

## Отзыв

**официального оппонента на диссертацию Хорошева Александра Владимировича «Полимасштабная организация географического ландшафта», представленную к защите на соискание учёной степени доктора географических наук по специальности 25.00.23 – физическая география, география почв и геохимия ландшафтов.**

### **Актуальность диссертационной работы.**

Актуальность работы обусловлена самим ходом исторического развития ландшафтной географии, как части общей физической географии. В методологии географии постоянно присутствует центральная проблема - проблема объяснения упорядоченности земного пространства. Она решается путём построения общих и частных концептуальных моделей, отражающих иерархичность структур приповерхностного слоя Земли. Во всех работах методологов географии содержится попытка ответить на вопрос: как упорядочено земное пространство, как взаимодействуют различные географические компоненты, объекты, структуры на разном масштабном уровне. В представленной докторской диссертации А.В. Хорошев пытается дать ответ на этот «вечный» вопрос природной географии: как устроено ландшафтное пространство, «ландшафтный покров», какова структура ландшафтогенеза, ландшафтоформирующих процессов, как они реализуются в разных иерархиях ландшафтных структур, в разных условиях антропогенной нарушенности? Несомненно, это фундаментальные вопросы ландшафтной географии, ответ на которые ищут многие отечественные исследователи и представители зарубежной географии. В данном контексте очевидна актуальность представленной к защите диссертации, основная цель которой – «разработка и апробация эмпирической теории полимасштабной организации ландшафта» (с.7), то есть представление ещё одной модели упорядоченности ландшафтного пространства.

### **Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций.**

Диссертация А.В.Хорошева – итог 22-х лет непрерывной полевой и камеральной работы автора в составе коллектива сотрудников кафедры физической географии и ландшафтоведения МГУ, как в качестве исполнителя научных тем, так и руководителя, и организатора ландшафтных исследований в рамках 10 грантовых тем, 5 из которых выполнялись под непосредственным руководством соискателя.

Обоснованность научных положений рецензируемой диссертации вытекает из ряда её свойств и особенностей.

Диссертация А.В.Хорошева – плод многолетней работы автора, известного специалиста в области полустационарных и стационарных исследований лесных и степных топогеосистем. Им опубликовано десятки работ с привлечением методов математико-статистического анализа по изучению состояния биогеоценозов в разных ландшафтных зонах Европейской России.

Компоновка диссертационного материала, его немалый листаж (335 страниц текста), список литературы, включающий 508 наименований, из которых 212 – зарубежные источники, свидетельствуют об огромном объёме проделанной работы, высокой эрудиции и работоспособности автора. Перед нами труд, содержащий компетентный анализ достижений как отечественных ландшафтоведов, так и зарубежных, главным образом англоязычных ландшафтных экологов, что вызывает уважение и доверие к проделанной диссертантом работе.



Структура диссертации и распределение материала логически понятны. Вначале - изложение истории и современного состояния проблемы иерархической организованности геосистем (глава 1); затем - описание объектов и методов полевых работ в разных ландшафтных зонах и подзонах (глава 2); далее - рассмотрение теории и методологии полимасштабного (и полиструктурного) анализа геосистем (глава 3); и, в заключение - описание результатов полимасштабного анализа, их обсуждение и общие выводы (глава 4).

Более подробно остановимся на содержании диссертации.

Во **«Введении»** излагается нормативно структурированная краткая характеристика её содержания. Она же продублирована и в автореферате диссертации. Чтение вводного раздела знакомит читателя с декларированной сутью исследования и его формой, требуемой от каждого претендента на учёную степень, включая краткое изложение актуальности работы, её целей и задач, методов исследования, защищаемых положений, научной новизны, теоретической и практической значимости и апробации работы.

В **первой главе работы «Современная проблематика исследований структуры ландшафта»** приводится анализ шести трактовок понятия «ландшафт», используемых в русской и зарубежной ландшафтной географии. Определяются трактовки «ландшафта», используемые диссертантом в своём исследовании. Это и классическое региональное понимание ландшафта как относительно однородной морфогенетической территориальной структуры по Н.А. Солнцеву и требующей её фиксации на ландшафтных картах, и понимание ландшафта как природного комплекса со взаимосвязанными компонентами или комплексами меньшего или большего территориального ранга (в понимании В.С. Преображенского - как моносистемная и полисистемная территориальные модели), и понимание ландшафта как «геосистемы», то есть гносеологической пространственной структуры, которую можно «задать», мысленно «вырезать» в ходе исследования и определить её размеры, в зависимости от изменения параметров взаимосвязей, их силе и характера.

