

## МЕТОДЫ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

УДК 911.52(470.11)

А.В. Хорошев, Г.М. Алещенко

### ХАРАКТЕРНОЕ ПРОСТРАНСТВО МЕЖКОМПОНЕНТНЫХ ОТНОШЕНИЙ В ЛАНДШАФТЕ<sup>1</sup>

**Постановка проблемы.** В ландшафтоведении давно разработано два базовых понятия — горизонтальная (морфологическая) структура и вертикальная структура (межкомпонентные связи). Способы выделения пространственных единиц по принципу однородности и их иерархия давно внедрены в практику. В зависимости от ранга природно-территориального комплекса тот или иной фактор организации считается ведущим, а внутренняя мозаичность связывается с действием фактора другой природы. Например, урочища принято выделять по принципу единства мезоформы рельефа, а обособление фаций внутри него может быть связано с микрорельефом или с варьированием механического и/или химического состава отложений. Подразумевается, что связи компонентов внутри конкретного ПТК данного ранга не такие, как в соседнем, а внутренние связи сильнее внешних. С другой стороны, вертикальные связи между компонентами ландшафта реализуются в виде процессов переноса вещества, энергии, информации, и результатом процесса может быть возникновение особых пространственных структур иной природы, нежели традиционно выделяемые морфологические части ландшафта. Вопрос о способах выделения мозаичных пространственных структур на основе однотипности межкомпонентных связей обсуждался гораздо реже, чем способы выделения ландшафтных единиц на основе одинаковости свойств компонентов. В русскоязычной литературе разнообразие проявлений целостности природы на одной и той же территории отражено в концепции полиструктурности ландшафта [2, 5, 6], которая возникла в результате подробного анализа внутриландшафтных и межландшафтных потоков в рамках функционального направления в ландшафтоведении [1].

Можно выделить четыре представления о взаимобусловленности компонентов ландшафта. Первое утрированно можно выразить известной фразой “все связано со всем”: оно не оставляет исследователю шансов на сколько-нибудь достоверное выделение пространственных единиц хотя бы в силу бесконечности количества показателей, которыми можно описать ландшафт. Кроме того, как многократно отмечали экологи, если бы таким образом была бы устроена природа, то устойчивость ее к внешним воздействиям стремилась бы к нулю.

Второе представление реализовано в классической концепции морфологической структуры русского ландшафтоведения. По этой детерминистической концепции некоторые компоненты жестко связаны между собой на данном иерархическом уровне, а если полевые данные свидетельствуют о нарушении ожидаемых отношений, то причину следует искать в проявлении отношений другого иерархического уровня, на котором действует иной ведущий фактор дифференциации.

Третье представление реализует идею о том, что компоненты ландшафта связаны друг с другом не жестко. Допускается многовариантность развития структуры, что требует применения вероятностного подхода. Принимается, что на данном иерархическом уровне внутренняя дифференциация зависит от состояния какого-либо фактора (например, мезорельефа), но каждое сочетание свойств компонентов может соответствовать классам состояний этого фактора с той или иной вероятностью. Нежесткое соответствие между свойствами компонентов объясняется как разными характерными временами компонентов, так и широкими экологическими нишами видов живой природы и многочисленными случайными факторами. Для отражения неоднозначных отношений между компонентами ландшафта при картографировании структур применялись теория нечетких множеств, дискриминантный анализ и другие подходы [9, 13, 18, 20]. Вместо одной карты ландшафтных единиц требуется серия карт, отражающих степень уверенности исследователя в отнесении каждого участка территории к тому или иному классу.

Четвертое представление, развиваемое в статье, основано на допущении, что на каждом иерархическом уровне ландшафтной организации возможно несколько ведущих факторов дифференциации, а сила проявления каждого из ведущих факторов может варьировать. Например, в одном случае внутри эрозионной равнины действует единый фактор дифференциации: чем больше расчлененность, тем меньше болот. В другом случае в пределах эрозионной равнины вид связи между рельефом и заболоченностью неодинаков: например, на высоких межлужечьях рост расчлененности способствует снижению заболоченности, а на низких — увеличению (поскольку в этом случае болота связаны с днищами долин). Таким об-

<sup>1</sup> Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ (грант 05—05—64335).

разом, в этом примере на одном иерархическом уровне действуют разные виды связей между одними и теми же компонентами и за ними стоят разные процессы.

