

УДК 911.52

ЛЕЙТМОТИВЫ ЛАНДШАФТОВЕДЕНИЯ

© 2025 г. А. В. Хорошев*

*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет,
Москва, Россия*

**e-mail: avkh1970@yandex.ru*

Поступила в редакцию 29.05.2024 г.

После доработки 25.05.2025 г.

Принята к публикации 03.06.2025 г.

На основе анализа материалов Ландшафтных конференций, журнальных и монографических публикаций 2010–2020-х годов выявлены приоритетные теоретические и методологические установки и виды мотивации современных ландшафтных исследований в России. Диапазон задач ландшафтоведения представлен в виде триад “инвентаризация–связи–прогноз” (фундаментальные) и “оценка–адаптированность–планирование” (прикладные). Выделены лейтмотивы: 1) геотопологический “квази”-детерминизм; 2) пространственная структура и разнообразие; 3) межкомпонентные радиальные связи; 4) интегрирующие и дифференцирующие латеральные потоки; 5) последовательность состояний и эволюционных стадий развития; 6) ландшафт как реактор; 7) саморазвитие, саморегулирование, самоорганизация; 8) эмерджентность ландшафта; 9) ландшафт как ресурс и источник экосистемных услуг. Для каждого лейтмотива предложен перечень перспективных вопросов исследования. Распределение интересов ландшафтоведов по материалам XIV Ландшафтной конференции показало, что функционально-динамическому и структурно-динамическому направлению следует меньше докладов (31%), чем структурно-статическому и функционально-статическому (69%). Исследования пространственной структуры в центре внимания 59% работ, функционирования — 41%. Современный этап исследования характеризуется переходом: от детерминистских представлений к концепции полиструктурности; от интуитивного картографирования к строгому физическому обоснованию и формализации на основе геоморфометрии, дистанционных материалов и полевой верификации; от констатации закономерных сочетаний свойств к математико-статистическим и физическим моделям, позволяющим прогнозировать цепные реакции и распознавать критические пороги как следствие нелинейных эффектов в локальных откликах на глобальные изменения. Наблюдается также переход от выявления диапазона и последовательностей состояний геокомпонентов к закономерностям естественных и антропогенных изменений пространственной структуры, ее самоорганизации и механизмам развития эмерджентных эффектов взаимодействия геокомплексов.

Ключевые слова: методологическая установка, геосистема, структура, связи, модель, потоки, динамика, эволюция, самоорганизация, эмерджентность

DOI: 10.7868/S2658697525040014

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

В начале XXI в. была сделана попытка выделить 11 лейтмотивов географии как совокупность основных исследовательских программ — способов анализа и действий, применяемые исследователями при описании и объяснении географических явлений для решения тех или иных задач (Дроздов и др., 2017). Выделение лейтмотивов ландшафтоведения второго десятилетия XXI в. — отчасти как частных случаев лейтмотивов географии, отчасти специфич-

ных — стимулировало бы исследователей более четко осознать свое место в общем контексте науки. Это место может характеризоваться в категориях “магистральная линия”, “острие науки”, “малоисследованный вопрос”, “новая тема”, “рутинное исследование”, “изобретение велосипеда”, “боковая линия”, “междисциплинарное исследование” и т.д. При этом “рутинное исследование” (например, составление еще одной ландшафтной карты по стандартной методике) не следует рассматривать в нега-

тивной коннотации. Ведь накопление данных и верификация результатов по устоявшейся исследовательской программе, например, в новом регионе или в новых климатических условиях — обязательное условие уточнения теории, а, следовательно, и воспроизводимости результатов.

В последние годы появился ряд публикаций, посвященных анализу достигнутого уровня, проблемам и перспективам ландшафтоведения (Исаченко А.Г., 2016; Позаченюк, Линник, 2022; Петеем, 2018; Черных, 2018; Frolova, 2019; Khoroshev, 2022). Например, высказано мнение, что к настоящему времени базовыми являются двенадцать концепций: структурно-генетическая, физико-географического районирования, классификации ландшафтов, полиструктурности ландшафтов, функционально-динамическая, геосистемная, антропогенных ландшафтов, природно-хозяйственных территориальных систем, антропогенных модификаций ландшафтов, природно-ресурсного потенциала ландшафтов, экологического состояния ландшафтов, гуманистического потенциала ландшафтов (Михели, 2015). Назрела потребность в анализе предметного содержания ландшафтных исследований с точки зрения соотношения традиций и инноваций. Поэтому мы поставили цель выявить приоритетные теоретические и методологические установки современных ландшафтных исследований и дать обзор перспектив развития на основании большой репрезентативной выборки.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В основе обзора — материалы конференций, представляющих диапазон современных ландшафтных исследований: XII, XIII и XIV Ландшафтных конференций (Ландшафтоведение ..., 2017; Современное ..., 2018; Теоретические ..., 2023), Ландшафтно-экологических чтений (Ландшафтная ..., 2018; Ландшафтоведение ..., 2020; Природа ..., 2022), а также журнальные и монографические публикации последнего десятилетия. Всего проанализировано 1334 публикации перечисленных конференций. Анализировались данные опроса среди участников Ландшафтной конференции 2018 г. (всего 80 человек). Респондентам предлагалось назвать 3–5 основных теоретических достижений за последние 20 лет и наиболее перспективные направления.

Для наукометрического анализа 218 публикаций XIV Ландшафтной конференции (Теоретические ..., 2023) мы воспользовались классификацией направлений моделирования геосистем А.Г. Топчиева (1988): 1) структурно-статическое (классификация пространственных структур);

2) функционально-статическое (механизм функционирования геосистемы на фиксированный момент); 3) структурно-динамическое (сравнение разновременных пространственных структур); 4) функционально-динамическое (диапазон естественных колебаний структуры и механизмы появления направленных изменений). Мы намеренно упростили представление о структуре ландшафта до только пространственной структуры, так как компонентная структура (включая межкомпонентные взаимодействия) описывается функциональными направлениями. Предлагаемые автором способы группировки современных ландшафтных исследований — по задачам, лейтмотивам, фундаментальным и прикладным перспективам — вполне субъективны и не претендуют на статус классификации. С другой стороны, подобная работа давно никем не проводилась, а актуальность саморефлексии ландшафтоведения весьма высока с учетом технологических трендов и социального запроса. Автор даже надеется на корректировку или дополнение перечня представленных лейтмотивов в ходе обсуждения профессиональным сообществом.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Анализ публикаций 2010–2020-х годов показывает, что набор задач ландшафтоведения может быть сведен к триадам “инвентаризация — связи — прогноз” и “оценка — адаптивность — планирование”. В каждой из них задачи перечислены в логической последовательности.

Первая триада характеризует в основном фундаментальные задачи, решение которых может находить применение и в прикладной сфере.

1) Инвентаризация природных комплексов. Основные вопросы: что и где расположено; в какие группы объединяются объекты; какова их иерархия. Результат реализуется в виде карт, классификаций, районирования (Михно, Горбунов, 2021). Ландшафтная структура рассматривается как каркас для изучения пространственных закономерностей в природно-общественных отношениях; в этом состоит сущность ландшафтно-географического метода (Исаченко А.Г., 2016). Осознание неполноты существующих классификаций стимулирует создание единых классификаций природных и антропогенных (Осипов, 2023а), наземных и морских (Позаченюк, 2020) ландшафтов. Продолжается совершенствование классификация антропогенных ландшафтов по видам основного использования (Денисик, 2012).

2) Идентификация связей между геокомпонентами или геокомплексами. Основные

вопросы: что от чего зависит; какова теснота и знак зависимости. Результат реализуется в виде перечисления закономерных комбинаций признаков, математических моделей, схем индикации.

3) Прогноз изменений под действием внутренних или внешних сил. Основные вопросы: что будет, если ...; когда могут произойти изменения; как они повлияют на ландшафт и человека. Прикладная сфера таких исследований включает расчет допустимых нагрузок, оценку возможности долговременного использования (надежности).

Вторая триада задач относится целиком к группе прикладных.

4) Оценка природных комплексов для тех или иных прикладных целей. Основные вопросы: каковы возможности и ограничения использования; сколько ресурсов можно использовать и каким способом. Этот род исследований является неперенным этапом территориального планирования на ландшафтной основе (Антипов, 2019).

5) Адаптация видов деятельности к пространственным различиям. Основной вопрос: почему что-то размещено (было размещено) так, а не иначе. С 1990-х годов наблюдается всплеск интереса к историческому опыту антропогенизации ландшафтов и адаптации землепользования к ландшафтным условиям (Вампилова, 2023; Денисик, 2012; Низовцев, 2018; Трапезникова, 2017).

6) Планирование видов деятельности в связи с существующими пространственными различиями. Основные вопросы: как надо разместить угоды; какие технологии применять. Знание о пространственной организации ландшафта используется для подбора оптимальных видов землепользования или охраны для каждого урочища. Наиболее активные современные области реализации этой задачи — планирование агроландшафтов, в том числе с применением концепции полиструктурности (Gorbunov et al., 2022), городского хозяйства (Низовцев и др., 2020), рекреационной деятельности (Михно, 2011; Чижова, 2011), особо охраняемых территорий (Гурьевских, 2018).

В тематике современных исследований прослеживаются несколько исследовательских целевых установок — *лейтмотивов ландшафтоведения*. Они неравномерны по популярности и накопленным результатам. Однако, по мнению автора, они отражают реальность и позволяют распознать некоторые тенденции развития нашей науки (Khoroshev, 2022).

Геотопологический “квази”-детерминизм — в основе “львиной доли” исследований. Счи-

тается, что морфолитогенная основа (МЛО) ландшафта контролирует свойства геокомпонентов, ресурсов, видов деятельности. Основным результатом — выявление вариантов зависимостей от МЛО. По сути, расширяется географический и исторический диапазон сведений с использованием хорошо отработанной методологии, в основном в рамках генетико-морфологической концепции или геотопологии сибирской школы. Название этого лейтмотива требует оговорки. По сравнению с ландшафтоведением 1940–1960-х годов теперь вклад МЛО в пространственную дифференциацию признается хотя и решающим во многих регионах, но необязательно формирующим резкие границы с четкой сменой всех компонентов. Недавно разработаны более общие классификации факторов типов целостности геосистем, интеграции и дифференциации ландшафтного покрова (Осипов, 2023б). Сейчас имеет смысл говорить о вероятности соответствия свойств мобильных компонентов свойствам МЛО (Khoroshev, 2022), хотя вероятностный способ показа границ (прежде всего — постепенных переходов) пока не получил распространения. Несмотря на традиционность, востребованность этого лейтмотива связана с богатством прикладных возможностей по “вписыванию” землепользования в генетико-морфологические структуры. Тренд состоит в переходе от картографирования с большой долей субъективизма в определении морфолитогенных границ к формализации морфолитогенного каркаса ландшафтных процессов средствами геоморфометрии, обычно в комбинации с анализом отклика почвенно-растительного покрова по космическим снимкам и верификацией степени когерентности геокомпонентов по полевым данным (Козлов и др., 2017; Хромых, 2023; Egofeev, Kopysov, 2020).