В диссертации, автор, в зависимости от задач и используемых методов, использует термины «ландшафтная структура» и «ландшафтный покров». Первый безотносительно размера и иерархии геосистемы - «как часть ландшафта». Вторым, - когда надо подчеркнуть двухмерность рисунка ландшафта как мозаичного образа на космическом снимке.

Автор проводит тезис о смене исследовательских парадигм в изучении «ландшафта» - от морфолого-генетической в работах научной школы Н.А. Солнцева, к «геосистемной» функционально-динамической, связанной с исследованиями на комплексных стационарах и полустационарах в иркутской ландшафтной школе В.Б. Сочавы, на Курском опытном полигоне Института географии АН СССР (ныне РАН), на Марткопском стационаре под Тбилиси, организованном Н.Л. Беручашвили и в других ландшафтных центрах бывшего СССР и России. Живое, хотя и кратко, рассмотрены системный и хорологический подходы, их эвристика и методологическая конструктивность в отечественной и зарубежной ландшафтной науке (с.15-22). Появление представлений о сложной организованности и нелинейности ландшафтной картины мира вызвал необходимость поиска адекватных методов изучения свойств полиструктурности и полимасштабности геосистем. Автор сжато излагает методологические и методические искания в этой области в англоязычной ландшафтной экологии и, конечно, в отечественной ландшафтной географии (работы Ю.Г. Пузаченко, В.В. Сысуева, К.Н.



Дьяконова, А.Ю. Ретеюма, В.А.Бокова, В.Н. Солнцева и других исследователей). Ещё раз отмечу хороший литературный язык и великолепное знание предмета обзора, продемонстрированные автором в *разделе 1.1* первой главы работы.

В разделах *1. 2, 1.3, 1.4* основательно рассмотрены проблемы современного ландшафтоведения, содержание которых приведено на рисунке 1 (с. 24). Особо подчеркнута необходимость изучения эффектов взаимодействия (взаимоусиления, взаимоослабления), наложения разнотипных структур, как актуальнейшей проблеме современного ландшафтоведения (с. 27). В проблеме полимасштабности ландшафтоформирующих процессов очень актуален, по мнению диссертанта, вопрос «...о разделении вкладов жёсткого морфолитогенного каркаса и процессов саморазвития других независимых от него типов структур в ландшафтную дифференциацию» (с. 27). Данную проблему автор определяет, как центральную в своей диссертации. Подчеркнута важная роль формализованной обработки многоканальной дистанционной информации на основе математических методов при картометрическом изучении *ландшафтного разнообразия*, развиваемых в работах Ю.Г.Пузаченко. Сделан добротный обзор методов изучения ландшафтного разнообразия, как условия сохранения биологического разнообразия, применяемых в англоязычной ландшафтной экологии (с. 27 – 28). Кроме того, рассмотрены проблематика ландшафтной геохимии (ёмкость геохимических барьеров, критических порогов накопления вещества и др.); варьирование связей в пространстве, синхронность реакции компонентов и ПТК на внешнее воздействие; моделирование геофизической дифференциации на основе морфометрического анализа рельефа (Сысуев, Ласточкин и др.); изучение динамики и эволюции ландшафта (с. 29-34).

В *разделе 1.3* подробно рассмотрено содержание так называемого, «структурного» направления в ландшафтоведении, которое диссертант уточняет как *функционально-статистическое направление моделирования* в ландшафтоведении (с. 34). Именно в этом сегменте ландшафтных исследований и выполнена рецензируемая работа.

