

МЕТОДЫ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

УДК 911.52

А.В. Хорошев¹РЕЛЬЕФ КАК ФАКТОР ПОЛИМАСШТАБНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ
МЕЖКОМПОНЕНТНЫХ СВЯЗЕЙ В ЛЕСНЫХ ЛАНДШАФТАХ
ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ РАВНИНЫ²

В статье рассматривается вопрос о том, с какими иерархическими уровнями литогенной основы ландшафта следует отождествлять причины пространственного варьирования тех или иных свойств компонентов ландшафта. Проверена серия гипотез о том, что локальная геосистема зависит от состояния вмещающей геосистемы, определение размера которой и является задачей работы. Построены серии уравнений, которые связывают свойства операционной территориальной единицы с морфометрическими характеристиками рельефа окрестностей разного размера. Значительное превышение значения коэффициента детерминации модели, составленной для какой-либо окрестности, индицирует «резонансные» отношения, т.е. приоритетную подчиненность свойства территориальной единицы свойствам геосистемы данного размера. Сравнительное исследование проведено для ландшафтов смешанных лесов, южной и средней тайги Восточно-Европейской равнины. Выявлены характерные пространства связей между рельефом, ярусами растительности, почвами, а также оптимальные размеры целостных комплексов с наиболее согласованным поведением компонентов.

Ключевые слова: геосистема, связи, компонент, рельеф, операционная территориальная единица, окрестность, мультирегрессионное уравнение, резонансный уровень.

Постановка проблемы. В течение почти всего XX в. значительная часть усилий отечественных ландшафтоведов была направлена на поиск адекватных методов объективного выделения природно-территориальных комплексов (ПТК) разного ранга и разработку методик ландшафтного картографирования. Во многом необходимость поиска объективно существующих и единственным образом выделяемых ПТК продиктована и господствовавшей в СССР философской парадигмой, требовавшей находить в природе объективную реальность. Исследователи, допуская субъективность в выделении природных единиц, особенно среди более свободных в выборе философской основы европейских и американских коллег (А. Геттнер, З. Пассарге, Р. Хартшорн и др.), подвергались жесткой критике, история которой отражена в серии сборных работ [7, 8, 11]. Но к рубежу 1970–1980-х гг. сформировались разнообразные взгляды на способы выделения природных единиц вплоть до появления выражения «ландшафт как конструкция» [2]. Сейчас нет необходимости делать выбор между позициями ландшафт — объективная реальность и ландшафт — конструкция, так как их применимость определяется масштабом и целями исследования. Наиболее распространенная в ландшафтоведении концепция ведущей роли литогенной основы в ландшафтной дифференциации [18], действительно, во многих случаях удобна и служит основой для решения разнообразных практических задач. Однако тщательного изучения требует вопрос о том, с какими иерархическими уровнями литогенной основы ландшафта

следует отождествлять причины пространственного варьирования тех или иных свойств компонентов ландшафта. Какие свойства компонентов контролируются литогенной основой? Можно ли «сконструировать» природный комплекс исходя не из априорно ведущей роли литогенной основы, а из достоверно установленных зависимостей, проявляющихся в пространстве какого-либо размера?

В статье автор сознательно абстрагируется от традиционных способов выявления морфологических единиц ландшафта, пытается «конструировать» ПТК из «кирпичиков», за которые приняты отдельные измеренные свойства ПТК, и определить размеры пространства, в котором группы свойств меняются сопряженно и закономерно. Исходя из правила о возможности взаимодействия только между явлениями с близкими характерными временами [15, 26, 30, 32] мы сознательно делаем вид, что ничего не знаем о характерных временах описанных характеристик. При этом используем выявленные связи свойств ландшафта как индикатор сопоставимости характерных времен современных или палеопроцессов, которые прямо или косвенно ответственны за существование статистически достоверной связи. При этом не ставится цель обязательно «сконструировать» полный ПТК, но из множества вариантов классификации рельефа по морфометрическим показателям выбрать такие, которые имеют комплексное ландшафтное содержание, т.е. отражают реальную дифференциацию свойств компонентов.