Ф.Н. Мильков ввел понятие о парагенетических ландшафтах и определил их как системы смежных, активно взаимодействующих комплексов, обладающих общностью происхождения [4]. Выделение парагенетических систем обычно практикуется для объектов, связанных легко наблюдаемыми механическими потоками вещества — например, селевых или лавинных систем. Однако, очевидно, есть и скрытые от глаза наблюдателя системообразующие связи, порождающие пространственную вариабельность ландшафта. Выявить их можно путем картографирования типов межкомпонентных отношений в ландшафте, когда объектом картографирования становятся не монотонные (при заданном разрешении) природно-территориальные комплексы (ПТК), а их группы, связанные общностью фактора дифференциации и его количественного проявления. Главный фактор пространственной организации территории может иметь разные уровни проявления в разных ее частях. Например, понижение уровня грунтовых вод с удалением от болота приводит к смене сырых гигротопов влажными и свежими — территория неодинакова по структуре, но одинакова по генезису этой структуры. В пределах парагенетической системы реакция компонента ландшафта на количественное изменение организующего фактора должна выражаться одной и той же функцией, по виду которой можно представить физический процесс, отвечающий за пространственную дифференциацию.

Знание функции, отражающей связь между фактором и компонентом ландшафта на конкретном участке, позволяет решать ряд конструктивных задач. Появляется возможность для применения эргодического подхода при прогнозировании изменений ландшафтов при внешнем воздействии, т.е. для моделирования временных изменений при помощи знания закономерностей современной пространственной структуры. Если известно, что каким-либо образом претерпит изменение ведущий фактор организации территории, то знание его функциональной связи с компонентами ландшафта позволяет принять за модель будущих изменений состояние того участка территории, где современные значения фактора аналогичны прогнозируемым. Если выделена гомогенная (единая по фактору организации, но разнообразная по вертикальной структуре) парагенетическая система, то обладание функцией связи между фактором и свойствами ландшафта позволяет решать такие вопросы ландшафтного планирования, как пространственная дифференциация видов природопользования, распределение нагрузок.

Подходы к решению проблемы иерархии пространственной организации ландшафта решаются, как правило, на примере организации одного из компонентов — растительности (по дистанционным ма-

териалам) или рельефа (по цифровой модели, созданной средствами ГИС) [14]. В данной работе решается более сложная задача пространственной развертки межкомпонентных связей на нескольких иерархических уровнях. Похожий подход к проблеме иерархической организации отношений между рельефом, почвами и растительностью со сравнением результатов регрессионных моделей, полученных при меняющемся скользком квадрате, реализован в ряде работ ландшафтных экологов США, Канады, Австралии [12, 15, 17, 19]. Мы используем более разнообразный набор характеристик рельефа и оригинальные программы, обеспечивающие несколько степеней проверки достоверности результатов и отсеивания искусственно завышенных показателей межкомпонентных связей.

Важнейший вопрос, возникающий при исследовании иерархической организации межкомпонентных отношений: в какой степени согласуются между собой иерархии, выстроенные по отдельным парам компонентов или их элементов. Единая иерархия ландшафтных единиц может быть выстроена только в том случае, если будет доказано, что все компоненты данного уровня подчиняются единому фактору дифференциации и меняются в пространстве и во времени согласованно. Например, для локального водосборного междуречья получено, что варьирование состава древостоя, мощности почвенных горизонтов, уровня грунтовых вод с высокой достоверностью описывается соотношением выпуклых и вогнутых участков микрорельефа. Следовательно, в пределах поверхности примерно уровня урочища существует единый фактор внутриурочишной дифференциации — перераспределение влаги по микрорельефу. Если изменить территориальный охват анализа и включить в расчет не только волнистое междуречье, но и примыкающие склоны, то для всех пар связей между численными компонентами и рельефом резко уменьшится качество связи и/или изменится набор достоверно влияющих на растительность, почвы и воды показателей рельефа (например, не степень кривизны, а уклоны). Это будет означать, что для нового территориального охвата характерен иной фактор дифференциации всех компонентов и исследователь выявил целостную единицу другого иерархического уровня, например местность. Таков идеальный случай, когда все компоненты меняются согласованно со специфическим для каждого уровня фактором организации.

