

ОТЗЫВ
официального оппонента

на диссертацию **Першина Дмитрия Константиновича**
«Индикация режимов функционирования геосистем южной лесостепи Приобского плато с использованием показателей локального увлажнения»,
представленной на соискание ученой степени кандидата географических наук
по специальности 25.00.23 – Физическая география и биогеография, география почв и геохимия ландшафтов

В диссертационной работе Д.К. Першина содержится серия важных для развития функционально-динамического направления ландшафтоведения сюжетов: а) зависимость устойчивости функционирования локальных геосистем от пространственной структуры геосистем более высокого иерархического ранга, б) вклад латеральных потоков вещества в изменчивость режимов функционирования; в) достоверность единовременных наблюдений и унаследованность наблюдаемых показателей функционирования от предшествующих периодов. Диссертант, следуя многолетней отечественной традиции полустационарных исследований динамики ландшафта, интегрирует подходы, разработанные для исследований пространственных структур и временных изменений, на примере важнейшего звена функционирования - влагооборота. Поэтому тему исследования, безусловно, следует считать **актуальной для физической географии и ландшафтоведения**. Автором предложен ряд новых подходов, основанных на богатых собственных эмпирических данных и современных геоинформационных и количественных методах.

Цель исследования – выявление особенностей режимов функционирования геосистем южной лесостепи Приобского плато (на примере бассейна р. Касмала), с опорой на изучение показателей локального увлажнения. В число задач работы входят: анализ подходов и методов, позволяющих индентифицировать режимы функционирования геосистем; изучение в течение нескольких лет пространственного распределения снегозапасов в период максимума снегонакопления и июльского влагосодержания почвы; оценка взаимосвязей между факторами ландшафтной дифференциации и показателями функционирования в контрастные сезоны; выявление парциальных геосистемных структур, характерных для отдельных состояний; характеристика режимов функционирования геосистем с помощью разработки классификации, отражающей межгодовую изменчивость показателей локального увлажнения и влияние инертной, мобильной и активной подсистем.

Объект исследования – лесостепь, включающая ленточные боры Западной Сибири, которые обладают чертами уникальности в общенациональном масштабе: экстразональные реликтовые ландшафты с высоким природоохранным и рекреационным значением и высокой уязвимостью к нарушениям. При этом боры существуют на фоне распахиваемых территорий с высокой антропогенной

нагрузкой. Устойчивость функционирования этих уникальных ландшафтов, отдельной строкой упомянутых как вид защитных лесов в Лесном кодексе РФ, можно считать, поэтому, общенациональной заботой. Для этого требуется глубокое понимание механизмов их функционирования, амплитуды возможных состояний, возможной их реакции на климатические изменения. В работе Д.К. Першина содержится много полезных сведений и выявленных закономерностей, которые помогут исследователям разработать способы сохранения ленточных боров. В этом также видится актуальность и **практическая значимость диссертации.**

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка используемых сокращений, списка литературы и приложений. Объем диссертации составляет 163 страницы машинописного текста, включая 12 таблиц и 22 рисунка. Работа включает 6 приложений, в которых содержится 4 таблицы и 12 рисунков.

Структура диссертации логична: автор делает обзор теоретических представлений и существующих методов (раздел 1), представляет материалы и методы исследования (раздел 2), представляет результаты, дает их анализ и интерпретацию (раздел 3), переходит к синтезу, классификации и картографическому представлению парциальных геосистем (раздел 4). В Заключении даются выводы работы. Список литературы обширен и представляет широкий спектр теоретической, методической, региональной литературы (включает 255 наименований, в том числе 46 иностранных источников) как в области физической географии, ландшафтоведения, так и смежных наук о Земле. В конце приводятся наглядные картографические и табличные приложения. Диссертация написана ясным языком, легким для восприятия.

Раздел 1 содержит достаточно полный обзор теории структуры, динамики и функционирования ландшафта, осуществленных ранее исследований на стационарах. Автор демонстрирует хорошее знакомство как с русскоязычными, так и англоязычными источниками в науке о ландшафте. На основании литературного обзора в главе 1.5 представлено соотношение основных категорий динамики и функционирования геосистемы и ее структурной организации, используемых автором (с. 26), и разработанный им алгоритм исследования (с. 27). На рис 1.2 несколько натянутым выглядит противопоставление обменно-транзитной и биотической составляющих функционирования: ведь биота не просто активно участвует, но является неперенным агентом переноса косного вещества и может провоцировать ее перенос абиотическими потоками. Этот механизм почти всегда, к сожалению, недооценивается в ландшафтоведении. Биокруговорот также – одна из форм переноса вещества и обмена веществом между компонентами. Судя по дальнейшему тексту под «обменно-транзитной частью», автор имеет в виду именно абиотические потоки – перенос поверхностных и грунтовых вод, перенос снега воздушными потоками, гравитационные потоки твердого вещества и др. Именно эти потоки в центре его внимания, поэтому в данном случае не вполне корректное противопоставление методически отчасти оправдано. В главе 1.6 перечислены показатели

функционирования, использовавшиеся предшественниками, после чего автор логично обосновывает свой выбор показателей и сроков наблюдения.