Основной объект анализа — операционная территориальная единица (ОТЕ), которая представлена

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра физической географии и ландшафтоведения, доцент, канд. геогр. н., e-mail: akhorosh@orc.ru

² Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ (проект 08-05-00441). В полевых исследованиях и обработке данных принимали участие А.С. Кошечев, К.А. Мерекалова, О.А. Артемова, А.А. Прозоров, Р.И. Беккиев, Н.М. Беляева.

полученным в полевых условиях комплексным описанием и вмещающим его участком цифровой модели рельефа. Ее размеры примерно сопоставляются (но не отождествляются!) с одним из традиционных иерархических уровней (урочищем), при этом они отражают гипотезу о возможных вышестоящих уровнях ландшафтной иерархии. К вышестоящим единицам во избежание путаницы с привычной [18] иерархией ПТК будем применять термин «геосистема». Каждая ОТЕ характеризуется собственными свойствами и несет отпечаток свойств вмещающих геосистем (возможно, нескольких уровней). Если в пространстве изменятся характеристики рельефа в некоторой окрестности ОТЕ (т.е. во вмещающей геосистеме), то ожидается изменение характеристик самой ОТЕ. Допустим, обнаружится достоверная связь между свойствами ОТЕ (например, степенью оглеения почв на разных формах мезорельефа) и свойствами окрестности (например, вертикальной расчлененностью рельефа междуречья как комплекса положительных и отрицательных мезоформ). Это будет означать существование некоторого охватывающего все междуречье общего процесса (например, латеральное движение грунтовых вод), частный случай которого формирует свойства ОТЕ (например, замедленный сток грунтовых вод на наиболее плоских мезоформах, что приводит к оглеению почв).

Таким образом, выявляются свойства геосистем смежных иерархических рангов, сопоставимые по характерному времени: сезонное изменение уровня грунтовых вод на междуречье вызывает сезонную смену восстановительной и окислительной обстановок в почвах конкретной слабодренлируемой ОТЕ. Если же какое-то другое свойство ОТЕ (например, проективное покрытие травостоя) варьирует в пространстве независимо от вертикальной расчлененности окрестности, примерно соответствующей размерам междуречья, то для объяснения следует искать процесс, имеющий другие характерное время и пространство. В приведенном примере им может оказаться случайный раз в несколько лет локальный вывал группы деревьев, за которым быстро последуют увеличение освещенности и проективного покрытия травостоя. В статье выдвинута серия гипотез о том, что ОТЕ зависит от состояния вмещающей геосистемы, определение размера которой и составляло основную задачу исследования.

Проблема разделения вкладов разномасштабных факторов в варьирование ландшафтных свойств в последнее десятилетие активно исследуется в рамках ландшафтной экологии. Так, в [28] показано, что регрессионное уравнение объясняет около 50% варибельности влажности почв и водного баланса разномасштабными факторами рельефа и климата, в том числе уклонами, расстоянием до водотоков, топографическим индексом конвергентности, экспозицией, потенциальной радиацией (почвенная влажность не описывается на ландшафтном уровне

и подчиняется факторам микромасштаба). Полимасштабная сегментация применена для поиска градиентов потоков между ландшафтными единицами [24]. Разработан метод разделения варибельности для оценки вкладов переменных в общее варьирование [22]; развитие этого метода показало возможность разделить варибельность на эффекты разных иерархических уровней [25]. На примере лесных и почвенных сукцессий предложены способы разделения вкладов локальных и глобальных факторов с использованием «энтропии», рассчитанной через вероятности возможных переходов из одного состояния в другое [29]. Исследование пространственных структур, возникающих в лиственных лесах в результате урагана, показало увеличение случайности в локальном масштабе, но также формирование неслучайных структур, связанных с рельефом, характеристиками древостоев в ландшафтном масштабе [23].