Подход к выявлению целостных ландшафтных структур, единство которых по всем компонентам обусловлено одинаковым характером литогенной основы, продемонстрирован ранее [3, 8, 9, 16]. Для территории полигона исследования в средней тайге Архангельской области был предложен вероятностный подход к выявлению целостных ландшафтных структур — геостационарных и геодинамических — на основе идеи полиструктурности ландшафта. В статье основное внимание мы уделяем другим типам геосис-

тем, которые не являются монотонными (одинаковыми по вертикальной структуре), но могут считаться гомогенными в буквальном смысле, т.е. дифференциация их внутренней структуры обусловлена разными количественными уровнями проявления единого фактора. В одной из предыдущих работ последовательное изменение территориального охвата при расчете тесноты межкомпонентных отношений методом множественной регрессии вдоль трансекта позволило выявить положение границ ареалов межкомпонентных отношений разных типов на уровне не ниже внутриурочищного [7].

Здесь решаются следующие задачи: 1) выделение в ландшафте парагенетических систем, связанных единством типа отношений в системе “рельеф—растительность”; 2) выявление числа иерархических уровней, на которых реализуются межкомпонентные отношения, и пространственных различий в сложности иерархической организации; 3) выявление диапазона иерархических уровней пространственной организации, в котором проявляется подобие отношений в заданной системе.

**Материалы и методы.** Для реализации описанного подхода использованы результаты полевых исследований, проводящихся с 1994 г. на юге Устьянского района Архангельской области, в Заячерицком ландшафте структурной эрозионно-моренной волнистой равнины с неглубоким залеганием пермских мергелей с сочетанием мелколиственно-еловых лесов на подзолистых почвах и болот, частично распаханной. Также использованы космический снимок “Landsat-7” (июнь 2001 г.) и цифровая модель рельефа масштаба 1:50 000. Расчеты проводились в программе анализа растровых изображений Fracdim (авторы Г.М. Алешенко, Ю.Г. Пузаченко) и ГИС ArcView 3.2a.

В результате преобразования значений спектральных яркостей каналов космического снимка методом главных компонент выделено несколько независимых факторов дифференциации растительного покрова, один из которых интерпретирован как проявление реакции растительного покрова на варьирование влажности местообитаний. Выбор этого фактора для анализа (ниже — фактор влажности, т.е. свойства растительного покрова, чувствительные к гигротопу) обусловлен его независимостью от антропогенного изменения растительного покрова, в то время как более весомые факторы дифференциации отражают антропогенные изменения: соотношение лесных и полевых участков и соотношение хвойных и мелколиственных пород.

Наиболее высокие факторные значения соответствуют урочищам верховых кустарничково-пушице-сфагновых болот с сосновым мелколесьем и елово-сосновым сфагновым лесам на торфяно-подзолистых почвах. Средние значения соответствуют фоновым для территории елово-сосновым долгомошно-зеленомошным черничным лесам на подзолистых почвах. Самые низкие факторные значения соответствуют наиболее хорошо дренированным урочищам — со-

сняков брусничных зеленомошных, местами лишайниковых, на подзолах и мезофитных ежово-тимофеевково-овсяннищевых лугов на дерново-карбонатных почвах крутых коренных склонов долин. Интерпретация результатов дешифрирования космического снимка осуществлялась по данным почти 1100 полевых комплексных ландшафтных описаний.

Космический снимок и цифровая модель рельефа были приведены к единому разрешению с размером пиксела 400 м, что сопоставимо со средними размерами урочищ, выделенных на ландшафтной карте полигона [10]. Рассчитана серия показателей, характеризующих вертикальную и горизонтальную расчлененность рельефа: уклон, степень кривизны, стандартное отклонение высот в окрестности каждого пиксела со стороной квадрата 2000 м, сумма длин водотоков в той же окрестности, расстояние до ближайшего водотока. Эти показатели рельефа фактически характеризуют степень дренированности, которая зависит от положения грунтовых и поверхностных вод, — один из главных факторов ландшафтной дифференциации территории [10].