Пространственная структура и разнообразие как лейтмотив продолжает традиционную с 1960-х годов линию описания и анализа ландшафтной структуры регионов. Понятие “ландшафтное разнообразие” уже довольно давно формализовано и предусматривает количественные оценки не только числа видов ландшафтных единиц, но и площадных соотношений и равномерности их распределения (Борисова, 2016; Ганзей, 2014; Фетисов, 2018). Однако до сих пор “ландшафтное разнообразие” нечетко отделяется от понятия “ландшафтная структура”. Оба понятия нередко сводятся к перечислению разновидностей геокомплексов с описанием их иерархии и соответствующих факторов дифференциации. Например, работа, в заголовке которой “Ландшафтное разнообразие ...”, заканчивается выводом: “Современная ландшафтная структура ... сформирована под влиянием ...

факторов” (Мюльгаузен и др., 2018). Типовые практические применения исследований ландшафтного разнообразия — оценки репрезентативности в системах ООПТ, рекомендации по режимам сохранения или использования видов природных комплексов (Гурьевских, 2018; Мирзеханова, Климина, 2023). Более активно стали применяться количественные показатели ландшафтного разнообразия (Зелепукина и др., 2023), анализ симметрии/дисимметрии (Горбунов, 2022), количественные меры сходства ландшафтной структуры регионов (Zolotov and Chernykh, 2020).

Межкомпонентные радиальные связи — также традиционный лейтмотив ландшафтоведения, который концентрируется на выявлении типичных сочетаний свойств геокомпонентов, индикации и цепных реакций на основе качественных или количественных моделей связей. Разработаны технологии выделения границ ареалов геосистем не привычным способом выявления комбинаций тех или иных структурных показателей, а по степени их функциональной связи с использованием детерминанта Якоби (Черкашин, Истомина, 2013). Исходя из реляционных представлений, согласно которым пространство не существует вне процессов, которые его определяют, ландшафт не может быть понят вне структурных и функциональных отношений между элементами разной природы (Черных, 2018). Достаточно очевиден тренд перехода исследований межкомпонентных связей на уровень математико-статистических и, реже, физических моделей (Байбар и др., 2023; Сысуев, 2020; Филь и др., 2023), который, однако, еще не стал стандартом (в отличие от большинства англоязычных ландшафтно-экологических исследований). В материалах XIV Ландшафтной конференции (Теоретические ..., 2023) математические методы анализа компонентной и пространственной структуры используют не более 15% докладов.

Латеральные потоки как фактор интеграции и дифференциации пока не стали приоритетным лейтмотивом ландшафтных исследований, хотя именно они ответственны за целостность геосистем. Латеральные потоки чаще всего рассматриваются в связи с катенарной организацией в геохимическом (Авессаломова, 2018) или литодинамическом (Бевз и др., 2017) аспектах (в том числе в связи с проектированием экологического каркаса), в связи с переносом воды (Erofeev and Kopysov, 2020), реже — радионуклидов (Линник, 2018). Конструктивен обозначившийся интерес ландшафтоведов к эффектам разнонаправленных негравитационных потоков (перевеиваемого снега и почвенных частиц, семян, животных и продуктов их жизнедеятель-

ности и т.д.), которые могут вызывать динамику состояний и границ природных комплексов (Квасникова и др., 2023; Федотов, Федотов, 2015). Неоправданно невелико пока внимание к латеральным связям, возникающим как проявление позиционного эффекта и вызывающих дифференциацию плоских литологически однородных поверхностей. Например, это возможно под влиянием лесополос (Чендев, Нарожняя, 2023). Недооценен пока эффект миграций животных (в огромной степени зависящих от рисунка ландшафта) для пространственной организации почвенно-растительного покрова, геохимических обстановок, а иногда и рельефа (Иванов, 2013).

При разработке концепции полиструктурности выделено несколько особых типов ландшафтных структур, формируемых латеральными потоками (позиционно-динамические, парагенетические, бассейновые, гециркуляционные), которые накладываются на генетико-морфологические (геостационарные) (Гродзинский, 2014; Солнцев, 1997). Материалы XIV Ландшафтной конференции (Теоретические ..., 2023) показал, что интерес к гециркуляционным структурам проявлен в 21% от общего числа работ (при этом к геостационарным — 29%). Из группы гециркуляционных структур на бассейновые приходится 6% работ (Бевз, 2023; Семенов и др., 2023), причем только 3 из 12 рассматривают динамику бассейновых геосистем, остальные — в рамках статических направлений. Позиционно-динамические структуры использованы в 4% работ, которые посвящены в основном экологическим градиентам в катенах. Видимо, ландшафтоведение, к сожалению, уступило право изучать катенарную организацию геохимии ландшафта. Это вряд ли оправдано, поскольку, помимо “судьбы атомов в ландшафте”, движению под действием поверхностных и внутрипочвенных плоскостных потоков подчиняется множество других видов вещества и энергии. Парагенетические структуры привлекли внимание 10% исследований (Гуня, Гакаев, 2023; и др.). Биоцентрично-сетевые структуры как результат и условие латеральных биотических потоков пока не нашли адекватного понимания в среде ландшафтоведов (3%). Типовая задача — какие коридоры соединяют ценные местообитания среди враждебной матрицы и насколько это адекватно задачам экологического каркаса (Котлов, Курбатова, 2023).

Последовательность состояний и эволюционных стадий развития является одним из наиболее хорошо выраженных лейтмотивов русскоязычного ландшафтоведения, которое изначально позиционировало себя как генетическое. Многолетний опыт к 1990–2000-м годам оформился в концеп-

ции ландшафтно-динамического (“местоположение — состояние”) анализа (Исаченко Г.А., 2014) и эволюционного ландшафтоведения (Дьяконов и др., 2023). Большинство исследований обосновывает изменения динамических состояний или смены эволюционных стадий под действием внешнего фактора или саморазвития, их длительность, сопряженность изменений компонентов (Валов и др., 2018). Диапазон временных масштабов весьма велик: от сезонных состояний, индицируемых по фенологическим явлениям (Янцер, Братанов, 2023) и гидротермическим параметрам до многовековых ландшафтных инвариантов. Большое место занимает описание динамики пространственных соотношений видов ландшафтов под действием климатических, геодинамических и антропогенных факторов с акцентом на усложнение или упрощение ландшафтной структуры (Петрушина и др., 2023). С другой стороны, динамика антропогенных модификаций обычно представляется в виде сравнения долей типов угодий за разные периоды с объяснением социально-экономических, климатических или геодинамических причин.

Распределение интересов ландшафтоведов (Теоретические ..., 2023) показывает, что функционально-динамическое и структурно-динамическое направления менее популярны (или, скорее, более трудоемки), чем структурно-статическое и функционально-статическое (рис. 1). Исследования пространственной структуры преобладают над исследованиями функционирования (связей между геокомпонентами).

Ландшафт как реактор в качестве лейтмотива никогда не фигурировал; хотя такое понятие довольно давно встречается в литературе применительно к почвам. Ландшафт воспринимает внешний сигнал и, “переваривая” его, либо дает эффект на выходе (поток вещества), либо адаптируется путем преобразования пространственной или компонентной структуры (реагирует на сигнал), либо производит некоторую “работу”. Большой пласт работ по чувствительности пространственной и компонентной структуры ландшафта к климатическим изменениям возник с 1980-х годов; в них главной идеей стало неодинаковое преломление внешнего сигнала в зависимости от условий зонального и урочищного уровней (Горбунов, 2022; Коломыц, 2024; Chistyakov et al., 2020). Важнейший результат — установление градаций инертности как одного из видов устойчивости. Совсем недавно возникла проблематика количественной оценки “работы” ландшафта (прежде всего, биопродуцирования, испарения) как преобразователя энергетического сигнала с позиций термодинамики (Sandler et al., 2020).

Саморазвитие, саморегулирование, самоорганизация ландшафта теоретически должны занимать одно из центральных мест в поле интересов ландшафтоведов, что пока не соответствует действительности, за исключением работ В.Н. Петлина (Петлин, 2020). В материалах российских Ландшафтных конференций подобные ключевые слова почти не встречаются. Однако как важное достижение последних 30 лет наибольшее количество участников опроса отметили разработку технологий прогнозирования пространственных соотношений элементов ландшафта, возникающих в процессе самоорганизации (Викторов и др., 2023). Росту дискретности либо континуальности ландшафтной структуры в ходе самоорганизации, а именно — решающей роли положительных обратных связей в формировании дискретных границ, в последние годы уделял приоритетное внимание Ю.Г. Пузаченко (2017).

Эмерджентность ландшафта и синергетические эффекты как результат взаимодействия пространственных элементов пока еще не оформились в самостоятельный лейтмотив, но, по убеждению автора, это непременно произойдет. Свойство, которое возникает не в отдельных пространственных элементах, а только в результате их взаимодействия — это главная сущность ландшафта как геосистемы. С некоторым опережением здесь развивается англоязычная ландшафтная экология, в которой основным примером служит жизнеспособность метапопуляций в мозаичном ландшафте с комбинацией пригодных и полупригодных местообитаний, связующих биокоридоров и враждебной или полувраждебной матрицы (With, 2019). Физические механизмы возникновения эмерджентных свойств геосистем практически не исследованы. Делаются лишь попытки установить, как зависят отдельные свойства геокомпонентов от пропорций и взаиморасположения пространственных элементов во вмещающей геосистеме. С эмерджентными эффектами “визуального взаимодействия” природных комплексов фактически имеет дело оценка эстетических свойств ландшафтов для планировочных целей (обычно с использованием оценки ландшафтного разнообразия, дистанционной информации и цифровых моделей рельефа), хотя это и не декларируется авторами (Бибаева, 2022; Дирин, Попов, 2010; Лозбенева, 2022).