Материалы и методы. Полевые материалы получены на трех полигонах исследования, расположенных в разных подзонах лесной зоны Восточно-Европейской равнины. Составлено около 175 комплексных ландшафтных описаний в каждом регионе, они охватывают водораздельные, придолинные, склоновые позиции и днища долин на площади около 400 км². Исследование в средней тайге проводилось в Устьянском районе Архангельской области, в южной тайге — в Кологривском районе Костромской области, в смешанных лесах — в Кизнерском и Можгинском районах Удмуртской Республики (рис. 1). Общие для них — глубокорасчлененный рельеф, близость коренных карбонатных пород и их выходы на поверхность в речных долинах, чехол рыхлых четвертичных отложений с максимальной мощностью на междуречьях. Абсолютные высоты в каждом регионе варьируют в диапазоне 90–240 м. Во всех случаях важный фактор современного рельефообразования — эрозия. Особенно активна современная эрозия в южной части Удмуртии, что стимулируется высокой степенью распаханности в зоне смешанных лесов [16] из-за близости к поверхности богатых основаниями коренных пород и обусловленного этим высокого плодородия почв. В Костромской и Архангельской областях почвообразованием затронуты моренные (московские), водно-ледниковые и озерно-ледниковые отложения; преобладают двучлены супесчано-суглинистые, реже — лёссовидные покровы [1, 3, 9, 13, 20, 21]. На пластовых равнинах Удмуртии на междуречьях преобладают элювиально-делювиальные отложения, часто лёссовидные; в долинах встречаются лёссовидные делювиально-солифлюкционные суглинки [16], водно-ледниковые и древнеаллювиальные песчаные отложения [12, 14]. Во всех регионах типична асимметрия междуречий и долин, связанная с моноклиальным падением пластов [6, 10]. Для Удмуртии некоторые исследователи допускают также проявления инсоляционной асимметрии [17, 19]. Короткие, глубоко расчлененные оврагами по-