В качестве основного способа пространственного анализа межкомпонентных отношений в данной работе принято построение мультирегрессионной зависимости. Такие зависимости строятся для всех точек анализируемой области в скользящем квадрате. Элементарный квадрат играет роль линейной окрестности, что снимает возможные вопросы о необходимости использования нелинейных моделей. Изменение коэффициентов в уравнении множественной регрессии показывает смену процессов в исследуемой области пространства. Коэффициент детерминации ( $r^2$ ), соответствующий доле варибельности зависимой переменной (“фактор влажности”), которая может быть описана независимыми переменными (рельеф), оценивает “силу связи” между ними. Именно возможность пространственного анализа коэффициентов мультирегрессионных зависимостей и классификации типов полученных уравнений связи отличает созданный алгоритм от хорошо известных и давно используемых процедур построения регрессионных уравнений. Последовательные расчеты тесноты связей-отношений для увеличивающейся окрестности позволяют определить критические пороги смены типов отношений при смене масштаба.

Выдвигается гипотеза, что нет единой универсальной иерархии межкомпонентных отношений для всей территории. Каждый пиксел (урочище) может участвовать в своей иерархии процессов, которые управляют его состоянием. Поэтому необходимо для каждого пиксела определить, процессы какого масштаба наиболее достоверно описывают пространственную варибельность свойств ландшафта в его окрестностях. Здесь и далее под изменением масштаба подразумевается изменение территориального охвата расчета. Другой аспект проблемы масштаба — зависимость результатов от разрешения (в данном случае

от размера пиксела) — в этой статье не рассматривается.

Возможны несколько вариантов выявления иерархической организации межкомпонентных отношений.

1. Один и тот же тип отношений проявляется в окрестностях пиксела для разного масштаба (территориального охвата). Только один из масштабов, который можно отождествить с характерным пространством межкомпонентных отношений, является основным — тот, для которого получено наибольшее значение коэффициента детерминации по сравнению с другими масштабами.

2. Связь “растворяется” при увеличении или уменьшении территориального охвата (размера скользящего квадрата), т.е. коэффициент детерминации стремится к 0. Для такого масштаба гипотеза о существовании парагенетической системы данного типа отношений должна быть отвергнута. Частный случай — когда связь одного и того же типа проявляется для нескольких масштабов, разделенных некоторым диапазоном масштабов, в которых отношения данного типа не реализуются. В таком случае можно предполагать подобие межкомпонентных отношений на нескольких иерархических уровнях.

3. Вид связи меняется при переходе от одного масштаба к другому при высоком значении коэффициента детерминации в каждом из масштабов. Этот случай соответствует иерархической организации межкомпонентных отношений при наличии своего специфического ведущего фактора ландшафтной организации для каждого иерархического уровня. Такой вариант в целом соответствует традиционному пониманию иерархической организации ландшафта.

Разработан способ выявления иерархии межкомпонентных отношений.

1. Рассчитываются регрессионные уравнения связи растительности (фактор влажности) и рельефа (5 характеристик дренированности) для скользящих квадратов со стороной 5, 9, 13 и 17 пикселей (соответственно 2000, 3600, 5200 и 6800 м).

2. Стандартизированные коэффициенты регрессионного уравнения, описывающие вклад каждой из характеристик рельефа в варьирование растительности, используются для классификации пикселей (формально выделенных пространственных единиц, сопоставимых с урочищем) по метрике Евклида. В один класс попадают пиксели со сходным видом линейной зависимости растительности от рельефа в заданной окрестности. Таким образом, выявляются парагенетические ландшафтные системы, контрастные по внутренней структуре, но с единым фактором дифференциации.

3. Классификация пикселей по типам межкомпонентных отношений повторяется для окрестностей разного размера.

4. Сопоставляются интерпретации классов отношений, выделенных для каждого территориального охвата.

5. Устанавливаются ареалы совпадения и несовпадения ареалов проявления классов межкомпонентных отношений в разных масштабах. За характерное пространство отношений принимается максимальный размер окрестности, в которой сохраняется один и тот же тип отношений. Классы отношений, не являющиеся сквозными для всех масштабов и проявляющиеся лишь в одном из них, интерпретируются как проявление специфических для данного масштаба процессов. Наложение ареалов проявления нескольких типов отношений интерпретируется как одновременное проявление разнокачественных процессов в данном масштабе.

6. Проводится визуализация распределения коэффициентов детерминации регрессионных уравнений, полученных для разных масштабов.

