

ОТЗЫВ

официального оппонента

на диссертацию Байбар Анастасии Сергеевны «Ландшафтные инварианты на основе мультиспектральных данных дистанционного зондирования, цифровой модели рельефа и полевых данных», представленной на соискание ученой степени кандидата географических наук по специальности 1.6.12 – физическая география и биогеография, география почв и геохимия ландшафтов

Диссертационное исследование А.С. Байбар развивает функциональное направление ландшафтоведения, используя принципиально новые возможности, открывшиеся во втором десятилетии XXI века при накоплении космической информации до критического уровня, позволяющего их статистическую обработку с целью получения индексных изображений и классификации. Актуальность работы обусловлена потребностями прогнозирования состояния геосистем, что возможно при лишь наличии сплошной площадной картины функционирования в многолетней динамике. Кроме того, ландшафтоведение подошло к этапу своего развития, когда требуется минимизация субъективного взгляда на ландшафтную структуру и растет спрос на формализованные (четко воспроизводимые) способы выделения геосистем. Интегральным результатом работы как раз является карта, основанная на доказанных статистически закономерных комбинациях признаков разных геокомпонентов и воспроизводимом алгоритме обработки полевой и дистанционной информации. Диссертация имеет практическую значимость для обоснования методики ландшафтного картографирования, прогнозирования состояния геосистем, разработки способов рационального ведения лесного и сельского хозяйства.

Цель исследования – выделение пространственно-временных инвариантов южно-таежных ландшафтов на основе анализа временных рядов мультиспектральных данных Landsat, цифровой модели рельефа и полевых данных, на примере Центрально-Лесного заповедника и прилегающей территории. Автором решались следующие задачи: выделение пространственно-временных инвариантов отражения, получаемых на основе мультиспектральных данных Landsat; расчет параметров порядка рельефа на основе морфометрических характеристик на разных иерархических уровнях; интеграция инвариантов отражения и параметров порядка рельефа с целью получения ландшафтных инвариантов; семантическая интерпретация полученных ландшафтных инвариантов по полевым данным; классификация ландшафтных инвариантов с целью получения карты инвариантных состояний южно-таежного ландшафта юга-

запада Валдайской возвышенности с характеристикой полученных классов на основе полевых описаний и исходных данных.

Предметом исследования являются пространственно-временные инварианты состояний южно-таежного ландшафта юго-запада Валдайской возвышенности. Автор использует данные многолетних полевых наблюдений (несколько тысяч описаний), которые служат для верификации расчетов характеристик функционирования по многолетней серии космических снимков.

Достоверность использованных данных и результатов не вызывает сомнений. Результаты изложены в 16 статьях, 4 из которых входит в перечень ВАК. Научная общественность ознакомлена с результатами исследования на 13 российских и международных научных конференциях. Автореферат соответствует содержанию диссертации.

Диссертация состоит из введения, 4 глав, заключения, выводов, списка цитируемой литературы. Список литературы включает в себя 266 работ (122 на русском и 144 на иностранных языках). Объем диссертации – 188 страниц, включая 36 таблиц, 59 рисунков.

Автором вынесены на защиту четыре положения: 1) Использование метода главных компонент относительно исходных каналов Landsat позволяет выделить несколько компонентов снимков, отражающих основные характеристики растительного покрова: общую яркость, характеризующую общую биомассу, яркость в ближнем ИК канале, характеризующую интенсивность фотосинтеза, яркость в коротковолновых ИК каналах, характеризующую содержание свободной воды. 2) Последовательное обобщение мультиспектральной дистанционной информации позволяет выделить пространственно-временные инварианты отражения состояний южно-таежного ландшафта юго-запада Валдайской возвышенности за последние 35 лет. 3) Для территории исследования можно выделить 12 независимых параметров порядка рельефа. 4) Ландшафтные инварианты одновременно (эмерджентно) описывают основные закономерности организации растительного покрова и рельефа территории исследования и имеют значимые связи с характеристиками полевых описаний.