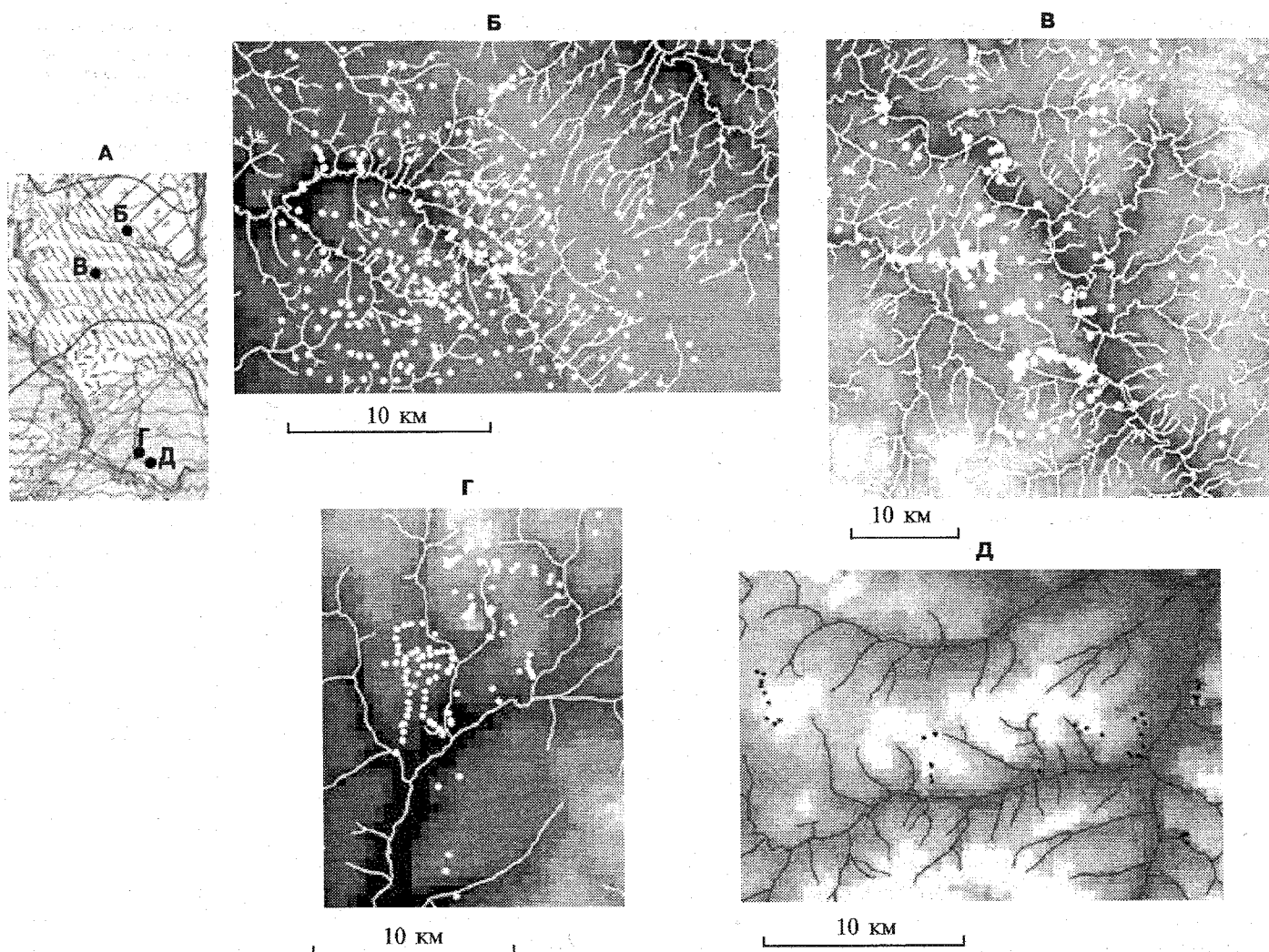


Рис. 1. Цифровые модели рельефа, гидрографическая сеть и расположение точек комплексного ландшафтного описания: А — географическое положение районов исследования (фон — геоморфологическая карта Атласа СССР, М., 1983); Б — Устьянский район Архангельской области; В — Кологривский район Костромской области; Г — Кизнерский район Удмуртской Республики; Д — Можгинский район Удмуртской Республики. Шкала абсолютных высот через 10 м в интервале от 90 (черный оттенок) до 240 м (белый оттенок)

катые и крутые склоны соседствуют с относительно плоскими междуречьями. В оврагах и малых долинах вскрываются коренные карбонатные породы пермского (в Архангельской области и Удмуртии), юрского или триасового (в Костромской области) возраста, по кровле которых происходит разгрузка сильноминерализованных грунтовых вод. К более пологим слабонаклоненным длинным склонам, как правило, прислонены ледниковые (кроме Удмуртии) или водно-ледниковые отложения. Для придолинных пологих склонов характерна густая сеть равномерно распределенных в пространстве слабоврезанных ложбин стока, ниже по рельефу соединяющихся в малые долины. На формирование рисунка гидрографической сети, особенно крупных долин, во всех регионах существенно повлияли неотектонические движения с основной тенденцией к поднятию [4, 5, 10, 17].

Основная задача решается путем построения серии уравнений, которые связывают свойства ОТЕ с морфометрическими характеристиками рельефа окрестностей разного размера. Затем сравниваются

качество и достоверность этих моделей. Независимые переменные — морфометрические характеристики рельефа, измеренные по цифровой модели рельефа с разрешением 400 м в квадратах с размерами 1,2; 2,0; 2,8; 3,6 и 6,0 км (для Костромской области дополнительно 4,4; 5,2; 11,6 км); стандартное отклонение высот, сумма длин тальвегов, вертикальная и горизонтальная кривизна. Эти показатели характеризуют потенциал латерального переноса вещества, а их изменения хорошо согласуются с генетическими контрастами рельефа. Для расчета использованы компьютерная программа Fracdim (автор Г.М. Алешенко) и модуль Spatial Analyst ГИС ArcView 3.2a. Разрешение, равное 400 м, определено сопоставимостью с традиционными урочищами, масштабом исходных топографических карт (1:200 000) и необходимостью избежать появления «ложных горизонталей» при интерполяции высот методом триангуляции.