В разделе приведены основные теоретические положения, на основе которых была построена функционально-статистическая модель ландшафта, во многом основанная на представлениях зарубежных ландшафтных экологов. Вот основные её положения:

- ландшафт – сложная систем;

- ландшафтная сложность проявляется через разнообразие пространственных структур и процессов, нелинейные взаимодействия компонентов и пространственную гетерогенность (Hall et al., 2004);

- понятие ландшафтную сложность можно через «нейтральную» модель случайного распределения пространственных элементов, используемую как «точку отсчёта» для оценки степени сложности, закономерной пространственной организации реальных ландшафтов (с. 34). Данные теоретические положения стали методологической основой для выполненных исследований, ставших основой диссертации А.В. Хорошева. Рассмотрены специфика представлений на горизонтальную и вертикальную структуру ландшафта в отечественной и зарубежной ландшафтной географии и «неуместность» преувеличенного учёта генетического фактора при изучении ландшафтных структур, включая их типологию (с. 36). Обращается внимание на необходимость привлечения статистического подхода при решении проблемы объективности ландшафтных границ, позволяющего оценить количественный вклад морфолитогенной основы в варьирование свойств других компонентов ландшафта (с. 36). На рис. 2 в виде структурной граф-схемы приведена проблематика структурного направления современного ландшафтоведения с



конкретным выделением вопросов, рассматриваемых в диссертации (с. 37). Важной задачей автор считает изучение проблемы эмерджентности разных иерархических уровней проявления разномасштабных процессов и проблему трансляции информации из одного масштаба в другой (с. 39). Это особенно важно при принятии ландшафтно-планировочных решений (с. 39).

В разделе 1.4 обстоятельно изложены подходы к изучению межкомпонентных связей (с. 42 - 63). Автор подробно рассматривает практику изучения взаимосвязей между компонентами ландшафта в зарубежной ландшафтной экологии и отечественном ландшафтоведении. У англоязычных экологов отчётливо выражена биоцентричность научной методологии и недостаток внимания к рельефу. Однако с появлением цифровых моделей рельефа этот методологический перекокс устраняется. Ставится и подробно рассматривается вопрос о статистически достоверных связях между свойствами геосистем, которые могут быть содержательно значимы лишь между переменными с сопоставимыми масштабами пространства и времени. Рассмотрены математические методы наиболее адекватные для исследования межкомпонентных отношений. Одним из наиболее распространенных является *метод мультирегрессионного анализа*, который использует автор в диссертации. Подробно рассмотрены и другие методы изучения межкомпонентных связей, используемых в современных ландшафтно-экологических исследованиях. Например, метод канонического анализа соответствий, другие методы многомерной статистики. Автор демонстрирует высокую квалификацию и знание предмета при обсуждении возможностей разных математических методов при изучении межкомпонентных взаимодействий (с. 45 -47).

В Разделе 1.5. «Подходы к исследованию иерархической и полимасштабной организации ландшафта» рассмотрено понятие полимасштабности, широко используемое англоязычными ландшафтными экологами. В разделе рассматривается проблема иерархии природных систем и критериев их выявления. Подчёркивается отсутствие единого априорного критерия. По мнению диссертанта, для понимания функционирования ландшафта необходима полимасштабная характеристика пространственных структур и процессов, в частности, полимасштабный анализ межуровневых взаимодействий, то есть анализ свойств системы более высокого иерархического уровня, определение размеров вышестоящей задающей константы системы, причём, возможно не одной (с. 49). Диссертант говорит о важности выявления масштабного уровня, позволяющего описать динамику системы в целом (с.51). Рассмотрена парадигма иерархического моделирования пространственной организации в форме иерархической динамики пространственных единиц-пятен, интегрирующей теорию иерархии и теорию динамики пространственных единиц, предложенную в ландшафтной экологии (с.51). Подробно рассмотрены математические методы марковских цепей и клеточного автомата, позволяющих отбирать наиболее значимые переменные для перевода информации с локального уровня на региональный. Описаны, предложенные канадскими исследователями, методы автоматического анализа каждого пиксела на космоснимке при увеличении размеров скользящего квадрата для вычисления порогов резкого изменения дисперсии значений яркости, как критерия перехода на другой уровень пространственной организации (с. 52). Дальнейшее развитие методологии пиксельного анализа принадлежит австрийским исследователям, подчеркивает диссертант (с. 53 -55).

Отметим обстоятельность и компетентность выполненного диссертантом обзора проблематики и методологии полимасштабной организации геосистем. Автор, на



основании выполненного анализа, предлагает « способы определения масштабных уровней геосистем, задающих для своих пространственных элементов правила варьирования свойств не одного компонента, а их взаимосвязанных плеед. Это, по мнению автора, «... позволит выявить основания для определения информативных критериев ландшафтного картографирования на разных масштабных уровнях организации геосистем» (с. 59). В конце раздела приводится таблица №1, в которой показаны в предельно чёткой форме основные задачи диссертационной работы «в контексте современной проблематики науки о ландшафте» (с. 61).