7. Для каждого масштаба выявляются пиксеты, в окрестностях которых заданного размера растительный покров описывается показателями рельефа наиболее достоверно по сравнению с другими масштабами (т.е. коэффициент детерминации максимален). Таким образом определены центры ареалов, для которых процесс, реализующийся в данном масштабе, более существенен для дифференциации растительности, чем процессы, реализующиеся в других масштабах.

8. Проводится визуализация ареалов, в которых связи теснее в данном масштабе, чем в других. Для этого оконтуривается окрестность заданного размера вокруг каждого пиксела — центра ареала данного типа отношений.

9. Проводится наложение ареалов связей, выявленных для разных масштабов. В результате для каждого участка территории можно установить, сколько иерархических уровней отношений реализуется.

**Результаты.** На рис. 1 изображены ареалы проявления отношений нескольких типов для разных масштабов, на рис. 1, А показан тип отношений с отрицательной связью между фактором влажности и горизонтальной расчлененностью рельефа и расстоянием до водотока и с положительной — с вертикальным расчленением. Фактором повышения влажности является увеличение концентрации стока от территорий с густой сетью неглубоковрезанных водотоков к днищам глубоковрезанных долин. Видны области с устойчивым расположением отношений данного типа при любом размере окрестности.

Другой тип отношений (рис. 1, Б) характеризуется отрицательной связью фактора влажности с вертикальной расчлененностью и расстоянием до водотока и положительной — с горизонтальной расчлененностью. Фактором повышения влажности, следовательно, является формирование густой сети слабообрезанных водосборных понижений при преобладании суходольного режима на глубокорасчлененных территориях. Переувлажнение наступает при небольших скоростях влагопереноса и исчезает при увеличении скоростей влагопереноса в глубокорасчлененных местностях. Обращает на себя внимание наличие двух ие-