В главе 1 основное внимание уделяется ключевому понятию «инвариант ландшафта». С одной стороны дается обзор как противоречивых, так и взаимодополняющих понятий, разработанных в математике и ландшафтоведении. С другой стороны, инвариант трактуется с позиций теории динамических систем, выдвигающей принципы многосвязности и многоканальной компенсации внешних возмущений. В качестве методического обеспечения обсуждается только метод главных компонент,

который автор в дальнейшем использует для доказательства защищаемых положений. Были ли попытки применять другие методы, не говорится, хотя упоминается, что он «является одним из возможных методов получения инвариантов» (с. 21). Поскольку это первая диссертация по ландшафтоведению, в которой ключевое слово «инвариант», вероятно, пока достаточно обоснования единственного метода. Приведено много убедительных примеров применения метода главных компонент для анализа рельефа и растительного покрова. В ландшафтоведении сам по себе метод главных компонент уже нашел достаточно широкое применение за последнюю четверть века. Однако в заслугу диссертантке следует поставить его адаптацию к решению одной из фундаментальных задач – определения вклада стабильной прогнозируемой части структурно-функциональной организации ландшафта.

Замечание к главе 1 и последующим. Инвариант – понятие, означающее нечто устойчивое, в ландшафте это должны быть рамочные условия для мобильных свойств. Автор часто ссылается на В.Б. Сочаву и говорит о развитии его концепции, но у В.Б. Сочавы и А.А. Крауклиса как раз quintessence составляет сочетание инертного и изменчивого начала в ландшафте. Работа не отделяет четко стабильные и переменчивые составные части структуры ландшафта. Инвариант в заключении работы отождествляется с параметром порядка, статистическим термином. Это выглядит неоправданным расширением содержания термина. По мнению рецензента, метод главных компонент следует трактовать как способ как раз отделить инвариантное начало от изменчивого (кратковременные эффекты сукцессий, ветровалов, пожаров и др.).

Глава 2 содержит традиционную физико-географическую характеристику территории исследования. Представленная информация адекватна задачам работы. Используется метод анализа временных рядов для климатических данных. Автор правомерно характеризует повторяемость благоприятных и неблагоприятных лет для доминантных видов. Удачно описаны тренды биопродуктивности (по приростам деревьев) и видового состава фитоценозов. Это важная информация для разделения вкладов инертного, мобильного и лабильного (биосистемного) начал в ландшафте (в терминологии А.А. Крауклиса и почему-то не цитируемого В.Н. Солнцева). Приводится заимствованная ландшафтная карта, которая в итоге диссертации приводится в новом варианте (и по-другому названная) на основании более полной и обоснованной структурно-функциональной информации, прежде всего – благодаря учету многолетнего «поведения» ландшафта.

Замечания к главе 2. Более логично, чтобы климатическая характеристика предшествовала гидрологической, так как климат условие, а воды – результат. Вероятно, для полноты следовало бы снабдить раздел о водах характеристикой не только грунтовых, но и поверхностных вод, не ограничиваясь перечнем рек. Поскольку понятие «дренированность» – одно из ключевых в диссертации, логично было привести характеристика скорости течений, питания рек, в частности – вклада подземного питания.

Глава 3 описывает материалы и методы исследования. Отчасти эту главу можно рассматривать как сжатое учебное пособие по реализуемой методике. Автор описывает ранее разработанные коллективом методы, отчасти – наращивает методическую базу (точнее – интегрирует собственные публикации за несколько лет). Схема исследования четко показана на рис. 3.5-3.7. От исходной дистанционной, морфометрической и полевой информации исследование переходит к выделению инвариантов методов главных компонент сначала отдельно по рельефу и растительности, потом – к интегральным инвариантам, в завершение – к интегральной классификации и составлению ландшафтной карты (карты инвариантов). Базовая мысль автора: «В предлагаемом подходе параметры порядка отражают стационарное неизменное во времени состояние системы и, следовательно, тождественны инвариантам для рассматриваемого временного интервала».