Раздел 2 содержит обзор материалов и методов. Характеристика района исследования (глава 2.1) выполнена в классическом стиле и выглядит полной и качественной. Особенно следует подчеркнуть глубокое проникновение автора в механизмы эволюции ландшафтов и знание полевого материала и региональной литературы. Особенно важно, что в диссертации подробно описываются не только макроклиматические механизмы поступления влаги, но и локальные механизмы перераспределения влаги, связанные с контрастами рельефа и растительного покрова, прежде всего – роль ленточных боров и колков. Автор ссылается на разнообразные источники и индикаторы климатической ситуации – от традиционных данных метеостанций до древесно-кольцевых хронологий. Гидрологические сведения хорошо увязаны как с климатическими характеристиками, так и с основными задачами работы по динамике влагообеспеченности ландшафта. Литературные данные о почвах квалифицированно критически прокомментированы и детализированы на основании собственных полевых исследований. Автор справедливо указывает на зависимость характеристик почвенного покрова от масштаба исследований и тщательно описывает распределение почв по формам рельефа с указанием характерного водного режима, что важно для решения задач работы.

Методы описаны в главе 2.2 с неравномерной подробностью. Очень детально и ясно представлены методы сбора данных о снегозапасах и влагозапасах. Работа обеспечена большим количеством собственных полевых данных и фондовых данных. Автор описывает количество профилей, их длину и шаг опробования (с. 55), в Приложении В дана точная информация о количестве данных. Достоверность и репрезентативность исходных полевых данных, личный вклад соискателя в их получение и обработку не вызывают сомнения.

Методы статистического анализа данных прописаны неоправданно кратко, что создает неясности. В частности (глава 2.2.3, 2.2.4), вызывает сомнение правомерность применения корреляционных и регрессионных методов к номинальным переменным, таким как «тип наземного покрова» и «экспозиция склона» (таблицы 3.7, 3.8). Поскольку автор не называет используемый коэффициент корреляции, то, видимо, следует по умолчанию понимать, что это коэффициент Пирсона. Если номинальные переменные закодировать условными цифрами «1», «2», «3» и т.д., то в это не вкладывается количественного смысла: в таком случае «2» не больше, чем «1». Если же используется коэффициент Пирсона, то для расчета принципиально важно не только то, что $2 > 1$, $3 > 1$, но и то, что в первом случае больше на 1, а во втором – на 2. Автор закодировал экспозиции склона цифрами от 1 до 8, при этом запад закодирован как «7», северо-запад – как «8», а север – как «1». При этом ясно, что северные и северо-западные склоны по свойствам близки друг к другу, а северные и западные – более далеки. В подобных случаях, чтобы применять корреляционные и регрессионные методы, обычно переходят к континуальным переменным, выраженным через синус и косинус азимута, выраженного в радианах. Тогда,

например, северо-запад, север и северо-восток характеризуются близкими показателями «северности», что соответствует географическому смыслу. Из текста диссертации неочевидно, как автор учитывает тип переменных при выборе метода. Вероятно, используя такие дискретные переменные как предикторы в регрессионных уравнениях, автор каким-то образом выстраивал их в закономерный ряд по возрастанию какого-либо признака, чтобы по смыслу было $2 > 1$, $3 > 2$ и т.д., т.е. представлял их как порядковые (ординальные) переменные, но способ ранжирования не раскрыт. Возможно, именно это и помешало автору: «Анализ связей и адекватности полученных регрессионных моделей показывает, что на данном этапе их проблематично использовать в качестве прогнозных, что также не позволяет применять их для картографической интерпретации показателей функционирования в пределах бассейна» (с. 65). При наличии объясняющих дискретных номинальных и порядковых переменных и зависимых континуальных переменных (мощность снежного покрова, запас влаги) адекватным был бы дисперсионный анализ. В сущности, автор и использует ниже его непараметрический аналог (тест Краскела-Уоллиса, с. 116), довольно бегло описывая результаты. Можно было бы также применить дискриминантный анализ, который позволяет не только описать степень распознавания дискретными классами переменных-предикторов значений зависимой континуальной переменной, но и перейти от дискретных переменных к непрерывным – положению точек на осях экологических факторов. Полученные зависимости целесообразно было бы иллюстрировать точечными графиками зависимости одной переменной от другой с указанием соответствующих коэффициентов корреляции, параметров регрессионных уравнений, уровня значимости. Расчет коэффициентов корреляции Пирсона чувствителен к нормальности распределения. Автор, с одной стороны, упоминает про проверку на нормальность и говорит: «Распределение снегозапасов в пределах структурно-функциональных частей бассейна и запасов влаги в метровом слое почвы принималось нами близким к нормальному распределению» (с. 62). С другой – не приводит результатов этой проверки для основных переменных, касающихся снегонакопления и влажности почв по критерию хи-квадрат, которые могли бы обосновать применимость параметрических методов, которые, тем не менее, далее используются. В то же время автор «для сравнения отдельных подвыборок (различающихся по объему и параметрам распределения) на достоверность различий между средними значениями» (с. 63) использует тесты Краскела-Уоллиса, которые разработаны как раз для данных, отклоняющихся от нормального распределения.