Подводя итог оценке содержания первой главы работы, отметим её принципиальное значение для всего последующего изложения сути работы. *В первой главе, и особенно в разделах 1.3- 1.4 дана глубокая, яркая и высокопрофессиональная оценка тенденций развития современных направлений в мировой ландшафтной географии - как в отечественном ландшафтоведении, так и англоязычной ландшафтной экологии, определено место исследовательского поля автора в рассмотренной проблематике и показаны сильные и слабые стороны разных ландшафтных школ.* Как представляется, содержание первой главы достойно отдельного опубликования в виде монографии или учебного пособия для студентов и аспирантов. Первая глава хорошо обосновывает научные и методологические положения, на которых построено диссертационное исследование А.В. Хорошева.

Во **второй главе** диссертации «**Материалы и методы их подготовки к анализу**» подробно описаны физико-географические и ландшафтные условия и особенности территорий (полигонов), где проводились полевые исследования. Глава небольшая – менее 9% всего объёма текста. В ней даётся краткое, но содержательно достаточное описание модельных полигонов, как типов зональных ландшафтов. Полевые работы на протяжении 22 лет проводились в трёх ландшафтных зонах шести регионов России:

- в Архангельской области – средняя тайга;
- в Ханты-Мансийском АО – средняя тайга;
- в Костромской области – южная тайга;
- в Калининградской области - хвойно-широколиственные леса;
- в Удмуртии - хвойно-широколиственные леса;
- в Оренбургской области - низкогорные типичные степи.

Автор с коллегами сделал 1757 комплексных описаний типичных фаций подурочищ или простых урочищ. 213 км<sup>2</sup> были описаны на ключах по трансекте водораздел - склон – долина и 60 821 км<sup>2</sup> были маршрутно описаны в Костромской области. Ландшафтные описания классические – фиксировались свойства почвы, рельефа, растительного покрова. Для полевой и камеральной обработки материала использовались крупномасштабные (не крупнее 1:10 000) и среднемасштабные топографические карты, космические снимки Landsat, аэроснимки, цифровые карты рельефа SRTM. Для обработки цифровой информации и создания цифровых карт рельефа использовалась специально написанная программа FRACDIM, модули ГИС ArcView и специализированная программа Statistica. Как представляется рецензенту, набор базовых показателей для дальнейших исследований вполне достаточен, программное обеспечение современное и адекватное задачам работы. Несколько озадачивает невзрачность картографического материала на рисунках 3, 4, 5. Приведённые в диссертации карты, аэроснимки и космоснимки мелки, плохо читаются, отсутствуют ландшафтные карты и профили полигонов и трансект, нет ни одной фотографии ключевых участков. Иными словами, нет



того иллюстративного материала, который обычно приводится в диссертациях и монографиях по естественно-географической тематике.

**Глава 3 «Теория и методология полимасштабного анализа структуры ландшафта»** является основой диссертации, её смысловым ядром. В третьей главе на 93 страницах текста изложена авторская методология полимасштабного анализа структуры ландшафта.

Глава открывается *разделом 3.1.* в котором даётся геосистемная интерпретация полимасштабного подхода к анализу структуры ландшафта. Сначала рассматривается объём и содержание понятия геосистема и соотношение понятий геосистема и геокомплекс. Дискуссии по данному вопросу неоднократно велись в нашей географии, начиная с 70-х годов прошлого столетия. Автор, упоминая участников дискуссии, ещё раз демонстрирует хорошую осведомлённость по указанной теме (с.93-99). Он полагает, что геосистема, как гносеологическая модель, конструируется, «задаётся» разными группами свойств-отношений в самом геокомплексе (ПТК) (онтологический объект) и между ПТК одного и разного иерархических рангов.