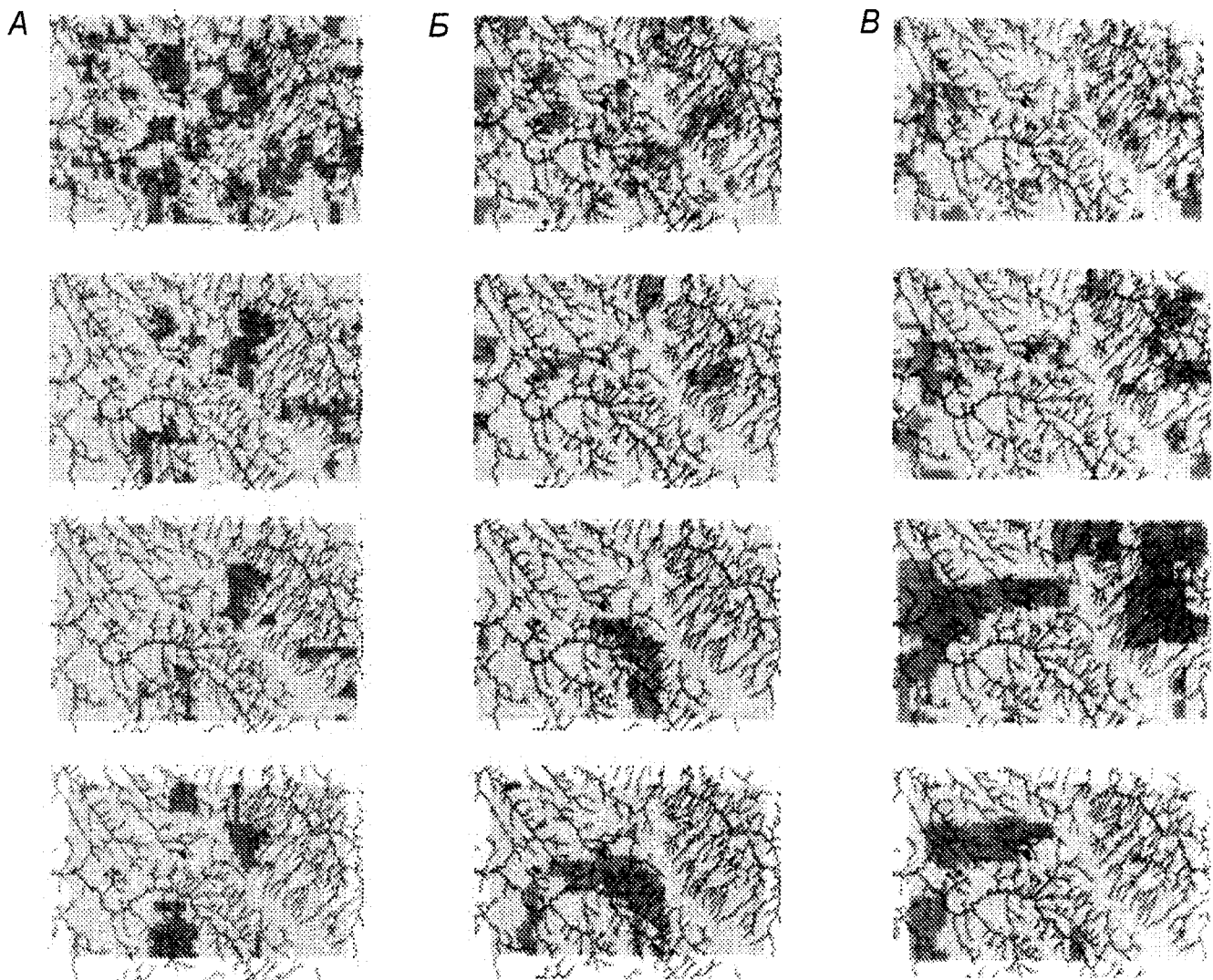


Рис. 1. Ареалы проявления типов отношений: А, Б, В в системе рельеф—растительность, установленных по мультирегрессионным уравнениям (пояснения см. в тексте). Размер скользящего квадрата: верхний ряд — 2000 м, второй ряд — 3600 м, третий ряд — 5200 м, нижний ряд — 6800 м

рархических уровней, на которых проявляется подобный тип отношений: локальный урочищный (5 пикселей) и ландшафтный (13—17 пикселей) при “растворении” связи на промежуточном уровне 9 пикселей.

На рис. 1, В показан ареал типа отношений, при которых повышение влажности происходит при больших уклонах или малой вертикальной расчлененности. К нарастанию увлажненности приводит выклинивание грунтовых вод на крутых затененных склонах долин (как правило, сложенных коренными мергелями). Данный тип отношений проявляется, главным образом, в ландшафтном масштабе и образует компактные ареалы в дренированных местностях, где увлажнение определяется в основном соотношением влияния грунтовых вод и верховодки. При малом вертикальном расчленении переувлажненность может определяться верховодкой или разгрузкой грунтовых вод по поверхности морены, а на крутых коренных склонах — разгрузкой грунтовых вод по пластам коренных пород. Таким образом, контрастность геологического строения территории отражается в ландшафтном масштабе в распределении влажности и со-

ответствующей реакции растительного покрова, но она не характерна для урочищного масштаба.

Исходя из гипотезы, что каждый пиксел (урочище) может участвовать в нескольких разномасштабных системах отношений, выделены центры ареалов, для которых данный масштаб является основным, т.е. коэффициент детерминации регрессионного уравнения больше, чем для какого-либо другого масштаба (рис. 2). Основная часть территории попадает в сферу проявления процессов разного масштаба, накладывающихся один на другой. Но при этом для каждого пиксела можно установить вероятное число иерархических уровней межкомпонентных отношений. Вся территория полигона так или иначе перекрыта системой достоверных отношений, характерный масштаб которых соответствует квадрату со стороной 2000 м, т.е. урочищному уровню. Общее число иерархических уровней отношений в системе растительность—рельеф варьирует от 2 до 4. На левобережье р. Заячьей не установлены процессы и закономерности, которые проявлялись бы единообразно в ландшафтном масштабе, т.е. в квадрате со стороной 6800 м. Отношения между рельефом и растительностью проявляются

только на более низких уровнях. Это означает частую смену в пространстве типов межкомпонентных отношений; парагенетические системы имеют меньшие размеры, меньше, чем 6800×6800 м. Обращает на себя внимание, что невыраженность широкомасштабных отношений свойственна зоне наибольшей концентрации разнонаправленных разрывных нарушений и наибольшей расчлененности рельефа. Для левобережья общее число иерархических уровней не превышает 3. Для правобережья — варьирует от 2 до 4.