Исходные полевые данные представлены характеристиками обилия видов растений (отдельно по ярусам деревьев, трав, кустарников, кустарничков,

мхов), мощностью почвенных генетических горизонтов, тремя цветовыми характеристиками почв по шкалам Манселла и механическим составом почв, определенным через 5 см до глубины 60 см. В качестве зависимых переменных использованы так называемые виртуальные факторы дифференциации компонентов ландшафта. Их значения получены в результате процедуры снижения размерности исходных данных методом многомерного шкалирования. Значения каждого виртуального фактора варьируют в зависимости от группы свойств компонента, согласованно меняющихся в пространстве. Например, фактор трофности для травостоя имеет большие значения при высоком обилии неморальных видов и низком обилии бореальных видов и наоборот. Он отражает градиент проявления тех свойств травостоя (обилия видов), которые чувствительны к трофности субстрата. Значения других виртуальных факторов отражают обилие тех видов, которые чувствительны к влажности, освещенности, стадии сукцессии и т.д.

Использовались нелинейные регрессионные модели второй степени, составленные в программе Statistica 7. Показатель качества статистической модели — высокое значение коэффициента детерминации r^2 при стремящемся к нулю значении вероятности ошибки первого рода p . Значительное превышение значения коэффициента детерминации модели, составленной для какой-либо окрестности, по сравнению с моделями для окрестностей других размеров индицирует «резонансные» отношения, т.е. приоритетную подчиненность свойства ОТЕ свойствам геосистемы данного размера. Обычно при выявлении иерархических уровней организации какого-либо одного свойства индикатором перехода на новый уровень считается резкое увеличение дисперсии при достижении некоторого порога территориального охвата [27, 31]. При анализе же связи между несколькими свойствами индикатором выхода на новый уровень будем считать резкое изменение доли дисперсии, описанной уравнением, т.е. коэффициента детерминации. На выходе для каждого свойства определяется резонансный уровень отношений с рельефом и теми процессами, которые контролируются структурами рельефа этого уровня.

Результаты исследований. Продемонстрируем разную чувствительность компонентов к сочетаниям форм рельефа в диапазоне размеров от 1,2 до 6,0 км.

В ландшафтах пластовых равнин зоны смешанных лесов Удмуртии рельеф в целом сильнее воздействует на свойства компонентов ландшафта, чем в ландшафтах моренно-эрозионных равнин средней и южной тайги. К рельефу наиболее отзывчив древесный ярус, что скорее всего объясняется сопряженной дифференциацией рельефа и отложений (таблица). В других исследованных регионах древостой менее жестко контролируется рельефом. Во всех регионах рельеф контролирует прежде всего соотношение типично таеж-

Зависимость факторов дифференциации свойств компонентов ландшафта в Удмуртии от рельефа в разных окрестностях при разрешении 400 м, доля дисперсии (%), описываемой мультирегрессионным уравнением 2-й степени, $r^2 \cdot 100$

Фактор	Линейный размер квадратной окрестности, км				
	1,2	2,0	2,8	3,6	6,0
Травы					
1т	10	8	7	10	9
2т	20	22	22	24	34
3т	10	12	14	20	27
4т	12	13	12	12	9
Деревья					
1д	28	28	27	28	48
2д	18	22	20	20	34
3д	30	29	35	32	36
4д	11	14	14	18	14
Кустарнички					
1ч	12	11	11	11	12
2ч	4	6	9	9	9
Кустарники					
1к	12	15	18	21	16
2к	10	19	22	22	34
3к	14	10	10	9	17
4к	10	11	10	12	17
Цвет почв					
1ц	20	14	11	22	19
2ц	19	19	17	18	21
3ц	9	7	9	10	11
4ц	7	14	13	9	15
Мощность горизонтов почв					
1п	7	4	3	6	12
2п	20	11	12	13	10
3п	19	24	22	18	27
4п	11	13	13	11	9
Механический состав почв					
1м	6	11	10	12	10
2м	4	8	6	4	5
3м	14	12	8	13	18
4м	16	14	10	5	7

Примечания. Полужирным курсивом выделены статистически достоверные регрессионные модели. Факторы дифференциации: 1т–4т — травы, 1д–4д — деревья, 1ч–2ч — кустарничков, 1к–4к — кустарников, 1ц–4ц — цветовых характеристик почв, 1п–4п — мощности почвенных горизонтов, 1м–4м — механического состава почв. Интерпретацию факторов см. в тексте.