Ландшафт как ресурс и источник экосистемных услуг — лейтмотив с одной стороны, традиционный, с другой — обретающий новое содержание. Традиционность связана с многочисленными исследованиями применительно к ресурсам и условиям их эксплуатации в категориях “пригодность”, “обеспеченность”, “запас”, “состоя-

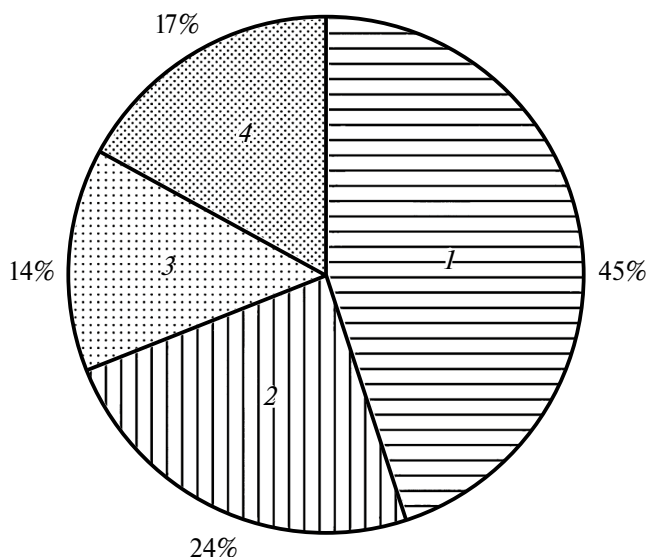


Рис. 1. Распределения интересов по материалам XIV Ландшафтной конференции (Теоретические ..., 2023) по направлениям исследований: 1 — структурно-статическое, 2 — функционально-статическое, 3 — структурно-динамическое, 4 — функционально-динамическое.

ние”, “лимит”. Новое содержание обусловлено востребованностью экономических оценок материальных и, что гораздо менее тривиально, нематериальных благ ландшафта. Термин “экосистемные услуги” неудачен и даже кажется парадоксальным, но им приходится пользоваться как уже общепринятым. Эта тематика не является привилегией географии и обладает новизной только в связи с появлением косвенных методов экономических оценок функций ландшафта. Ландшафтоведение, давно имеющее в своем арсенале понятия “свойства”, “функции”, “потенциал”, выполняет вспомогательную роль для привязки экономических оценок к геокомплексам, понимания возможных цепных реакций, выявления локальных экологических ценностей, значимых для устойчивого функционирования больших территорий (Солодянкина и др., 2020; Харитоновна, 2014). Однако, появление понятия “ландшафтные услуги” (как особый случай экосистемных) накладывает обязательства именно на ландшафтоведение и ландшафтную экологию. Речь идет о благах, возникающих только в гетерогенном пространстве размером в десятки — сотни квадратных километров и только в результате взаимодействия пространственных единиц, сопоставимых с урочищами.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Опрос участников Ландшафтной конференции в Воронеже показал, что ландшафтоведение давно уже не замыкается на выделении урочищ и местностей (как иногда кажется со стороны

людям, слабо знакомым со специальной литературой). Сформировался довольно длинный перечень сюжетов, которых в ландшафтоведении в “докомпьютерную эру” либо просто не было, либо они были представлены на уровне первых идей с минимальной реализацией.

Как показал наш наукометрический анализ, в ландшафтоведении по-прежнему преобладают исследования пространственной структуры с основным результатом в виде ландшафтных карт, их анализа или прикладных оценок на их основе. Тренд 1970-х годов на детальное изучение механизмов функционирования на ряде стационаров и полустационаров (Сибирь, Мещера, Приладожье, Кавказ, Карпаты и др.) не получил должного развития на рубеже веков. Причины, думается, кроются во внешних факторах, хотя внутреннее развитие логики ландшафтоведения вело в сторону именно детального изучения радиальных и латеральных процессов. Во-первых, трудности организации и материального обеспечения стационарных исследований в новых экономических условиях не были преодолены. Во-вторых, основной запрос на ландшафтные работы поступает со стороны разных видов территориального планирования, которое нуждается, в первую очередь, в оценках ресурсов и экологических ситуаций с точной территориальной привязкой, то есть на основе ландшафтных карт с представлением границ в виде статичных объектов.

Тем не менее, перспективы развития ландшафтоведения нам видятся именно в приоритетном развитии динамических направлений со смещением акцента на пространственные отношения. В рамках выделенных лейтмотивов они представляются следующим образом.

Современный взгляд на лейтмотив “*Геоморфологический квази-детерминизм*” трактует строгое соответствие между абиотическими и биотическими компонентами как лишь частный случай. Исследования неповсеместной “когерентности” геокомпонентов идут по пути привлечения сведений о неодинаковости характерных времен и меры инертности компонентов, независимого от морфолитогенной основы саморазвития по принципу положительной обратной связи, наложения эффектов разнотипных ландшафтных структур, большой доле постепенных переходов между геосистемами, различиях серийных состояний, эффектах позиционного фактора.

Перспективы будущих исследований с лейтмотивом “*Пространственная структура и разнообразие*” видятся в выявлении факторов изменчивости пространственной структуры. По данным опроса, к наиболее перспективным направлениям отнесены: а) разработка канони-

ческих моделей формирования и саморазвития ландшафтных рисунков (Викторов и др., 2023); б) многомерный анализ структуры, фрактальные свойства ландшафта (на основе обработки данных дистанционного зондирования и использования цифровых моделей рельефа с полевой верификацией) (Пузаченко, 2014); в) концепция полиструктурности ландшафта (Боков, 2023; Сысуев, 2020); г) формализованное картографирование на основе методов геоморфометрии и классификации многоканальных космических изображений (Хромых, 2023).

Перспективы исследований с лейтмотивом “*Межкомпонентные связи*” видятся, согласно опросу, в развитии концепций: а) ландшафта как корреляционной, а не жестко детерминированной системы с преобладанием нелинейных связей; б) множественности устойчивых состояний геосистем, триггерных эффектов; в) геофизического и геохимического моделирования процессов с применением цифровых моделей рельефа с параметризацией по полевым измерениям (Сысуев и др., 2024). Потребуется описание и объяснение изменчивости функции отклика при варьировании условий среды (Черкашин, Солодянкина, 2020). Почти не реализованы в ландшафтоведении возможности метода географически взвешенной регрессии, который позволяет распознавать ареалы с единством межкомпонентных отношений.

Важнейшими перспективами развития лейтмотива “*Латеральные потоки*” представляются: неравномерность распространения потоков (в том числе опасных) по разным направлениям в зависимости от ландшафтной структуры; зависимость скорости потоков от проницаемости и связности элементов. Заслуживает внимания представленный в большинстве ГИС инструмент расчета “дистанции наименьшей стоимости”. Он позволяет прогнозировать пути распространения биотического или абиотического потока по принципу минимальной дистанции при наименьшей сопротивляемости среды, характеризующейся, например, через водопроницаемость почв, уклон, сомкнутость растительного покрова, геохимические барьеры и т.п.

К перспективным направлениям лейтмотива “*Последовательность состояний*” можно отнести прогнозирование вероятности будущих состояний, определение критериев обратимости/необратимости изменений, диапазона динамических состояний как основание для оценки восстанавливаемости после нарушений, установление зависимости изменчивости состояний от пространственной структуры ландшафта, выявление закономерностей развития культурных ландшафтов. Эволюционное

ландшафтоведение, отталкиваясь от палеогеографических реконструкций климатических обстановок и растительности, видимо, будет стремиться к палеореконструкциям пространственной структуры ландшафта и выявлению наследия прошлых эпох в современной структуре.

Лейтмотив “*Реактор*” в ближайшие десятилетия будет, видимо, одним из наиболее приоритетных. Это объясняется востребованностью технологий адаптации к быстрым глобальным изменениям. Ландшафтоведение должно будет предложить структурные и функциональные критерии устойчивости, основанные на знании цепных реакций, положительных и отрицательных обратных связей в геосистемах. Вряд ли будет возможно обойтись без термодинамических моделей физических процессов, гасящих либо усиливающих внешние сигналы.

Лейтмотив “*Саморазвитие, саморегулирование, самоорганизация*” также должен войти в группу приоритетных. Изменение пропорций и конфигураций пространственных элементов в результате самоорганизации может вызывать изменение эмерджентных эффектов, важных для хозяйственной деятельности (например, изменение риска заморозков и уровня грунтовых вод при росте эрозионной сети), или жизнеспособности популяций животных (изменение площади кормовой базы из-за зарастания полей).

Лейтмотив “*Эмерджентность*” в будущем должен составить отличие компетенции ландшафтоведения от других наук. Его прикладное значение для территориального планирования связано с подбором таких пропорций, размеров, соседств, конфигураций угодий, которые были бы оптимальны для экологической устойчивости и одновременного выполнения социально-экономических функций. Основная задача территориального планирования, которая опирается на эмерджентные свойства ландшафта, заключается в сохранении или создании их посредством обеспечения латеральных потоков косного и живого вещества между пространственными элементами.

Лейтмотив “*Ресурс и экосистемные услуги*” по сути междисциплинарный. Синергизм/конфликтность использования экосистемных услуг может стать интересным предметом ландшафтного исследования в связи с теми рамочными условиями, которые создает пространственная организация геосистем, в том числе по размерам и конфигурации требуемых территорий.

Базовыми являются двенадцать концепций: структурно-генетическая, физико-географического районирования, классификации ландшафтов, полиструктурности ландшафтов, функциональ-

но-динамическая, геосистемная, антропогенных ландшафтов, природно-хозяйственных территориальных систем, антропогенных модификаций ландшафтов, природно-ресурсного потенциала ландшафтов, экологического состояния ландшафтов, гуманистического потенциала ландшафтов (Михели, 2015).