В *разделе 3.2.* (с. 106-111) диссертант, отталкиваясь от требований системного анализа, излагает инструментарий методов многомерной статистики, который позволяет рассматривать полимасштабные группы геосистем. Таких групп пять. Это системы, анализируемые по признакам (свойствам) *одного компонента* ПТК, находящихся в отношениях конкуренции. Это «структурно-линейные свойства», фиксируемые на оси экологического фактора каждой операционной единицей (например, светолюбие, солеустойчивость). Это системы внутрикомпонентных взаимодействий по В.А. Бокову. Диссертант их не рассматривает, полагая, что это задача «частных» наук – геоботаники, почвоведения (с. 101).

Вторая группа систем - это системы межкомпонентных взаимодействий, компоненты которых объединены потоками вещества и энергии (моносистемная модель В.С. Преображенского).

Третья группа геосистем – это территориальные системы сопряжённых ПТК, это операционные территориальные единицы (полисистемная модель В.С. Преображенского). Рассмотрены разные известные типы таких систем – от однородных, до каскадных. Автор не рассматривает векторные системы (по В.Н. Солнцеву).

Четвёртая группа систем - это отношения между «вмещающей» системой и надсистемой, то есть системой более высокого ранга. Структурные отношения в одной геосистеме воспроизводятся в структуре другой. Интересны примеры автора о реакции вмещающей «однородной» геосистемы на изменения одной из её частей, например, засыпке оврага на овражной территории (с. 103). Здесь связи - отношения будут откликаться через механизм постепенной передачи информации «по цепочке».

Пятая группа систем – территориальные системы соседствующих ПТК, связанных единым типом межкомпонентных отношений. Например, единым полем грунтовых вод. Это единая геохора со свойственной ей суммативной целостностью (по В.А. Бокову, 1990).

Наличие разнотипных геосистем в одном и том же пространстве – это и есть полиструктурность ландшафтного пространства, утверждает диссертант. *«Одновременное подчинение свойств компонентов разномасштабным процессам и явлениям в геосистемах разных типов – есть полимасштабная организация географического ландшафта. Выявление границ внутренне мозаичных геохор – задача ландшафтоведа* (с. 105). Определив статистически значимые связи при определённом наборе ландшафтных



условий, можно судить о характере современного ландшафтообразующего процесса или процесса, протекавшего в прошлом. Одна из главных задач автора - изучение и сравнение вкладов внутриуровневых и межуровневых взаимодействий в формирование пространственных различий (с. 110).

Автор сравнивает вклады внутриуровневых и межуровневых связей, выявляя скачки дисперсии. Изучение варьирования свойств осуществляется через дисперсию свойств. Изучение дисперсий делается на основе построения регрессионных уравнений. Причины пространственной вариабельности ландшафтного покрова иллюстрируются различными примерами. Показаны одна группа территориальных различий, обусловленных взаимовлиянием компонентов на низшем иерархическом уровне (уровень «0»). Другая группа различий обусловлена влиянием свойств надсистемы (уровень «+1»). Элементы уровня «0» создают эффект эмерджентности.

*В разделе 3.3. «Выбор операционной территориальной единицы (ОТЕ)» обоснован подход к выбору ОТЕ и масштаба исследования. Нужно найти размер пространства, при изменении структуры которого меняются свойства ОТЕ. Диссертант использовал критерий тесноты межкомпонентных связей, что позволяет оценить значимость того или иного иерархического уровня в варьировании свойств ландшафта.*

*В разделе 3.4. дано решение проблемы снижения размерности данных методом многомерного шкалирования. Расчёт осуществлялся, используя поиск «факторов» и «осей» в программе Statistica.*

*В разделе 3.5. рассмотрены проблемы и способы интерпретации межкомпонентных связей. Раздел весьма содержателен. В нём изложены причины варьирования тесноты связей и методы изучения межкомпонентных внутриуровневых связей. Показаны способы удаления «лишней» информации, используя многомерное шкалирование и метод главных компонент, применяя различные приёмы (коэффициенты корреляции Спирмена, метод «регрессии поверхности отклика», канонические корреляции) (с. 130-133).*

*В разделе 3.6. описаны «Эффекты межкомпонентных взаимодействий».*

Показаны модели, исследующие зависимость конкретного свойства компонента от всей совокупности свойств другого компонента, отражающего совместное влияние на него множества независимых факторов. Достоверная связь между свойствами компонентов является индикатором наличия единого фактора (или «правила») варьирования компонентной структуры, действующего на некоторой территории, размер которой требуется определить. Автор предлагает ввести новое понятие – «характерное пространство «внутриуровневых» межкомпонентных связей». Оно определяется размером ОТЕ и размером геохоры, где свойства компонентов определяются одним фактором (с.138 -139). Определение тесноты связей выявляется путем использования методов многомерной статистики.