В разделе 3 диссертант идет от анализа пространственных различий в значениях влагозапасов и снегозапасов в разные годы наблюдения к анализу их зависимости от инертных свойств ландшафта. Автор исследует чрезвычайно изменчивые показатели функционирования ландшафта и поэтому не может обойтись без сравнительного анализа погодных условий ряда лет, в течение которых велись наблюдения (глава 3.1.1). Это удачно представленный раздел, дающий полноценное представление о территории и ее внутренней

дифференциации. В главе 3.1.4 содержится анализ локальных факторов перераспределения снежного покрова. Основная мысль – о значимости рельефа и растительного покрова. Ее предпочтительно было бы иллюстрировать не только серией линейных графиков, для разных периодов, совмещенных с гипсометрической линией (рис. 3.5, 3.6), но и широко распространенными наглядными графическими способами, показывающими достоверные различия снегозапасов между типами местоположений, формами мезорельефа, индивидуальными урочищами и т.п. (например, «бюкс-плотами», снабженными результатами дисперсионного анализа с оценкой достоверности различий между группами).

Интересна для дальнейшего исследования мысль диссертанта о том, что изменчивость влагозапаса в почве в определенных ландшафтных условиях может в большей степени зависеть от уровня грунтовых вод (внутреннего свойства геосистемы), чем от внешнего фактора (колебаний фоновых метеоусловий) (с. 93). Имеет смысл дальнейшее выявление ландшафтных условий, для которых это верно (ландшафт более автономен по отношению к внешним воздействиям) и для которых – неверно (ландшафт более жёстко детерминирован внешними влияниями). Фактически используемая диссертантом идея унаследованности состояний укладывается в концепцию этоциклов, предложенную в 1980-е гг. Н.Л. Беручашвили. Методологическая ценность этой идеи состоит в том, что привычные единовременные наблюдения и поиск статистических зависимостей на определенный момент времени (функционально-статическое направление моделирование в ландшафтоведении) описывают лишь часть реальности, по выражению В.Б.Сочавы – «кадр из фильма». Диссертант учитывает серию «кадров» и устанавливает зависимости между ними, что делает ему честь.

Важный результат – изменчивость показателей связи и набора значимых переменных предикторов от года к году (с. 96). Представляется, что устойчивость связей в пространстве и во времени – одна из актуальных задач современного ландшафтоведения, решение которой позволит приблизиться к пониманию допустимых рамок прогноза цепных реакций при внешних воздействиях или при саморазвитии.

Хотя автор и не ставит в центр внимания проблему устойчивости (надо надеяться, оставляя для будущих исследований), рассматриваемые диссертантом пространственно-временные закономерности влагооборота имеют к ней прямое отношение. В этом большое достоинство постановки задачи и полученных результатов. Если ландшафт способен нейтрализовать изменчивость внешних факторов и создавать внутри себя относительно стабильную среду, то его можно считать устойчивым, по крайней мере – обладающим одним из видов устойчивости. В свою очередь, если для серии соседствующих индивидуальных комплексов характерна пониженная изменчивость показателей функционирования (в данном случае – влагооборота), то в ней можно ожидать прогрессирующую дифференциацию, дивергенцию свойств контрастных комплексов. Способность ландшафта нейтрализовать внутри себя изменчивость внешних факторов может определяться его пространственной структурой –

пропорциями и взаиморасположением составных частей, в частности – в связи с возможностями метелевого переноса, который, как верно отмечает автор, исключительно значим в западносибирской лесостепи. Поэтому особенно важно в число переменных-предикторов вводить не только свойства рельефа, растительного покрова, но и показатели пространственной структуры, степени мозаичности, степени внутренней контрастности/монотонности.