Итак, по сравнению с 1970–1980-ми годами (когда тон задавали В.Б. Сочава, А.Г. Исаченко, Н.А. Солнцев, Ф.Н. Мильков, К.И. Геренчук, Н.Л. Беручашвили, В.С. Преображенский, А.А. Крауклис и их ученики), в первые десятилетия XXI в. намечается дальнейшее существенное развитие теории и методологии ландшафтоведения. По мнению автора, основанному на анализе публикаций последнего десятилетия, их можно описать следующими тематическими трендами:

1) от компиляции сведений о геокомпонентах и геокомплексах к статистически строгому доказательству связей между ними;

2) от приоритетного внимания к межкомпонентным связям к связям латеральным;

3) от изучения факторов ландшафтной дифференциации к факторам интеграции;

4) от констатации и объяснения факта мозаичности к изучению эмерджентных свойств пространственной структуры;

5) от качественных словесных или табличных характеристик территорий к математической формализации;

6) от карт природно-территориальных комплексов к картам структур в строгом смысле, т.е. к способам отображения внтрикомплексных и межкомплексных связей;

7) от геотопологического детерминизма к признанию саморазвития ландшафта независимого от морфолитогенной основы;

8) от статичных карт стабильных природных комплексов с резкими границами к картам дискретно-континуальной пространственной организации с сочетанием статичных и динамичных границ;

9) от опоры на “моноструктурную” организацию (продиктованной геолого-геоморфологическими свойствами) к признанию полиструктурности ландшафта, обусловленной разномасштабными процессами разной физической природы;

10) от представлений о линейных связях к изучению нелинейных эффектов межкомпонентных взаимодействия и критических порогов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. В современном ландшафтоведении исследование пространственной структуры (структурно-статическое и структурно-динамическое

направления) преобладают над исследованиями межкомпонентных и межкомплексных связей (функционально-статическое и функционально-динамическое направления). Наименее разработанным остается структурно-динамическое направление, раскрывающее закономерности эволюции пространственной организации. Традиция исследования биоцентрично-сетевых структур, магистральных для ландшафтной экологии, в русскоязычном ландшафтоведении только начинает формироваться. Внимание к геодинамическим структурам как результату гравитационных потоков вещества явно уступает традиции приоритетного исследования геостационарных структур.

2. Современный этап исследования пространственной структуры ландшафта характеризуется переходом от детерминистских представлений о роли морфолитогенной основы к изучению эффектов наложения нескольких типов структур, в том числе порождаемых латеральными абиотическими и биотическими потоками. Наблюдается тенденция к строгому физическому обоснованию и математической формализации дифференциации ландшафтной оболочки по функциональным показателям на основе геоморфометрии и дистанционной информации с полевой верификацией, что повысит воспроизводимость процедур ландшафтного картографирования.

3. В исследованиях межкомпонентных отношений происходит переход от констатации закономерных сочетаний свойств и схем индикации к математико-статистическим и физическим моделям, позволяющим прогнозировать цепные реакции и распознавать критические пороги как следствие нелинейных эффектов. Такие модели становятся основой прогнозирования будущих траекторий развития с учетом локальной специфики отклика природных комплексов на глобальные изменения.

4. Предмет эволюционно-динамических исследований смещается от диапазона и последовательностей состояний геокомпонентов к закономерностям естественных и антропогенных изменений пространственной структуры, ее самоорганизации и механизмам развития эмерджентных эффектов взаимодействия геокомплексов.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Исследование выполнено в рамках Госзадания географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова № 121051300176-1 “Факторы и процессы пространственно-временной организации природных и антропогенных ландшафтов”.

FUNDING

The research was financially supported within the framework of the State Assignment of the Faculty of Geography of Lomonosov Moscow State University no. 121051300176-1.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Авессаломова И.А.* Информативность эколого-геохимических карт при конструировании агроландшафтов // Современное ландшафтно-экологическое состояние и проблемы оптимизации природной среды регионов: матер. XIII международ. ландшафт. конф. Воронеж: ИСТОКИ, 2018. Т. 1. С. 82–84.
- Антипов А.Н.* Географические основы гидрологии и ландшафтного планирования: избр. тр. М.: Гео, 2019. 335 с.
- Байбар А.С., Пузаченко М.Ю., Сандлерский Р.Б., Кренке А.Н.* Ландшафтные инварианты — параметры порядка динамической системы // Изв. РАН. Сер. геогр. 2023. Т. 87. № 3. С. 370–390. <https://doi.org/10.31857/S2587556623030056>
- Бевз В.Н.* Бассейновые геосистемы Центрального Черноземья как объект ландшафтного планирования // Теоретические и прикладные проблемы ландшафтной географии. VII Мильковские чтения: матер. XIV международ. ландшафт. конф. Воронеж: Изд-во ВГУ, 2023. Т. 1. С. 198–200. <https://doi.org/10.17308/978-5-9273-3692-0-2023-198-200>
- Бевз В.Н., Горбунов А.С., Быковская О.П.* Структурно-функциональное зонирование территории как метод оптимизации ландшафтов (на примере Калачской лесостепи) // Вестн. Воронеж. гос. ун-та. Серия: География. Геоэкология. 2017. № 2. С. 49–58.
- Бибеева А.Ю.* Эстетическая оценка ландшафтов на региональном уровне (на примере центральной экологической зоны Байкальской природной территории) // География и природные ресурсы. 2022. Т. 43. № 2. С. 169–176. <https://doi.org/10.15372/GIPR20220218>
- Боков В.А.* Формы проявления полиструктурности ландшафтов // Теоретические и прикладные проблемы ландшафтной географии. VII Мильковские чтения: матер. XIV международ. ландшафт. конф. Воронеж: Изд-во ВГУ, 2023. Т. 1. С. 15–17. <https://doi.org/10.17308/978-5-9273-3692-0-2023-15-17>
- Борисова И.Г.* Ландшафтное разнообразие Амурской области // География и природные ресурсы. 2016. № 2. С. 125–131.
- Валов М.В., Бармин А.Н., Ерошкина О.С., Сутырина Е.Н.* Влияние флуктуационных смен гидротермических условий на динамику растительного покрова особо долгопоемных урочищ дельты р. Волги // Ландшафтная география в XXI веке: матер. междунар. науч. конф. Симферополь: Ариал, 2018. С. 251–254.
- Вампилова Л.Б.* Роль категории времени в исследовании проблем преобразования ландшафтов // Теоретические и прикладные проблемы ландшафтной географии. VII Мильковские чтения: матер. XIV международ. ландшафт. конф. Воронеж: Изд-во ВГУ, 2023. Т. 1. С. 51–54. <https://doi.org/10.17308/978-5-9273-3692-0-2023-51-54>
- Викторов А.С., Гонилов Т.В., Орлов Т.В.* Основные итоги развития математической морфологии ландшафта // Вестн. Воронеж. гос. ун-та. Серия: География. Геоэкология. 2023. № 4. С. 4–14. <https://doi.org/10.17308/geo/1609-0683/2023/4/4-14>
- Ганзей К.С.* Оценка ландшафтного разнообразия вулканически активных островов // Изв. РАН. Сер. геогр. 2014. № 2. С. 61–70.
- Горбунов Р.В.* Функционирование и динамика региональных геоэкосистем в условиях изменения климата (на примере Крымского полуострова). М.: Тов-во науч. изд. КМК, 2022. 191 с.
- Гродзинский М.Д.* Ландшафтная экология. Київ: Знання, 2014. 550 с.
- Гуля А.Н., Гакаев Р.А.* Характер оползнепроявления в низкогорно-лесостепных ландшафтах Чеченской Республики // Теоретические и прикладные проблемы ландшафтной географии. VII Мильковские чтения: матер. XIV международ. ландшафт. конф. Воронеж: Изд-во ВГУ, 2023. Т. 1. С. 103–104. <https://doi.org/10.17308/978-5-9273-3692-0-2023-103-104>
- Гурьевских О.Ю.* Ландшафтное проектирование региональных систем особо охраняемых природных территорий как компонент региональной политики // Ландшафтная география в XXI веке: матер. междунар. науч. конф. Симферополь: Ариал, 2018. С. 264–267.
- Денисюк Г.І.* Антропогенне ландшафтознавство: навчальний посібник. Частина І. Глобальне антропогенне ландшафтознавство. Вінниця: Едельвейс і К, 2012. 306 с.
- Дирин Д.А., Попов Е.С.* Оценка пейзажно-эстетической привлекательности ландшафтов: методологический обзор // Изв. Алтайского гос. ун-та. Науки о Земле. 2010. № 3–2. С. 120–124.
- Дроздов А.В., Каганский В.Л., Колбовский Е.Ю., Тревиш А.И., Шупер В.А.* Лейтмотивы географических исследований: каковы они и нужны ли нам? // Изв. РАН. Сер. геогр. 2017. № 3. С. 118–128.
- Дьяконов К.Н., Низовцев В.А., Эрман Н.М.* Становление методологии и методов эволюционного ландшафтоведения // Теоретические и прикладные проблемы ландшафтной географии. VII Мильковские чтения: матер. XIV международ. ландшафт. конф. Воронеж: Изд-во ВГУ, 2023. Т. 1. С. 45–47.