*Раздел 3.7 посвящён выявлению эффектов взаимодействия геосистем разных масштабных уровней (с. 144 -162). Автор обращается к классической задаче ландшафтоведения – как рельеф определяет свойства ПТК. По-сути, изучается организация рельефа и её отражение в дифференциации почвенного и растительного покровов.*

Диссертант, используя ЦМР, определяет влияние мозаичности рельефа, его вертикальную и горизонтальную расчлененность для анализа зависимости уровня грунтовых вод от поля высот, литологии, антропогенной активности. ОТЕ оценивается как сочетание зон аккумуляции и рассеяния вещества. Статистические модели



показывают, через оценку силы связей на каждой оси дифференциации, характерное пространство ландшафтного процесса, определяющее то или иное свойство ОТЕ. Максимальное проявление коэффициента дисперсии оценивается как размер вмещающей геосистемы, содержащей ОТЕ (с.147 - 150). Суть методического подхода автора при оценке организации рельефа: определение скачков дисперсии и вычисление индексов разнообразия Шеннона при изменяющемся размере скользящего квадрата. Для оценки связей рельефа и компонентов ландшафта применяются серии мультирегрессионных уравнений 2-ой степени, в которых зависимая переменная – дифференциация рельефа, а независимые - стандартизованные морфометрические показатели рельефа.

*В разделе 3.8.* показан подход в разделении вкладов внутриуровневых и межуровневых связей. Диссертантом предложен т.н. метод «суперфакторов», позволяющий разделить детерминированные свойства от свойств саморазвития биогеоценоза. Дается описание метода суперфакторов, через построение мультирегрессионных моделей.

*В разделе 3.9.* приведена программа синтеза парциальных геосистем. Дана программа – алгоритм выявления т.н. парциальных геосистем, то есть территорий, где значения каждого свойства в плеяде ландшафтных свойств относительно одинаковы от определяющего фактора. Алгоритм, по-сути, представляет методику работы ландшафтоведа по полимасштабному анализу структуры ландшафта. Количественные методы полимасштабного анализа структуры ландшафта и решаемые ими задачи сведены в таблицу 7 (с. 179), а содержание процедуры полимасштабного анализа представлена в графической схеме на рис. 21. (с. 180).

*Раздел 3.10.* определяет место полимасштабного анализа структуры ландшафта среди подходов к объективизации выделения геосистем и её предметные и региональные ограничения.

Автор, завершая третью главу диссертации, определяет полимасштабный анализ как методологию «целиком основанную на методах математической статистики, которая представляет собой лишь часть стохастического моделирования» (с. 182). Диссертант справедливо полагает, что это лишь часть, но *необходимая* часть, современных ландшафтно-экологических исследований. Поэтому диссертация А.В. Хорошева – вклад в развитие функционально-статического направления современного ландшафтоведения (рис. 22).

**Глава 4 «Полимасштабный анализ структуры ландшафта»** - наиболее значительная по объёму часть диссертации (45% текста работы). В ней автор показал специфику полимасштабной организации ландшафтов в разных ландшафтных зонах и подзонах Европейской России. Глава включает 8 разделов, разбитых на подразделы.

*В разделе 4.1.* изложен физический смысл осей дифференциации свойств компонентов и приведено ранжирование экологических факторов. Это факторы – «оси»: трофности, влажности, сукцессии, азотообеспечения, опесчаненности, освещения и промерзания почво-грунтов. Автор подчёркивает первостепенную важность факторов влажности и трофности (с 186 -192).

*В разделе 4.2.* приводятся результаты межрегионального анализа внутриуровневой компонентной структуры. Количественно определена теснота связей между ярусами растительности и почвенного покрова в разных подзонах тайги и зоне смешанных лесов. Например, травяной и кустарниковой ярусы имеют высокую общность контролирующих факторов с древесным ярусом и друг с другом. А вот кустарнички и мохо-лишайники с



травостоем связаны гораздо слабее. Приводятся и другие интересные статистически выявленные особенности между различными «геомассами» вертикального профиля БГЦ.