Замечание к главе 3 касается категоричности в определении инварианта, которая не вполне соотносится с результатами, точнее – результаты глубже базового определения. Дальнейший содержательный текст (глава 4) показывает, скорее, что инвариантом надо называть не только «стационарное неизменное во времени состояние» (с. 95), не только стабильные плеяды свойств, но и *устойчивую повторяемость* одних и тех же состояний. Это хорошо показано диссертанткой на примере сезонных комбинаций мобильных ландшафтных свойств – растительности, снега, вод, теплового режима. Однако встречается, например, такая формулировка: «3 частных инварианта, отражающих количество свободной воды в ландшафтном покрове» (с. 163). Очевидно, что количество воды меняется очень быстро даже в течение суток, поэтому речь идет не об инварианте количества воды, а об устойчивой повторяемости некоторых количеств доступной воды или об устойчивом диапазоне этих количеств.

В главе 4 представлены результаты исследования. Автор последовательно описывает результаты выявления структурно-функциональных особенностей организации ландшафта и трактует содержание полученных инвариантов по каждому геокомпоненту и по их

совокупности. Несомненное достоинство главы — убедительное доказательство применимости предложенного алгоритма для объяснения ландшафтной дифференциации и формализованного ландшафтного картографирования. Все результаты интерпретированы полевыми данными с оценками взаимной детерминированности геокомпонентов.

Содержание главы наводит на мысль, что по прошествии 30 лет полноценного (в «компьютерную эру») активного применения статистических методов в ландшафтоведении настало, видимо время, для рефлексии феномена не слишком высокой доли детерминации мобильных компонентов инертными. Это вроде бы противоречит устоявшимся представлениям геотопологического детерминизма («морфолитогенная основа определяет почти всё»). Действительно, часто приходится констатировать, что коэффициенты детерминации не превышают 30-50%. В диссертации звучит вывод: «Морфометрические параметры рельефа и характеристики почв слабо описывают пространственную структуру инвариантов отражения» (с. 165). С одной стороны, при выделении факторов (в терминологии метода главных компонент) (параметров порядка, инвариантов) исследователь обязательно выделяет несколько ведущих, то есть сознательно идет на потерю информации (хотя точно знает сколько именно). При последовательной процедуре выделения «факторов от факторов» потеря информации нарастает. Является ли невысокая итоговая детерминация именно следствием потери информации, требуемой этим методом, либо следствием большого вклада игнорируемых ландшафтоведением факторов пространственной организации? К числу последних, вероятно, могут относиться конкурентные отношения между растениями и/или сообществами, биологические реакции на накопленные эффекты (влаги, энергии, сингенетических образований и др.), сукцессионные эффекты, локальные эпизодические нарушения (ветровалы, буреломы, деятельность животных, инфекции и др.). С другой стороны, может быть, следует констатировать, что ландшафтоведение должно оперировать именно относительно стабильными или устойчиво повторяющимися явлениями, но оставлять другим наукам (биогеоценологии?) компетенцию исследования пространственной организации наиболее мобильных свойств. Диссертация А.С. Байбар в аспекте приведенного рассуждения выглядит знаковой, подводящей итог раннему этапу применения статистических и геоинформационных методов в ландшафтоведении, ставящей вопросы для будущих исследований. Думается, что именно такова и есть одна из основных задач диссертаций вообще.

Замечания к главе 4 и Заключение.

Характеристика второго общего инварианта (с. 164) включает скорость протекания фотосинтеза в летние месяцы и связывается с молодыми вторичными лесами. Вполне очевидно, что скорость фотосинтеза, расход на испарение, тепловой режим зависят от возраста древостоя и через пару десятилетий будут совсем другими. Останется ли тогда инвариант тем же или плавно перейдет в другой (противопоставляющий болота уже не молодым, а зрелым хвойным лесам)? По мнению рецензента, это все-таки не инвариант, а именно изменчивая составляющая функционирования ландшафта.