- <https://doi.org/10.17308/978-5-9273-3692-0-2023-45-47>
Зеленукина Е.С., Гаврилкина С.А., Терехов А.В., Резников А.И. Морфометрический анализ ландшафтной структуры аридных высокогорий на примере горного массива Монгун-Тайга // *Вестн. Моск. ун-та. Серия 5: География.* 2023. Т. 78. № 4. С. 87–96.
<https://doi.org/10.55959/MSU0579-9414.5.78.4.8>
- Иванов А.Н.* Орнитогенные геосистемы островов Северной Пацифики. М.: Научный мир, 2013. 227 с.
- Исаченко А.Г.* Методология ландшафтоведения и ландшафтно-географический научный метод // *Изв. РГО.* 2016. Т. 148. Вып. 1. С. 15–30.
- Исаченко Г.А.* Концепция многолетней динамики ландшафтов и вызовы времени // *Вопросы географии.* Т. 138. Горизонты ландшафтоведения. М.: Кодекс, 2014. С. 215–232.
- Квасникова З.Н., Евсеева Н.С., Гальченко А.С.* Геохимические аспекты ветровой эрозии почв в агроландшафтах бассейна р. Басандайка (Юго-Восток Томской области) // *Теоретические и прикладные проблемы ландшафтной географии. VII Мильковские чтения: матер. XIV международ. ландшафт. конф. Воронеж: Изд-во ВГУ, 2023. Т. 1. С. 268–270.*
<https://doi.org/10.17308/978-5-9273-3692-0-2023-268-270>
- Козлов Д.Н., Лозбенева Н.И., Левченко Е.А.* Структурно-функциональная организация водно-миграционных и эрозионно-аккумулятивных комплексов лесостепи Среднерусской возвышенности // *Ландшафтоведение: теория, методы, ландшафтно-экологическое обеспечение природопользования и устойчивого развития: матер. XII международ. ландшафт. конф. Тюмень: Изд-во ТюмГУ, 2017. Т. 1. С. 71–76.*
- Коломыц Э.Г.* Мониторинг устойчивого развития лесных экосистем в меняющемся климате. М.: ИНФРА-М, 2024. 540 с.
<https://doi.org/10.12737/2056726>
- Котлов И.П., Курбатова Ю.А.* Пространственная структура лесного покрова Московской области (оценка на основе количественных метрик фрагментации) // *Теоретические и прикладные проблемы ландшафтной географии. VII Мильковские чтения: матер. XIV международ. ландшафт. конф. Воронеж: Изд-во ВГУ, 2023. Т. 1. С. 129–132.*
<https://doi.org/10.17308/978-5-9273-3692-0-2023-129-132>
- Ландшафтная география в XXI веке: матер. международ. науч. конф. / ред. Е.А. Позаченюк. Симферополь: Ариал, 2018. 520 с.
- Ландшафтоведение: теория, методы, ландшафтно-экологическое обеспечение природопользования и устойчивого развития: матер. XII международ. ландшафт. конф. / отв. ред. К.Н. Дьяконов. Тюмень: Изд-во Тюменского гос. ун-та, 2017. Т. 1. 368 с.; Т. 2. 518 с.
- Ландшафтоведение и ландшафтная экология: коадаптация ландшафта и хозяйственной деятельности: матер. международ. науч.-практ. конф. / ред. Е.А. Позаченюк. Симферополь: Крымский фед. ун-т им. В.И. Вернадского, 2020. 436 с.
- Линник В.Г.* Ландшафтная дифференциация техногенных радионуклидов. М.: РАН, 2018. 372 с.
- Лозбенева Э.А.* Методические подходы к оценке эстетических свойств ландшафтов // *Вестн. Рос. ун-та дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности.* 2022. Т. 30. № 2. С. 116–126.
<https://doi.org/10.22363/2313-2310-2022-30-2-116-126>
- Мирзаханова З.Г., Климина Е.М.* Сохранение ландшафтного разнообразия для региональной экологической политики: значимость и проблемы применения // *Вестн. Воронеж. гос. ун-та. Серия: География. Геоэкология.* 2023. № 1. С. 113–121.
<https://doi.org/10.17308/geo/1609-0683/2023/1/113-121>
- Михели С.В.* Ландшафтоведение в Украине: исторический аспект // *Вестн. Удмурт. ун-та. Биология. Науки о Земле.* 2015. Т. 25. Вып. 4. С. 116–128.
- Михно В.Б.* Рекреационное ландшафтоведение. Воронеж: Изд.-полигр. центр Воронеж. гос. ун-та, 2011. 224 с.
- Михно В.Б., Горбунов А.С.* Физико-географическое районирование. Воронеж: Изд. дом ВГУ, 2021. 382 с.
- Мюльгаузен Д.С., Панкратова Л.А., Чистяков К.В.* Ландшафтное разнообразие и типология геоконфлюэнтных окрестностей пгт. Никель // *Ландшафтная география в XXI веке: матер. международ. науч. конф. Симферополь: Ариал, 2018. С. 367–369.*
- Низовцев В.А.* Ландшафтно-историческое картографирование // *Современное ландшафтно-экологическое состояние и проблемы оптимизации природной среды регионов: матер. XIII международ. ландшафт. конф. Воронеж: ИСТОКИ, 2018. Т. 1. С. 106–108.*
- Низовцев В.А., Кочуров Б.И., Эрман Н.М., Мироненко И.В., Логунова Ю.В., Костовска С.К., Ивашкина И.В., Родина В.О.* Ландшафтно-экологические исследования Москвы для обоснования территориального планирования города. М.: Прометей, 2020. 342 с.
- Осинов С.В.* Типы пространственной структуры, интеграции и дифференциации ландшафтного покрова // *География и природные ресурсы.* 2023. Т. 44. № 1. С. 5–14.
<https://doi.org/10.15372/GIPR20230101>
- Осинов С.В.* О единой классификации природных и антропогенных ландшафтных комплексов // *Изв. РАН. Сер. геогр.* 2023. Т. 87. № 2. С. 322–336.
<https://doi.org/10.31857/S2587556623020073>
- Петлин В.М.* Організація та організованість природних територіальних систем. Луцьк: Простір-М, 2020. 1036 с.

- Петрушина М.Н., Гуня А.Н., Колбовский Е.Ю., Пуреховский А.Ж.* Динамика горных ландшафтов Северного Кавказа при современном изменении климата и усилении антропогенного воздействия // Изв. РАН. Сер. геогр. 2023. Т. 87. № 7. С. 1032–1049. <https://doi.org/10.31857/S2587556623070130>
- Позаченюк Е.А.* Единая классификация территориальных и морских ландшафтов // Ландшафтоведение и ландшафтная экология: коадаптация ландшафта и хозяйственной деятельности: матер. международ. науч.-практ. конф. Симферополь: КФУ им. В.И. Вернадского, 2020. С. 52–59.
- Позаченюк Е.А., Линник В.Г.* О современном состоянии теории науки о ландшафте и ее перспективах // Природа и общество: интеграционные процессы: матер. международ. науч.-практ. конф. Симферополь: Ариал, 2022. С. 20–24.
- Природа и общество: интеграционные процессы: матер. международ. науч.-практ. конф. / ред. Е.А. Позаченюк. Симферополь: Ариал, 2022. 372 с.
- Пузаченко Ю.Г.* Организация ландшафта // Вопросы географии. Сб. 138. Горизонты ландшафтоведения. 2014. С. 35–64.
- Пузаченко Ю.Г.* Биогеоценоз как сложная динамическая система // Биогеоценология в XXI веке: идеи и технологии. М.: Тов-во науч. изд. КМК, 2017. С. 11–114.
- Семенов Ю.М., Семенов М.Ю., Силаев А.В.* Идентификация гидрологически-чувствительных ландшафтов как этап выявления организации геосистем // Теоретические и прикладные проблемы ландшафтной географии. VII Мильковские чтения: матер. XIV международ. ландшафт. конф. Воронеж: Изд-во ВГУ, 2023. Т. 1. С. 42–44. <https://doi.org/10.17308/978-5-9273-3692-0-2023-42-44>
- Современное ландшафтно-экологическое состояние и проблемы оптимизации природной среды регионов: матер. XII международ. ландшафт. конф. / ред. В.Б. Михно. Воронеж: ИСТОКИ, 2018. Т. 1. 489 с.; Т. 2. 426 с.
- Солнцев В.Н.* Структурное ландшафтоведение: основы концепции. Некоторые аргументы. М.: Географический ф-тет МГУ, 1997. 12 с.
- Солодянкина С.В., Вантеева Ю.В., Знаменская Т.И.* Экспериментальные исследования, моделирование и картографирование природных функций степных ландшафтов Прибайкалья // Вестн. Воронеж. гос. ун-та. Серия: География. Геоэкология. 2020. № 1. С. 29–38.
- Сысуев В.В.* Введение в физико-математическую теорию геосистем. М.: ЛЕЛАНД, 2020. 600 с.
- Сысуев В.В., Матасов В.М., Бричева С.С.* Геофизический подход к установлению ландшафтных границ // Вестн. Воронеж. гос. ун-та. Серия: География. Геоэкология. 2024. № 1. С. 34–48.
- Теоретические и прикладные проблемы ландшафтной географии. VII Мильковские чтения: матер. XIV международ. ландшафт. конф. / отв. ред. А.С. Горбунов. Воронеж: Изд. дом ВГУ, 2023. Т. 1. 374 с.; Т. 2. 362 с.
- Топчиев А.Г.* Пространственная организация географических комплексов и систем. Киев–Одесса: Выща школа, 1988. 187 с.
- Трапезникова О.Н.* Исторический анализ динамики земледелия лесной зоны Восточно-Европейской равнины // Изв. РАН. Сер. геогр. 2017. № 2. С. 87–99.
- Федотов С.В., Федотов В.И.* Ландшафтно-высотные мезозоны и типы свободных полей // Вестн. Воронеж. гос. ун-та. Серия: География. Геоэкология. 2015. № 2. С. 3–7.
- Фетисов Д.М.* Ландшафтное разнообразие Еврейской автономной области // Региональные проблемы. 2018. Т. 21. № 1. С. 46–56.
- Филь П.П., Юрова А.Ю., Доброхотов А.В., Козлов Д.Н.* Функционирование эфемерных затопляемых западин междуречного недренируемого типа местности Окско-Донской низменности // Теоретические и прикладные проблемы ландшафтной географии. VII Мильковские чтения: матер. XIV международ. ландшафт. конф. Воронеж: Изд-во ВГУ, 2023. Т. 1. С. 306–309. <https://doi.org/10.17308/978-5-9273-3692-0-2023-306-309>
- Харитоновна Т.И.* Изменения экологических и социально-экономических функций постмелиорированных ландшафтов // Вопросы географии. Т. 138. Горизонты ландшафтоведения. М.: Кодекс, 2014. С. 409–435.
- Хромых В.В.* Некоторые аспекты применения ДДЗЗ и ЦМР при ландшафтном картографировании ключевого участка государственного природного заповедника “Васюганский” (верховья р. Парбиг) // Теоретические и прикладные проблемы ландшафтной географии. VII Мильковские чтения: матер. XIV международ. ландшафт. конф. Воронеж: Изд-во ВГУ, 2023. Т. 2. С. 317–320. <https://doi.org/10.17308/978-5-9273-3693-7-2023-317-320>
- Чендев Ю.Г., Нарожняя А.Г.* Роль лесополос как трансформаторов почв и почвенного покрова в агроландшафтах юга Среднерусской возвышенности // Теоретические и прикладные проблемы ландшафтной географии. VII Мильковские чтения: матер. XIV международ. ландшафт. конф. Воронеж: Изд-во ВГУ, 2023. Т. 1. С. 332–335. <https://doi.org/10.17308/978-5-9273-3692-0-2023-332-335>
- Черкашин А.К., Истомина Е.А.* Выделение границ функционально однородных ареалов на космических снимках на основе вычисления определителя Якоби // География и природные ресурсы. 2013. № 1. С. 157–165.
- Черкашин А.К., Солодянкина С.В.* Функциональная география как направление теоретических исследований и моделирования // География и природные ресурсы. 2018. № 2. С. 181–190. [https://doi.org/10.21782/GIPR0206-1619-2018-2\(181-190\)](https://doi.org/10.21782/GIPR0206-1619-2018-2(181-190))