*В разделе 4.3.* показана зависимость внутриуровневых межкомпонентных связей от уровня ландшафтного разнообразия. Автор делает вывод, что сопряжённость свойств компонентов на ландшафтном уровне снижается по сравнению с местностным и, особенно, урочищным уровнями (с.200-207). «Это свидетельствует о частой смене типов отношений в пространстве» (с. 210).

*Раздел 4.4.* рассматривает межуровневые связи как индикатор полимасштабности ландшафтной организации. Как представляется, автор методами статистики «открыл» некоторые свойства и факторы ландшафтной дифференциации в разных зонах и регионах, давно описанные в классических ландшафтных работах. Заслуга автора в том, что он модельно - статистически выявил корреляционные «следы» этих связей, истолковав их как свидетельство полимасштабной организации ПТК. (с.224).

*В разделе 4.5.* методом суперфакторов количественно оцениваются «вклады» внутриуровневых и межуровневых связей в варьирование свойств компонентов на Архангельском, Кологривском и Удмуртском полевых полигонах. Используя мультирегрессионные модели, диссертант пришёл к выводу, что рельеф контролирует свойства компонентов ландшафта в разных ландшафтных зонах на 20 – 60% дисперсии. Остальные 15 - 50 % дисперсии свойств объясняются внутрифитоценоотическими и почвенно-фитоценоотическими взаимодействиями в процессе саморазвития биогеоценоза.

*Раздел 4.6* связан с определением пространственных рамок действия межкомпонентных связей. В разделе методами многомерной статистики определяется площадь локально - специфических условий проявления межкомпонентных связей и иерархия ландшафтообразующих процессов в ландшафтах разных зон и регионов и на разном уровне антропогенной трансформации. Например, установлено, что в низкогорно-степном ландшафте Оренбуржья геохоры превышают размер ОТЕ не более, чем в 3-5 раз (с. 262).

*В разделе 4.7* выявлены временные рамки действия межкомпонентных связей и их варьирование в зависимости от стадии сукцессии. Мультирегрессионные модели показывают варьирование связей между почвами и ярусами растительности в зависимости от стадии сукцессии. Так в средней тайге старовозрастные леса более тесно связаны с почвами, а не с почвообразующими горными породами. Возрастает согласованность свойств фитоценоза с окислительно-восстановительными условиями. Внутрифитоценоотическая сопряжённость в ходе сукцессии увеличивается. Данные выводы, как и ряд других, показанных автором, не новы, однако здесь они подтверждены методами многомерной статистики.

*Раздел 4.8* показывает процедуру синтеза геосистем на основе концепции полимасштабности. Рассматриваются методы создания двух типов картографических моделей парциальных систем – двухуровневые и многоуровневые.

Двухуровневая картографическая модель строится по набору свойств рельефа, которые «задают» определённые свойства почвы и фитоценоза. Многоуровневая модель объединяет комбинации свойств рельефа вмещающих систем нескольких рангов, при которых вероятен определённый класс свойств ПТК. Выявлено три основных плеяды свойств, чувствительных к влажности, трофности и стадии сукцессии.

При наложении разных карт с разномасштабными свойствами выявляются геосистемы с разными границами, не связанными с геолого-геоморфологическими



рубежами, то есть открывается возможность более глубокого анализа ландшафтного покрова (таблица 22, с.325).

В *Заключении* автор приходит к выводу: теснота межкомпонентных связей и характер прерывности-непрерывности ландшафтных единиц – это вопрос масштаба исследования. Ландшафтные структуры полимасштабны и полиструктурны.

В восьми пунктах общих *Выводов* обобщены полученные автором результаты, которые, во многом, уточняют и конкретизируют сведения, уже имеющиеся в биогеоценологии, геотопологии и ландшафтной лимологии (учении о ландшафтных границах).

В тексте диссертации содержится список используемых терминов, а также список сокращений.

#### **Достоверность и новизна диссертационных положений и рекомендаций.**

Достоверность изложенных в диссертации положений не вызывает сомнения. Как уже подчёркнуто выше, они подкреплены большим количеством полевых данных, современными методами их обработки и анализа, многолетним циклом наблюдений на одном из модельных полигонов и статистической значимостью выполненных расчётов.