**Заключение.** На территории исследования существует разномасштабная система отношений между рельефом (степенью дренированности) и растительностью. Геологическое строение территории оказывает решающее влияние в ландшафтном масштабе. Процесс самоорганизации поверхностного стока, проявляющийся в переходе от густой сети слабо врезаемых водотоков к их слиянию и концентрации в глубоковрезанных долинах является ведущим фактором дифференциации свойств растительного покрова, чувствительного к увлажненности в урочищном масштабе. Скорость влагопереноса как фактор дифференциации проявляется в двух масштабах — урочищном и ландшафтном, но несущественна в промежуточном масштабе. Таким образом, на разных участках могут проявляться как смена факторов дифференциации при смене иерархического уровня, так и подобие системообразующих процессов.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. *Исаченко Г.А.* Дискретность и континуальность в теории ландшафтоведения // Структура, функционирование, эволюция природных и антропогенных ландшафтов. Тезисы X ландшафтной конференции. М.; СПб., 1997.
2. *Коломыц Э.Г.* Полиморфизм ландшафтно-зональных систем. Пушино, 1998.
3. *Мерекалова К.А.* Пространственная организация и межкомпонентные отношения в среднетаежном ландшафте Архангельской области // Тезисы докладов XII Международной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых "Ломоносов-2005", секция География. М., 2005.
4. *Милюков Ф.Н.* Общее землеведение. М., 1990.
5. *Раман К.Г.* Пространственная полиструктурность топологических геокмплексов и опыт ее выявления в условиях Латвийской ССР. Рига, 1972.
6. *Солнцев В.Н.* Структурное ландшафтоведение: основы концепции. Структура, функционирование, эволюция

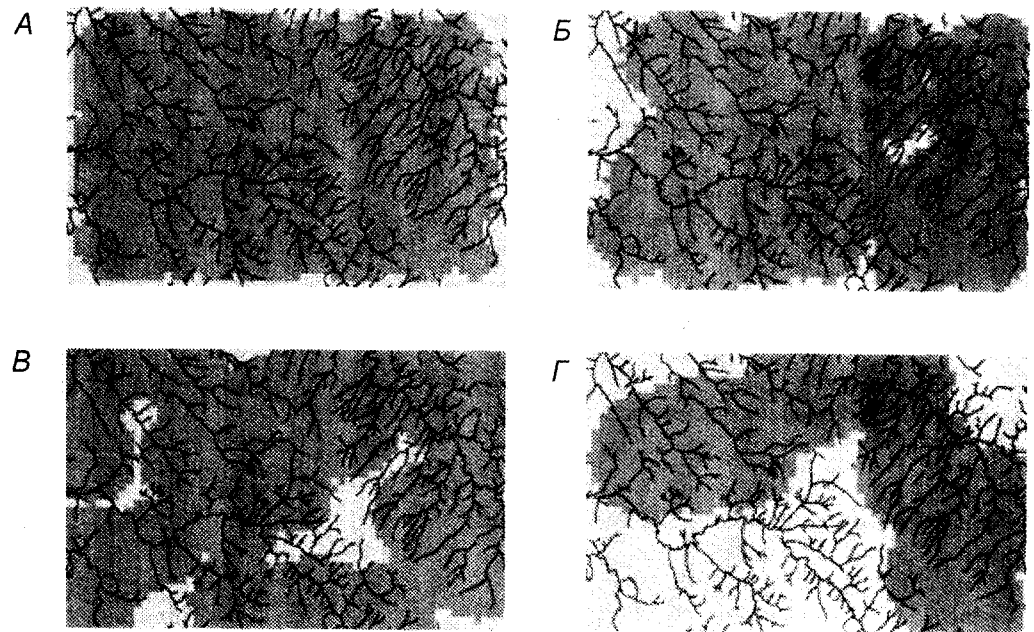


Рис. 2. Ареалы значимых межкомпонентных связей при размере скользящего квадрата А — 2000 м, Б — 3600 м, В — 5200 м, Г — 6800 м (показаны темным)

Предложенная методика позволяет решить следующие задачи: 1) выявлять парагенетические мозаичные системы, подчиняющиеся единому фактору организации; 2) моделировать изменения ландшафтной структуры во времени, используя знание закономерностей современной пространственной структуры; 3) определять число иерархических уровней и характерных пространств, к состоянию которых чувствителен природный комплекс. Дальнейшее развитие предложенного подхода подразумевает исследование влияния изменения мельчайшей операционной единицы (размера пиксела) на выделение типов межкомпонентных отношений, а также сравнение эффективности регрессионного моделирования и других методов оценки тесноты и вида связи между компонентами.