- Черных Д.В.* Детерминация ландшафта как отражение детерминаций пространства (читая матрицу Харви) // Изв. РГО. 2018. Т. 150. Вып. 5. С. 71–84.
- Чижова В.П.* Рекреационные ландшафты: устойчивость, нормирование, управление. Смоленск: Ойкумена, 2011. 176 с.
- Янцер О.В., Братанов Н.С.* Обоснование применения биоклиматических показателей сезонного состояния природных комплексов // Теоретические и прикладные проблемы ландшафтной географии. VII Мильковские чтения: матер. XIV международ. ландшафт. конф. Воронеж: Изд-во ВГУ, 2023. Т. 1. С. 186–188.
<https://doi.org/10.17308/978-5-9273-3692-0-2023-186-188>
- Chistyakov K.V., Gavrilkina S.A., Zelepuikina E.S., Shastina G.N., Amosov M.I.* Actual changes of mountainous landscapes in inner Asia as a result of anthropogenic effects / Landscape patterns in a range of spatio-temporal scales / A.V. Khoroshev, K.N. Dyakonov (Eds.). Cham: Springer Nature, 2020. P. 347–364.
- Erofeev A.A., Kopysov S.G.* Modeling of hydrological and climatic resources of the landscape for sustainable land use at small watersheds / Landscape patterns in a range of spatio-temporal scales / A.V. Khoroshev, K.N. Dyakonov (Eds.). Cham: Springer Nature, 2020. P. 163–175.
https://doi.org/10.1007/978-3-030-31185-8_11
- Frolova M.* From the Russian/Soviet landscape concept to the geosystem approach to integrative environmental studies in an international context // Landscape Ecology. 2019. Vol. 34. P. 1485–1502.
- Gorbunov A.S., Mikhno V.B., Bykovskaya O.P.* Agricultural Landscape Studies in Russian Federation // Current Landscape Ecological Reports. 2022. Vol. 7. P. 83–95.
<https://doi.org/10.1007/s40823-022-00072-9>
- Khoroshev A.V.* Geosystem approach to landscape pattern and process studies in Russia // Current Landscape Ecology Reports. 2022. Vol. 7. P. 25–40.
<https://doi.org/1007/s40823-022-00070-x>
- Sandlersky R.B., Puzachenko Yu.G., Krenke A.N., Shironya I.I.* Land cover thermodynamic characteristics defined by remote multispectral data based on nonextensive statistical mechanics / Landscape patterns in a range of spatio-temporal scales / A.V. Khoroshev, K.N. Dyakonov (Eds.). Cham: Springer Nature, 2020. P. 111–120.
- With K.A.* Essentials of landscape ecology. Oxford: Oxford Univ. Press, 2019. 641 p.
- Zolotov D.V., Chernykh D.V.* Comparison of landscape and floristic diversity in plain catchments at the level of elementary regions / Landscape patterns in a range of spatio-temporal scales / A.V. Khoroshev, K.N. Dyakonov (Eds.). Cham: Springer Nature, 2020. P. 191–206.

Leitmotifs in Landscape Science

A. V. Khoroshev*

Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Moscow, Russia

*e-mail: avkh1970@yandex.ru

We analyzed proceedings of the recent Landscape conferences, journal papers and monographies from 2010–2020s to identify priority theoretical and methodological guidelines and types of motivation for modern landscape research in Russia. The range of objectives for landscape studies is presented as two triads: “inventory—communications—forecast” (basic research) and “assessment—adaptation—planning” (applied research). We argue that current landscape studies follow nine leitmotifs: (a) geotopological “quasi”-determinism; (b) spatial structure and diversity; (c) intercomponent radial connections; (d) integrating and differentiating lateral flows; (e) sequence of states and evolutionary development stages; (f) landscape as a reactor; (g) self-development, self-regulation, self-organization; (h) emergent properties of a landscape; (i) landscape as a resource and provider of ecosystem services. For each leitmotif, a list of promising research questions was proposed. The distribution of interests of landscape scientists based on the materials of the 14th Landscape Conference showed that fewer reports follow the functional-dynamic and structural-dynamic domains (31%) than the structural-static and functional-static ones (69%). Studies of spatial structure are the focus of 59% of studies, while functioning 41%. The current stage of research is characterized by a transition: (a) from deterministic concepts to the concept of polystructurality; (b) from intuitive mapping to strict physical justification and formalization based on geomorphometry, remote sensing and field verification; (c) from revealing regular combinations of properties to statistical and physical models that allow predicting chain reactions and recognizing critical thresholds as a consequence of nonlinear effects in local responses to global changes; (d) from identifying the range and sequence of states of geocomponents to revealing the patterns of natural and anthropogenic changes in spatial structure, its self-organization and mechanisms for the development of emergent effects of interaction of geocomplexes.

Keywords: methodological setting, geosystem, structure, connections, flows, dynamics, evolution, self-organization, emergent properties

REFERENCES

- Avessalomova I.A. Informativeness of ecological-geochemical maps in the design of agricultural landscapes. In *Sovremennoe landshaftno-ekologicheskoe sostoyanie i problemy optimizatsii prirodnoi sredy regionov: Mater. 13 mezhd. landshaftnoi konf. Tom 1* [Modern Landscape-Ecological State and Problems of Optimizing the Natural Environment of Regions: Proc. of 13th Int. Landscape Conf. Vol. 1]. Mikhno V.B., Ed. Voronezh: ISTOKI Publ., 2018, pp. 82–84. (In Russ.).
- Baibar A.S., Puzachenko M.Yu., Sandlerkii R.B., Krenke A.N. Landscape invariants — order parameters of a dynamic system. *Izv. Akad. Nauk, Ser. Geogr.*, 2023, vol. 87, no. 3, pp. 370–390. (In Russ.). <https://doi.org/10.31857/S2587556623030056>
- Bezv V.N. Basin geosystems of the central chernozemic region as an object of landscape planning. In *Teoreticheskie i prikladnye problemy landshaftnoi geografii. 7e Mil'kovskie chteniya: Mater. 14oi mezhd. landshaftnoi konf. Tom 1* [Theoretical and Applied Problems of Landscape Geography. 7th Milkov's Readings: Proc. of 14th Int. Landscape Conf. Vol. 1]. Gorbunov A.S., Ed. Voronezh: VGU Publ., 2023, pp. 198–200. (In Russ.). <https://doi.org/10.17308/978-5-9273-3692-0-2023-198-200>
- Bibaeva A.Yu. Aesthetic Assessment of landscapes at the regional level (a case study of the central ecological zone of the Baikal natural territory). *Geogr. Nat. Resour.*, 2022, vol. 43, no. 2, pp. 182–188. <https://doi.org/10.1134/s1875372822020019>
- Bokov V.A. Forms of landscapes polystructure. In *Teoreticheskie i prikladnye problemy landshaftnoi geografii. 7e Mil'kovskie chteniya: Mater. 14oi mezhd. landshaftnoi konf. Tom 1* [Theoretical and Applied Problems of Landscape Geography. 7th Milkov's Readings: Proc. of 14th Int. Landscape Conf. Vol. 1]. Gorbunov A.S., Ed. Voronezh: VGU Publ., 2023, pp. 15–17. (In Russ.). <https://doi.org/10.17308/978-5-9273-3692-0-2023-15-17>
- Borisova I.G. Landscape diversity of the Amur region. *Geogr. Prir. Resur.*, 2016, no. 2, pp. 125–131. (In Russ.).
- Chendev Yu.G., Narozhnyaya A.G. The role of shelterbelts as transformers of soils and soil cover in the agricultural landscapes of the south of the Central Russian upland. In *Teoreticheskie i prikladnye problemy landshaftnoi geografii. 7e Mil'kovskie chteniya: Mater. 14oi mezhd. landshaftnoi konf. Tom 1* [Theoretical and Applied Problems of Landscape Geography. 7th Milkov's Readings: Proc. of 14th Int. Landscape Conf. Vol. 1]. Gorbunov A.S., Ed. Voronezh: VGU Publ., 2023, pp. 332–335. (In Russ.). <https://doi.org/10.17308/978-5-9273-3692-0-2023-332-335>
- Cherkashin A.K., Istomina E.A. Identifying the boundaries of functionally homogeneous areas in space images from a calculation of the Jacobian determinant. *Geogr. Nat. Resour.*, 2013, vol. 34, no. 1, pp. 88–95. <https://doi.org/10.1134/S1875372813010125>
- Chistyakov K.V., Gavrilkina S.A., Zelepukina E.S., Shastina G.N., Amosov M.I. Actual changes of mountainous landscapes in inner Asia as a result of anthropogenic effects. In *Landscape Patterns in a Range of Spatio-Temporal Scales*. Khoroshev A.V., Dyakonov K.N., Eds. Cham: Springer Nature, 2020, pp. 347–364. https://doi.org/10.1007/978-3-030-31185-8_21
- Drozdo A.V., Kagansky V.L., Kolbovsky E.Yu., Treivish A.I., Shuper V.A. Leading motives of geographical researches: what they are and do we need them? *Izv. Akad. Nauk, Ser. Geogr.*, 2017, no. 3, pp. 118–128. (In Russ.).
- Dyakonov K.N., Nizovtsev V.A., Erman N.M. Formation of methodology and methods of evolutionary landscape science. In *Teoreticheskie i prikladnye problemy landshaftnoi geografii. 7e Mil'kovskie chteniya: Mater. 14oi mezhd. landshaftnoi konf. Tom 1* [Theoretical and Applied Problems of Landscape Geography. 7th Milkov's Readings: Proc. of 14th Int. Landscape Conf. Vol. 1]. Gorbunov A.S., Ed. Voronezh: VGU Publ., 2023, pp. 45–47. (In Russ.). <https://doi.org/10.17308/978-5-9273-3692-0-2023-45-47>
- Erofeev A.A., Kopysov S.G. Modeling of hydrological and climatic resources of the landscape for sustainable land use at small watersheds. In *Landscape Patterns in a Range of Spatio-Temporal Scales*. Khoroshev A.V., Dyakonov K.N., Eds. Cham: Springer Nature, 2020, pp. 163–175. https://doi.org/10.1007/978-3-030-31185-8_11
- Fedotov S.V., Fedotov V.I. Landscape high-altitude mesozones and types of free fields. *Vestn. Voronezh. Gos. Univ., Ser.: Geogr. Geoekol.*, 2015, no. 2, pp. 3–7. (In Russ.).
- Fetisov D.M. Landscape diversity of the Jewish Autonomous Region. *Reg. Problemy*, 2018, vol. 21, no. 1, pp. 46–56. (In Russ.).
- Fil' P.P., Yurova A.Yu., Dobrokhoto A.V., Kozlov D.N. Functioning of ephemeral flooding depressions of interfluvial non-drained landscape in the Oka-Don lowland. In *Teoreticheskie i prikladnye problemy landshaftnoi geografii. 7e Mil'kovskie chteniya: Mater. 14oi mezhd. landshaftnoi konf. Tom 1* [Theoretical and Applied Problems of Landscape Geography. 7th Milkov's Readings: Proc. of 14th Int. Landscape Conf. Vol. 1]. Gorbunov A.S., Ed. Voronezh: VGU Publ., 2023, pp. 306–309. (In Russ.). <https://doi.org/10.17308/978-5-9273-3692-0-2023-306-309>
- Frolova M. From the Russian/Soviet landscape concept to the geosystem approach to integrative environmental studies in an international context. *Landsc. Ecol.*, 2019, vol. 34, pp. 1485–1502. <https://doi.org/10.1007/s10980-018-0751-8>