На с. 151 непонятна мысль, или неудачно выражение: «Для вторичных елово-мелколиственных лесов на моренных грядах характерны легко- и среднесуглинистые почвы, для ельников — более легкий гранулометрический состав элювиального и иллювиального горизонта». Вероятно, формально получены именно такие комбинации, но вряд ли им стоит придавать смысл утяжеления гранулометрического состава под вторичными лесами по сравнению с коренными темнохвойными (воспринимается текст именно так).

Рис. 4.17 и табл. 4.12 представляют карту инвариантных биогеофизических состояний ландшафта и легенду. На с. 137 автор соотносит это название с понятием «ландшафтная карта»: «На основе ландшафтных инвариантов могут быть получены карты устойчивых состояний ландшафтов, которые отчасти тождественны традиционным ландшафтными картам, однако в отличие от них отражают ландшафтную структуру за определенный временной интервал». Легенда выглядит вполне традиционной для ландшафтной карты. Однако она почему-то не отражает гранулометрический состав почв, хотя в тексте неоднократно подчеркивается связь с составом напочвенного покрова, соотношением неморальных и бореальных видов. Видимо, считается, что подтип почвы однозначно определяет состав напочвенного покрова — вряд ли это так.

Табл. 4.12 №№ 12-14. На болотах с мощностью торфа 2-3,5 м указаны молодые сосняки как господствующие фитоценозы. Наверняка вводит в заблуждение малый диаметр старых сосен на болотах. Скорее всего, речь идет об обычных болотных сосновых мелколесьях 5-го бонитета. Если же это действительно молодые сосняки, то правомерно ли включать такую неустойчивую характеристику в легенду карты, которая декларирует подход на основе инвариантов? Для неболотных видов урочищ возраст не указывается, хотя о нем можно догадаться по соотношению лиственных и хвойных пород.

В работе не хватает схемы построения иерархии геокомплексов, интегрирующей знание, полученное автором при последовательном

противопоставлении ландшафтных условий при переходе с уровня на уровень.

В целом, выполненное Байбар Анастасией Сергеевной исследование, является законченной научно-квалификационной работой, выполненной на современном научном уровне, обладающей высокой актуальностью и научной новизной. Диссертация имеет высокое научное и практическое значение, и соответствует уровню диссертационной работы на соискание ученой степени кандидата наук. Приведенные в диссертации результаты являются новыми и отражают собственные исследования автора. Автореферат и публикации отражают основные положения и выводы диссертации.

На основании изложенного считаю, что диссертация Байбар Анастасии Сергеевны «Ландшафтные инварианты на основе мультиспектральных данных дистанционного зондирования, цифровой модели рельефа и полевых данных» является законченной научно-квалификационной работой. Диссертация соответствует пп. 9-11, 13 и 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 г. (в действующей редакции); а ее автор Байбар Анастасия Сергеевна заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата географических наук по специальности 1.6.12 – физическая география и биогеография, география почв и геохимия ландшафтов

Официальный оппонент

Доктор географических наук, доцент

(25.00.23 – Физическая география и биогеография, география почв и геохимия ландшафтов)

Профессор кафедры физической географии и ландшафтоведения географического факультета Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова

 Хорошев Александр Владимирович

29 апреля 2025 г.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»

Адрес: 119991, Российская Федерация, Москва, Ленинские горы, д.1, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет,

Интернет сайт: www.geogr.msu.ru
info@geogr.msu.ru
E-mail оппонента: avkh1970@yandex.ru
Телефон: +7 495 939 41 46

Я, Хорошев Александр Владимирович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

А.В. Хорошев

29 апреля 2025 г.



Подпись руки Хорошева А.В. заверяю:

Декан географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова
Академик РАН



С.А. Добролюбов