- природных и антропогенных ландшафтов // Тезисы докладов X ландшафтной конференции. М.; СПб., 1997.
7. *Хорошев А.В.* Межкомпонентные отношения в среднетаежном ландшафте // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2002. № 1.
8. *Хорошев А.В.* Факторы саморазвития пространственной структуры таежного ландшафта // География и природные ресурсы. 2004. № 4.
9. *Хорошев А.В.* Геостационарные и геоперкуляционные структуры в среднетаежном ландшафте // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2005. № 3.
10. *Хорошев А.В.* Ландшафтная структура бассейна р. Заячья (Важско-Северодвинское междуречье, Архангельская область). М., 2005. 158 с. Деп. ВИНТИ 17.09.2005. № 1253-В2005.
11. *Хорошев А.В., Алещенко Г.М.* Пространственная дифференциация типов межкомпонентных отношений в



ландшафте // Научные чтения, посвященные 100-летию со дня рождения В.Б. Сочавы. Иркутск. 2005.

12. *Ben Wu X., Archer S.R.* Scale-dependent influence of topography-based hydrologic features on patterns of woody plant encroachment in savanna landscapes // *Landscape Ecology*. Vol. 20. 2005. P. 733—742.

13. *Burrough P.A., Wilson J.P., van Gaans P.F.M., Hansen A.J.* Fuzzy k-means classification of topo-climatic data as an aid to forest mapping in the Greater Yellowstone Area, USA // *Ibid.* 2001. Vol. 16.

14. *Hay G.J., Marceau D.J., Dube P., Bouchard A.* A multi-scale framework for landscape analysis: Object-specific analysis and upscaling // *Landscape Ecology*. 2001. Vol. 16.

15. *Horsssen P.W., van Schot P.P., Barendregt A.* A GIS-based plant prediction model for wetland ecosystems // *Ibid.* 1999. Vol. 14.

16. *Khoroshev A.V., Merkalova K.I.* Object-specific relations between landscape components — a tool for landscape evolution of spatial pattern // *Ekologia (Braunau)*. 2005. Vol. 2. Suppl.1.

17. *Ludwig J.A., Tongway D.J., Eager R.W.* Fragmentation of vegetation patches decline in size and cover with increasing distance in Australian savannas // *Landscape Ecology*. 1999. Vol. 14.

18. *Molenaar M., Cheng T.* Fuzzy spatial object-oriented dynamics // *Intern. Archives of Photogrammetry and Remote Sensing*. 2002. Vol. 32.

19. *Pan D., Domon G., Marceau D.* Landscape evolution pattern of coniferous and deciduous forests in an agricultural America agricultural landscape: the influence of landscape physical attributes // *Landscape Ecology*. 2005. Vol. 20.

20. *Zhu A.X., Hudson B., Burt J.* et al. and application of GIS expert knowledge and fuzzy logic // *Intern. Archives of Photogrammetry and Remote Sensing*. 2001. Vol. 65.

Кафедра физической географии и ландшафтоведения

Иркутск, 2005 г.

**A.V. Khoroshev, G.M. Aleshchenko**

### **CHARACTERISTIC SPACE OF COMPONENT INTERRELATIONS IN LANDSCAPE**

The following problems are solved for a middle taiga landscape in the Arkhangelsk oblast: 1) to identify paragenetic systems integrated by the common type of relations in the relief-vegetation system; 2) to determine the number of hierarchical levels of component interrelations and the spatial differentiation of the complexity of hierarchical organization; 3) to determine the range of hierarchical levels of spatial organization which is characterized by similar relations in the system under study. On the basis of poly-scale multiregression simulation a technique has been elaborated which makes it possible to identify the hierarchy of component interrelations in the relief-vegetation system. It has been found that a multi-level system of interrelations between the degree of drainage and the vegetation cover is characteristic of the territory. Geological structure of the territory is of particular importance at the landscape level. The leading factor of the differentiation of moisture-sensitive properties of the vegetation cover at the level of urotschisches is the process of surface flow self-organization. The rate of moisture transfer acts as a factor of differentiation at two levels, i.e. urotschische and landscape, while at an intermediate level it is of minor importance.