- Ganzei K.S. Assessment of landscape diversity of islands with volcanic activity. *Izv. Akad. Nauk, Ser. Geogr.*, 2014, no. 2, pp. 61–70. (In Russ.).
- Gorbunov R.V. *Funktsionirovanie i dinamika regional'nykh geoekosistem v usloviyakh izmeneniya klimata (na primere Krymskogo poluoostrova)* [Functioning and Dynamics of Regional Geoecosystems in Conditions of Climate Change: Case Study of the Crimean Peninsula]. Moscow: KMK Publ., 2022. 191 p.
- Grodzins'kii M.D. *Landshaftna ekologiya* [Landscape Ecology]. Kyiv: Znannya Publ., 2014. 550 p.
- Gunya A.N., Gakaev R.A. The nature of landslides in the low-mountain forest-steppe landscapes of the Chechen. In *Teoreticheskie i prikladnye problemy landshaftnoi geografii. 7e Mil'kovskie chteniya: Mater. 14oi mezhd. landshaftnoi konf. Tom 1* [Theoretical and Applied Problems of Landscape Geography. 7th Milkov's Readings: Proc. of 14th Int. Landscape Conf. Vol. 1]. Gorbunov A.S., Ed. Voronezh: VGU Publ., 2023, pp. 103–104. (In Russ.).
<https://doi.org/10.17308/978-5-9273-3692-0-2023-103-104>.
- Gur'evskikh O.Yu. Landscape design of regional systems of specially protected natural areas as a component of regional policy. In *Landshaftnaya geografiya v 21 veke: Mater. mezhd. nauch. konf.* [Landscape Geography in 21st Century: Proc. of Int. Scientific Conf.]. Pozachenyuk E.A., Ed. Simferopol: Arial Publ., 2018, pp. 264–267. (In Russ.).
- Isachenko A.G. Methodology of landscape science and landscape-geographic scientific method. *Izv. RGO*, 2016, vol. 148, no. 1, pp. 15–30. (In Russ.).
- Isachenko G.A. The concept of long-term dynamics of landscapes and the challenges of time. In *Voprosy geografii. Sb. 138. Gorizonty landshaftovedeniya* [Problems of Geography. Vol. 138: Horizons of Landscape Science]. Kotlyakov V.M., Dyakonov K.N., Kharitonova T.I., Eds. Moscow: Kodeks Publ., 2014, pp. 215–232. (In Russ.).
- Ivanov A.N. *Ornitogennye geosistemy ostrovov Severnoi Patsifiki* [Ornithogenic Geosystems of the Islands of the North Pacific]. Moscow: Nauchnyi Mir Publ., 2013. 228 p.
- Kharitonova T.I. Changes in the ecological and socio-economic functions of post-reclamation landscapes. In *Voprosy geografii. Sb. 138. Gorizonty landshaftovedeniya* [Problems of Geography. Vol. 138: Horizons of Landscape Science]. Kotlyakov V.M., Dyakonov K.N., Kharitonova T.I., Eds. Moscow: Kodeks Publ., 2014, pp. 409–435. (In Russ.).
- Khoroshev A.V. Geosystem approach to landscape pattern and process studies in Russia. *Curr. Landsc. Ecol. Rep.*, 2022, vol. 7, pp. 25–40.
<https://doi.org/1007/s40823-022-00070-x>
- Khromykh V.V. Some aspects of application of RSD and DEM in landscape mapping of a key site of the “Vasyuganskii” state nature reserve area (upper Parbig river). In *Teoreticheskie i prikladnye problemy landshaftnoi geografii. 7e Mil'kovskie chteniya: Mater. 14oi mezhd. landshaftnoi konf. Tom 2* [Theoretical and Applied Problems of Landscape Geography. 7th Milkov's Readings: Proc. of 14th Int. Landscape Conf. Vol. 2]. Gorbunov A.S., Ed. Voronezh: VGU Publ., 2023, pp. 317–320. (In Russ.).
<https://doi.org/10.17308/978-5-9273-3693-7-2023-317-320>
- Kolomyts E.G. *Monitoring ustoichivogo razvitiya lesnykh ekosistem v menyayushchemsya klimate* [Monitoring the Sustainable Development of Forest Ecosystems in a Changing Climate]. Moscow: INFRA-M Publ., 2024. 540 p.
<https://doi.org/10.12737/2056726>
- Kotlov I.P., Kurbatova Yu.A. Spatial structure of the Moscow region forest cover (based on quantitative fragmentation metrics). In *Teoreticheskie i prikladnye problemy landshaftnoi geografii. 7e Mil'kovskie chteniya: Mater. 14oi mezhd. landshaftnoi konf. Tom 1* [Theoretical and Applied Problems of Landscape Geography. 7th Milkov's Readings: Proc. of 14th Int. Landscape Conf. Vol. 1]. Gorbunov A.S., Ed. Voronezh: VGU Publ., 2023, pp. 129–132. (In Russ.).
<https://doi.org/10.17308/978-5-9273-3692-0-2023-129-132>
- Kozlov D.N., Lozbenov N.I., Levchenko E.A. Structural and functional organization of water-migration and erosion-accumulation complexes of the forest-steppe of the Central Russian Upland. In *Landshaftovedenie: Teoriya, metody, landshaftno-ekologicheskoe obespechenie prirodnopol'zovaniya i ustoichivogo razvitiya. Mater. 12oi mezhdun. landshaftnoi konf. Tom 1* [Landscape Science: Theory, Methods, Landscape-Ecological Support of Nature Management and Sustainable Development: Materials of the 12th Int. Landscape Conference]. Dyakonov K.N., Ed. Tyumen: TGU Publ., 2017, pp. 71–76. (In Russ.).
- Kvasnikova Z.N., Evseeva N.S., Gal'chenko A.S. Geochemical aspects of soil wind erosion in agricultural landscapes of the Basandayk basin (south east of the Tomsk region). In *Teoreticheskie i prikladnye problemy landshaftnoi geografii. 7e Mil'kovskie chteniya: Mater. 14oi mezhd. landshaftnoi konf. Tom 1* [Theoretical and Applied Problems of Landscape Geography. 7th Milkov's Readings: Proc. of 14th Int. Landscape Conf. Vol. 1]. Gorbunov A.S., Ed. Voronezh: VGU Publ., 2023, pp. 268–270. (In Russ.).
<https://doi.org/10.17308/978-5-9273-3692-0-2023-268-270>
- Landshaftnaya geografiya v 21 veke: Mater. mezhd. nauch. konf.* [Landscape Geography in 21st Century: Proc. of Int. Scientific Conf.]. Pozachenyuk E.A., Ed. Simferopol: Arial Publ., 2018. 520 p.
- Landshaftovedenie: Teoriya, metody, landshaftno-ekologicheskoe obespechenie prirodnopol'zovaniya i ustoichivogo razvitiya. Tom 1-2* [Landscape Science: Theory, Methods, Landscape-Ecological Support of Nature Management and Sustainable Development:

