015. — P. 59-66. [in Russian]
15. Isachenko G.A. Konceptii mnogoletnej dinamiki landshaftov i vyzovy vremeni [Concepts of Perennial Landscape Dynamics and the Challenges of Time] / A.G. Isachenko // Voprosy geografii. Sb. 138: Gorizonty landshaftovedenija [Issues of geography. Coll. 138: Horizons of Landscape Science]. — Moscow: Codex, 2014. — P. 215-232. [in Russian]
16. Kalesnik S.V. Problemy fizicheskoy geografii: Izbr. tr. [Issues of Physical Geography: Selected Works] / S.V. Kalesnik. — Leningrad: Nauka: Leningr. Branch, 1984. — 288 p. [in Russian]
17. Kashkarova V.P. Sopryazhennaja dinamika bioty i klimata v sovremennom lesostepnom landshafte [Coupled Dynamics of Biota and Climate in a Modern Forest-Steppe Landscape] / V.P. Kashkarova, G.V. Domnikov, V.Ju. Masljakov [et al.] // Informacionnyj bjulleten' RFFI [Information Bulletin of the Russian Foundation for Basic Research]. — 1997. [in Russian]
18. Kuznecova V.P. Fenologicheskie processy v uslovijah izmenenija klimata severnyh territorij: na primere taezhnoj zony Hanty-Mansijskogo avtonomnogo okruga — Jugry [Phenological Processes under Climate Change in Northern Territories: the Example of the Taiga Zone of Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug – Yugra] : dis. abst. ... PhD in Geography : 25.00.23 / Kuznecova Vera Petrovna. — Tomsk, 2016. — 22 p. [in Russian]
19. Mamaj I.I. Dinamika landshaftov: metodika izuchenija [Landscape Dynamics: methodology of study] / I.I. Mamaj. — Moscow: Publishing House MSU, 1992. — 166 p. [in Russian]
20. Minin A.A. Fenoidikacija izmenenij klimata za period 1976-2015 gg. v central'noj chasti evropejskoj territorii Rossii: bereza borodavchataja (povislaja) (Betula verrucosa Ehrh. (B. pendula Roth.)), cheremuha obyknovennaja (Padus

avium Mill.), rjabina obyknovennaja (*Sorbus aucuparia* L.), lipa melkolistnaja (*Tilia cordata* Mill.) [Phenoinidication of Climate Change for the Period 1976-2015 in the Central Part of European Russia: Birch (*Betula verrucosa* Ehrh. (*B. pendula* Roth.)), Common Cherry Bird (*Padus avium* Mill.), Common Mountain Ash (*Sorbus aucuparia* L.), Small-leaved Lime (*Tilia cordata* Mill.)] / A.A. Minin, Je.Ja. Ran'kova, E.G. Rybina [et al.] // Problemy jekologicheskogo monitoringa i modelirovanija jekosistem [Problems of Ecological Monitoring and Modelling of Ecosystems]. — 2016. — Vol. XXVIII. — № 3. — P. 5-22. [in Russian]

21. Minin A.A. Fenologicheskie trendy v prirode central'noj chasti Russkoj ravniny v uslovijah sovremennogo poteplenija [Phenological Trends in the Nature of the Central Russian Plain in the Conditions of Modern Warming] / A.A. Minin, Je.Ja. Ran'kova, Ju.A. Bujvolov [et al.] // Zhizn' Zemli [Life of Earth]. — 2018. — Vol. 40. — № 2. — P. 162-174. [in Russian]

22. Mokrousov D.O. Sezonnaja dinamika landshaftov Teberdinskogo zapovednika [Seasonal Dynamics of Landscapes in the Teberdinsky Reserve] : dis. ... PhD in Geography : 25.00.23 / Mokrousov Dmitrij Olegovich. — Stavropol, 2006. — 160 p. [in Russian]

23. Okisheva L.N. Vremennaja dinamika i funkcionirovanie landshaftov Zapadnoj Sibiri [Temporal Dynamics and Functioning of Landscapes in Western Siberia] / L.N. Okisheva, L.B. Filandysheva; ed. by P.A. Okishev. — Tomsk: Publishing House of TSU, 2015. — 328 p. [in Russian]

24. Simonov Ju.G. Prostranstvenno-vremennoj analiz v fizicheskoj geografii [Spatial and Temporal Analysis in Physical Geography] / Ju.G. Simonov // Vestn. Mosk. un-ta. Ser. geog. [Bulletin of the Moscow State University. Ser. Geography]. — 1977. — № 4. — P. 22-29. [in Russian]

25. Solov'ev A.N. Klimatogennye fenologicheskie tendencii i dinamika bioraznoobrazija [Climatogenic Phenological Trends and Biodiversity Dynamics] / A.N. Solov'ev // Izmenenie klimata i bioraznoobrazie Rossii: postanovka problemy [Climate Change and Biodiversity in Russia: A Problem Statement]. — Moscow: Akropol, 2007. — P. 23-56. [in Russian]

26. Sochava V.B. Vvedenie v uchenie o geosistemah [Introduction to Geosystem Science] / V.B. Sochava. — Novosibirsk: Nauka. Sib. Branch, 1978. — 319 p. [in Russian]

27. Harlamova N.F. Klimat i sezonnaja ritmika prirody Barnaula: monografija [Climate and Seasonal Rhythm of Nature in Barnaul: monograph] / N.F. Harlamova. — Barnaul: Publishing House of AltSU, 2013. — 132 p. [in Russian]

28. Hromyh V.S. Nekotorye teoreticheskie voprosy izuchenija dinamiki landshaftov [Some Theoretical Issues in the Study of Landscape Dynamics] / V.S. Hromyh // Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Serija «Nauki o Zemle i smezhnye jekologicheskie nauki» [Bulletin of Tomsk State University. Series "Earth Sciences and Related Environmental Sciences"]. — 2007. — № 298. — P. 198-207. [in Russian]

29. Jancer O.V. Bioklimaticheskie pokazateli kak indikatorj sezonnyh sostojanij vysotnyh pojasov srednegorij Severnogo Urala [Bioclimatic Indices as Indicators of Seasonal Conditions of Altitudinal Belts of the Midlands of the Northern Urals] / O.V. Jancer // Fenomen landshaftno-geograficheskogo issledovanija: sbornik statej [The Phenomenon of Landscape Geography Research: A collection of articles] / editor-in-chief D.V. Chernyh. — Novosibirsk, 2023. — P. 104-112. [in Russian]

30. Delgado M.D.M. Differences in Spatial versus Temporal Reaction Norms for Spring and Autumn Phenological Events / M.D.M. Delgado, T. Roslin, J. Kurhinen // Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. — 2020. — Vol. 117. — № 49. — P. 31249-31258.

31. Ivanova U.R. Spatial Heterogeneity In Phenological Development Of *Prunus Padus* L. In The Yekaterinburg City / U.R. Ivanova, N.V. Skok, O.V. Yantser // Geography, Environment, Sustainability. — 2019. — Vol. 2(12). — P. 273-281.

32. Ovaskainen O. Chronicles of Nature Calendar, a Long-Term and Large-Scale Multitaxon Database on Phenology / O. Ovaskainen, E. Meyke, C. Lo // Scientific Data. — 2020. — Vol. 7(47). — P. 1-12.

33. Phenological Shifts of Abiotic Events, Producers and Consumers Across a Continent / T. Roslin, L. Antão, M. Hällfors [et al.] // Nature Climate Change. — 2021. — Vol. 11. — № 3. — P. 241-248.