Научная новизна диссертации А.В.Хорошева заключается в следующем:

1. Впервые в отечественном ландшафтоведении столь широко и многообразно использованы методы многомерной статистики для анализа межкомпонентных одноуровневых, межкомпонентных разноуровневых связей в ландшафтных структурах разного таксономического ранга.

2. Впервые поставлена и решена на функционально-статическом уровне проблема полимасштабности ландшафтообразующих процессов и разделения вкладов разномасштабных процессов в варьирование свойств геосистем.

3. Выявлены общие правила иерархической организации межкомпонентных связей определенного уровня для разных ландшафтных зон и регионов, а также определены регионально-специфические и локально-специфические условия проявления межкомпонентных связей в ландшафтах разных зон и на разных стадиях сукцессии и степени антропогенной трансформации.

4. Изучена проблема и разработана методика интерпретации причин «слабых» или вообще «отсутствия» связей между свойствами компонентов для разных иерархических уровней организации ландшафта.

5. Обоснован способ распознавания прерывных и непрерывных ландшафтных границ, возникающих в результате наложения эффектов разномасштабных ландшафтных структур.

6. Разработан, апробирован и предложен методолого-методический алгоритм анализа полимасштабной организации ландшафта на основе методов многомерной статистики, как часть методологии функционально-статического направления современного ландшафтоведения.

#### **Общее заключение по работе.**

Диссертация А.В.Хорошева «Полимасштабная организация географического ландшафта» представляет законченную научно-квалификационную работу, в которой разработан ряд теоретических подходов и методических приёмов, позволивших углубить концепцию полиструктурности и развить концепцию полимасштабности ландшафтной организации путём использования нелинейных мультирегрессионных моделей, приёмов цифрового моделирования рельефа и факторного разложения космических снимков.



Разработанный А.В. Хорошевым подход даёт возможность выявлять иерархические уровни геосистем с учётом тесноты статистических связей совокупностей ландшафтных признаков (плеяд) на строго количественной основе.

Выполненную А.В. Хорошевым диссертацию «Полимасштабная организация географического ландшафта», в соответствии с пунктом 9 «Положения о порядке присуждения учёных степеней», утверждённого Правительством РФ от 21 апреля 2016 № 335, можно квалифицировать как *научное достижение* в области современного ландшафтоведения.

Результаты диссертации могут и должны быть использованы при дальнейшей разработке концепций полиструктурности и полимасштабности в ландшафтной географии и учитываться при решении задач ландшафтного планирования, природоохранения и рационального природопользования, а также при подготовке студентов естественнонаучных факультетов университетов.

Текст автореферата диссертации полностью соответствует её содержанию.

Результаты диссертации изложены в 84 научных публикациях, в том числе 31 статья в изданиях, рекомендованных ВАК, 2 статьи - в зарубежных рецензируемых журналах, в 4 монографиях, а также в сборниках и материалах конференций. Основные положения работы доложены на 19 международных и на 15 всероссийских конференциях.

Диссертация написана хорошим литературным языком, без ошибок и помарок.

#### **Замечания.**

Как отмечалось выше, главное и, пожалуй, единственное замечание к рецензируемой диссертации - это более чем скромное её картографическое сопровождение. Диссертация не имеет полноценных крупномасштабных ландшафтных карт модельных полигонов, с ландшафтными профилями-трансектами, фотографиями ключевых фаций, урочищ, аэро- и космоснимков надлежащего качества. Это вызывает досаду, так как это весьма необычно для ландшафтоведческих диссертаций, тем более докторских. Отсутствуют и образчики бланков полевых описаний.

Однако приведённое замечание не снижает высокой оценки диссертации. Поэтому её автор - Хорошев Александр Владимирович, заслуживает присуждения учёной степени доктора географических наук по специальности 25.00.23 – физическая география, география почв и геохимия ландшафтов.

**Отзыв подготовил** официальный оппонент Макаров Владимир Зиновьевич, доктор географических наук, профессор, декан географического факультета Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н.Г. Чернышевского заведующий кафедрой физической географии и ландшафтной экологии СГУ.

Адрес: Саратовский государственный университет,  
географический факультет, 410012 Саратов, ул. Астраханская, 83,  
тел. 8 (845-2) 515440. E-mail: sgu@sgu.ru

Макаров В.З.