- Materials of the 12th Int. Landscape Conf. Vol. 1-2]. Dyakonov K.N., Ed. Tyumen: TGU Publ., 2017.
- Landshaftovedenie i landshaftnaya ekologiya: Koadaptatsiya landshafta i khozyaistvennoi deyatelnosti: Mater. mezhd. nauch.-prakt. konf.* [Landscape Science and Landscape Ecology: Co-Adaptation of Landscape and Economic Activity: Proc. of the Intl. Scientific-Practical Conf.]. Pozachenyuk E.A., Ed. Simferopol: Izd-vo Krymskogo federal'nogo universiteta im. V.I. Vernadskogo, 2020. 436 p.
- Linnik V.G. *Landshaftnaya differentsiatsiya tekhnogennykh radionuklidov* [Landscape Differentiation of Technogenic Radionuclides]. Moscow: Izd-vo Ross. Akad. Nauk, 2018. 372 p.
- Mikhno V.B., Gorbunov A.S. *Fiziko-geograficheskoe raionirovanie* [Physical and Geographical Regionalization]. Voronezh: VGU Publ., 2021. 382 p.
- Mirzekhanova Z.G., Klimina E.M. Conservation of landscape diversity for regional environmental policy: significance and problems of application. *Vestn. Voronezh. Gos. Univ., Ser.: Geogr. Geoekol.*, 2023, no. 1, pp. 113–121. (In Russ.).
<https://doi.org/10.17308/geo/1609-0683/2023/1/113-121>
- Myul'gauzen, D.S. Pankratova L.A., Chistyakov K.V. A variety and types of landscapes in the vicinity of the urban-type settlement Nikel. In *Landshaftnaya geografiya v 21 veke: Mater. mezhd. nauch. konf.* [Landscape Geography in 21st Century: Proc. of Int. Scientific Conf.]. Pozachenyuk E.A., Ed. Simferopol: Arial Publ., 2018, pp. 367–369. (In Russ.).
- Nizovtsev V.A. Landscape-historical mapping. In *Sovremennoe landshaftno-ekologicheskoe sostoyanie i problemy optimizatsii prirodnoi sredy regionov: Mater. 13 mezhd. landshaftnoi konf. Tom 1* [Modern Landscape-Ecological State and Problems of Optimizing the Natural Environment of Regions: Proc. of 13th Int. Landscape Conf. Vol. 1]. Mikhno V.B., Ed. Voronezh: ISTOKI Publ., 2018, pp. 106–108. (In Russ.).
- Osipov S.V. Types of spatial structure, integration, and differentiation of landscape cover. *Geogr. Nat. Resour.*, 2023a, vol. 44, no. 1, pp. 1–8.
<https://doi.org/10.1134/s1875372823010067>
- Osipov S.V. About the unified classification of natural and anthropogenic landscape complexes. *Izv. Akad. Nauk, Ser. Geogr.*, 2023b, vol. 87, no. 2, pp. 322–336. (In Russ.).
<https://doi.org/10.31857/S2587556623020073>
- Petrushina M.N., Gunya A.N., Kolbovsky E.Yu., Purekhovskii A.Zh. Dynamics of mountain landscapes of the northern Caucasus under modern climate change and increased anthropogenic impact. *Izv. Akad. Nauk, Ser. Geogr.*, 2023, vol. 87, no. 7, pp. 1032–1049. (In Russ.).
<https://doi.org/10.31857/S2587556623070130>
- Pozachenyuk E.A. Unified classification of territorial and sea landscapes. In *Landshaftovedenie i landshaftnaya ekologiya: koadaptatsiya landshafta i khozyaistvennoi deyatelnosti: Mater. mezhd. nauch.-prakt. konf.* [Landscape Science and Landscape Ecology: Co-Adaptation of Landscape and Economic Activity: Proc. of the Intl. Scientific-Practical Conf.]. Pozachenyuk E.A., Ed. Simferopol: Izd-vo Krymskogo federal'nogo universiteta im. V.I. Vernadskogo, 2020, pp. 52–59. (In Russ.).
- Pozachenyuk E.A., Linnik V.G. About the current state of the theory of landscape science and its prospects. In *Priroda i obshchestvo: integratsionnye protsessy: Mater. mezhd. nauch.-prakt. konf.* [Nature and Society: Integration Processes: Proc. of the Intl. Scientific-Practical Conf.]. Pozachenyuk E.A., Ed. Simferopol: Arial Publ., 2022, pp. 20–24. (In Russ.).
- Priroda i obshchestvo: Integratsionnye protsessy: Mater. mezhd. nauch.-prakt. konf.* [Nature and Society: Integration Processes: Proc. of the Intl. Scientific-Practical Conf.]. Pozachenyuk E.A., Ed. Simferopol: Arial Publ., 2022. 372 p.
- Puzachenko Yu.G. Landscape organization. In *Voprosy geografii. Sb. 138. Gorizonty landshaftovedeniya* [Problems of Geography. Vol. 138: Horizons of Landscape Science]. Kotlyakov V.M., Dyakonov K.N., Kharitonova T.I., Eds. Moscow: Kodeks Publ., 2014, pp. 35–64. (In Russ.).
- Puzachenko Yu.G. Biogeocenosis as a complex dynamic system. In *Biogeotsenologiya v XXI veke: Idei i Tehnologii* [Biogeocenology in the 21st Century: Ideas and Technologies]. Kurbatova Yu.A., Ed. Moscow: KMK Publ., 2017, pp. 11–114. (In Russ.).
- Sandlersky R.B., Puzachenko Yu.G., Krenke A.N., Shironya I.I. Land cover thermodynamic characteristics defined by remote multispectral data based on nonextensive statistical mechanics. In *Landscape Patterns in a Range of Spatio-Temporal Scales*. Khoroshev A.V., Dyakonov K.N., Eds. Cham: Springer Nature, 2020, pp. 111–120.
https://doi.org/10.1007/978-3-030-31185-8_7
- Semenov Yu.M., Semenov M.Yu., Silaev A.V. Identification of hydrologically sensitive landscapes as a stage for identifying organization of geosystems. In *Teoreticheskie i prikladnye problemy landshaftnoi geografii. 7e Mil'kovskie chteniya: Mater. 14oi mezhd. landshaftnoi konf. Tom 1* [Theoretical and Applied Problems of Landscape Geography. 7th Milkov's Readings: Proc. of 14th Int. Landscape Conf. Vol. 1]. Gorbunov A.S., Ed. Voronezh: VGU Publ., 2023, pp. 42–44. (In Russ.).
<https://doi.org/10.17308/978-5-9273-3692-0-2023-42-44>
- Solntsev V.N. *Strukturnoe landshaftovedenie: Osnovy kontseptsii. Nekotorye argumenty* [Structural Landscape Science: Fundamentals of the Concept. Some Arguments]. Moscow, 1997. 12 p.
- Solodyankina S.V., Vanteeva Yu.V., Znamenskaya T.I. Experimental research, modeling and mapping of natural functions of steppe landscapes of the Baikal

- region. *Vestn. Voronezh. Gos. Univ., Ser.: Geogr. Geoekol.*, 2020, no. 1, pp. 29–38. (In Russ.).
- Sovremennoe landshaftno-ekologicheskoe sostoyanie i problemy optimizatsii prirodnoi sredy regionov: Mater. 13 mezhd. landshaftnoi konf. Tom 1–2* [Modern Landscape-Ecological State and Problems of Optimizing the Natural Environment of Regions: Proc. of 13th Int. Landscape Conf. Vol. 1-2]. Mikhno V.B., Ed. Voronezh: ISTOKI Publ., 2018.
- Sysuev V.V. *Vvedenie v fiziko-matematicheskuyu teoriyu geosystem* [Introduction to the Physical and Mathematical Theory of Geosystems]. Moscow: LENAND Publ., 2020. 600 p.
- Sysuev V.V., Matasov V.M., Bricheva S.S. Geophysical approach to establishing landscape boundaries. *Vestn. Voronezh. Gos. Univ., Ser.: Geogr. Geoekol.*, 2024, no. 1, pp. 34–48. (In Russ.).
- Teoreticheskie i prikladnye problemy landshaftnoi geografii. 7e Mil'kovskie chteniya: Mater. 14oi mezhd. landshaftnoi konf. Tom 1–2* [Theoretical and Applied Problems of Landscape Geography. 7th Milkov's Readings: Proc. of 14th Int. Landscape Conf. Vol. 1-2]. Gorbunov A.S., Ed. Voronezh: VGU Publ., 2023.
- Topchiev A.G. *Prostranstvennaya organizatsiya geograficheskikh kompleksov i system* [Spatial Organization of Geographical Complexes and Systems]. Kiev, Odessa: Vishcha shkola Publ., 1988. 187 p.
- Trapeznikova O.N. Historical analysis of the dynamics of agriculture in the forest zone of the East European Plain. *Izv. Akad. Nauk, Ser. Geogr.*, 2017, no. 2, pp. 87–99. (In Russ.).
- Valov M.V., Barmin A.N., Eroshkina O.S., Sutyryna E.N. Hydrothermal conditions of fluctuation rotations influence on plant cover dynamics of specific long alluvial natural units in the Volga River delta. In *Landshaftnaya geografiya v 21 veke: Mater. mezhd. nauch. konf.* [Landscape Geography in 21st Century: Proc. of Int. Scientific Conf.]. Pozachenyuk E.A., Ed. Simferopol: Arial Publ., 2018, pp. 251–254. (In Russ.).
- Vampilova L.B. The role of the time category in the study of landscape transformation problems. In *Teoreticheskie i prikladnye problemy landshaftnoi geografii. 7e Mil'kovskie chteniya: Mater. 14oi mezhd. landshaftnoi konf. Tom 1* [Theoretical and Applied Problems of Landscape Geography. 7th Milkov's Readings: Proc. of 14th Int. Landscape Conf. Vol. 1]. Gorbunov A.S., Ed. Voronezh: VGU Publ., 2023, pp. 51–54. (In Russ.).
<https://doi.org/10.17308/978-5-9273-3692-0-2023-51-54>
- Viktorov A.S., Gonikov T.V., Orlov T.V. Main results of the development of mathematical landscape morphology. *Vestn. Voronezh. Gos. Univ., Ser.: Geogr. Geoekol.*, 2023, no. 4, pp. 4–14. (In Russ.).
<https://doi.org/10.17308/geo/1609-0683/2023/4/4-14>
- With K.A. *Essentials of Landscape Ecology*. Oxford: Oxford Univ. Press, 2019. 641 p.
- Yantser O.V., Bratanov N.S. Substantiation of the use of bioclimatic indicators of the seasonal state of natural complexes. In *Teoreticheskie i prikladnye problemy landshaftnoi geografii. 7e Mil'kovskie chteniya: Mater. 14oi mezhd. landshaftnoi konf. Tom 1* [Theoretical and Applied Problems of Landscape Geography. 7th Milkov's Readings: Proc. of 14th Int. Landscape Conf. Vol. 1]. Gorbunov A.S., Ed. Voronezh: VGU Publ., 2023, vol. 1, pp. 186–188. (In Russ.).
<https://doi.org/10.17308/978-5-9273-3692-0-2023-186-188>
- Zelepukina E.S., Gavrilkina S.A., Terekhov A.V., Reznikov A.I. Morphometric analysis of landscape structure in arid highlands: Case study of the Mongun Taiga mountains. *Vestn. Mosk. Univ., Ser. 5: Geogr.*, 2023, vol. 78, no. 4, pp. 87–96. (In Russ.).
<https://doi.org/10.55959/MSU0579-9414.5.78.4.8>
- Zolotov D.V., Chernykh D.V. Comparison of landscape and floristic diversity in plain catchments at the level of elementary regions. In *Landscape Patterns in a Range of Spatio-Temporal Scales*. Khoroshev A.V., Dyakonov K.N., Eds. Cham: Springer Nature, 2020, pp. 191–206.
https://doi.org/10.1007/978-3-030-31185-8_13