В главе 3.4. анализируется дифференциация показателей функционирования по ландшафтными ячейкам, выделенным автором на основании уклонов, экспозиций и 4-х типов наземных покровов. На рис. 3.8, 3.9 приведены соответствующие картосхемы снегозапасов по 16 типам ландшафтных ячеек и влагозапасов по 9 типам ячеек, каждый из которых обеспечен необходимым количеством наблюдений. Имеется небрежность в описании результатов. На с. 101 сказано, что «обработка данных показала достоверные отличия при уровне значимости $p < 0,05$ », но таблица данных, к сожалению, не приводится, примененный метод не вполне ясен.

К достоинствам диссертации относится то, что автор уделяет значительное внимание сравнению полученных результатов с данными из других регионов и справедливо определяет, какие из результатов репрезентативны для исследуемого ландшафта, какие для вида ландшафтов, какие – для ландшафтной зоны, а какие имеют более или менее универсальное значение и совпадают с результатами из других регионов. Это придает работе строгую географичность.

В разделе 4 диссертантом на основании исследования межгодовой изменчивости функционирования предложена классификация геосистем бассейна р. Касмала по специфике режимов функционирования (табл. 4.1), выделены 2 типа и 7 подтипов. На первый взгляд, может показаться, что она напоминает геохимическую классификацию элементарных ландшафтов по положению относительно латеральных потоков вещества. Однако здесь заключается принципиально новое содержание: знакомые понятия «автоморфные», «транзитные», «аккумулятивные» комплексы соотнесены со специфическими режимами функционирования по изменчивости свойств, которые зависят не только от позиции в рельефе, но и от состава отложений. «Второй тип (II) составляют геосистемы где инертные элементы создают условия для усиления влияния мобильной составляющей на режим функционирования» (с. 115). Этот тип геосистем отличает «значительное межгодовое варьирование показателей летнего почвенного увлажнения, повышенная зависимость от колебаний метеоусловий и поступления влаги с сопряженных геосистем» (с. 115), причем не только в виде изучаемых в геохимии ландшафта латеральных потоков растворов, но и переноса снега. Таким образом, заслугой автора является то, что он уделяет внимание более широкому спектру латеральных связей, которые не только вносят вклад в формирование компонентной и пространственной структуры, но и в разнообразие режимов функционирования, по сути – в устойчивость.

Подводя итог, можно констатировать, что поставленные задачи соискателем решены. Полученные результаты содержат решения и подходы к решению ряда актуальных задач ландшафтоведения и физической географии, связанных с

пониманием механизмов динамики и функционирования ландшафта, прогнозом его возможных реакций на внешние воздействия. Сформулированные автором научные положения и выводы обоснованы. Личный вклад автора не вызывает сомнений.

Основные положения работы отражены в 15 публикациях, из них 3 – статьи в рецензируемых журналах, включенных в перечень ВАК. Количество и качество публикаций соответствует требованиям ВАК. Работа успешно прошла апробацию на серии научных конференций. Автореферат соответствует содержанию диссертации.

Диссертация «Индикация режимов функционирования геосистем южной лесостепи Приобского плато с использованием показателей локального увлажнения» представляет законченное научное исследование, обладающее внутренним единством, выполненное самостоятельно на высоком научном уровне, содержит новые результаты и имеет большое практическое значение. Диссертация отвечает требованиям ВАК России, ее автор **Першин Дмитрий Константинович** заслуживает присуждения искомой ученой степени кандидата географических наук по специальности 25.00.23 – Физическая география и биогеография, география почв и геохимия ландшафтов.

Доктор географических наук
(25.00.23 – Физическая география
и биогеография, география почв
и геохимия ландшафтов)
Доцент кафедры физической географии
и ландшафтоведения
географического факультета
Московского государственного университета
имени М.В. Ломоносова
26 февраля 2018 г.

Хорошев
Александр Владимирович

Географический факультет
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Московский государственный университет имени
М.В.Ломоносова»
Почтовый адрес: МГУ, географический факультет, Ленинские горы, д.1, ГСП-1,
119991, Москва, Россия
Интернет сайт: www.geogr.msu.ru
E-mail: avkh1970@yandex.ru
Телефон: +7 495 939 41 46

Подпись руки А.В. Хорошева заверяю.
Декан географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова
Член-корреспондент РАН



С.А. Добролюбов