ных видов и видов зоны широколиственных лесов. В Архангельской области к рельефу наиболее отзывчивы травяной ярус (со значениями коэффициента детерминации до 0,40), а также инертные характеристики почв (набор и мощности горизонтов). Травостой здесь более, чем в других изученных регионах, отзывчив к рельефу, который именно в средней тайге способен либо усилить, либо ослабить контролируемую роль избытка перераспределяемой им влаги. Кроме того, рельеф здесь контролирует соотношение влияния кислой верховодки и щелочных грунтовых вод на

видовой состав фитоценозов. При этом отмечается слабая сопряженность видовой состава растительности с составом отложений. Следовательно, влияние отложений на растительный покров замаскировано свойствами почвенных и грунтовых вод.

В Костромской области компоненты гораздо слабее связаны с рельефом. К рельефу наиболее отзывчив древесный ярус, но при невысоких значениях коэффициента детерминации (до 0,26). Видовой состав кустарничкового яруса в целом во всех регионах малочувствителен к рельефу, но само наличие или отсутствие кустарничкового яруса (в основном черника, брусника, костяника) зависит от рельефа. Наличие или отсутствие кустарников, а также соотношение лиственных и хвойных лесов в Удмуртии определяется соотношением слабо- и сильнорасчлененных поверхностей опосредованно — через состав почвообразующих отложений.

Различие характерных времен компонентов ландшафта диктует необходимость проверить гипотезу о подчиненности разных свойств процессам, проявляющимся в разных пространственных масштабах. Характерное пространство, в котором проявляется связь свойств рельефа и какого-либо компонента (свойства) геосистемы, определяется с неодинаковой степенью достоверности для разных компонентов. Для одних факторов дифференциации (и, следовательно, отзывчивых к ним свойств компонентов) четко выражен один «резонансный» уровень отношений с рельефом, который выявляется по существенно более высокому значению коэффициента детерминации для какой-либо одной окрестности расчета морфометрических показателей рельефа. Для других свойств таких уровней несколько, для третьих — «резонансный» уровень вообще невозможно выделить достоверно.

В зоне смешанных лесов Удмуртии оптимальный размер пространства проявления межкомпонентных отношений относительно хорошо выражен для травостоя. «Резонансное», т.е. характерное пространство отношений с рельефом имеет линейные размеры 6 км, что свидетельствует о большей роли макрорельефа в дифференциации травостоя, чем мезорельефа. Например, при описании соотношения неморальных и нитрофильных видов травостоя, т.е. возможности поглощения из почвы азота и ряда других элементов питания, коэффициент детерминации монотонно возрастает при последовательной подстановке в регрессионное уравнение квадратных окрестностей со сторонами 1,2; 2,0; 2,8; 3,6; 6,0 км (таблица, фактор 3т) в качестве независимых переменных характеристик рельефа. «Уровень 6,0 км» соответствует обособлению широких долин рек Вала, Ныша, Сюга, Казанка и примыкающих междуречий — увалов. Травостой принципиально различен в зависимости от положения в пределах плоских поверхностей или склонов коренных увалов, из которых первые были подвержены палеопроцессу накопления покровов лёссовидных суглинков, а вторые — песков.

Резонансный уровень отношений древостоя с рельефом (также 6,0 км) выражен хорошо для факторов, отражающих соотношение хвойных (ель, пихта, сосна) и широколиственных (дуб, липа, вяз, клен), влаголюбивых (ольха серая, ива) и мезофитных (липа, пихта, дуб) пород (таблица, факторы 1д и 2д соответственно). Для цветковых характеристик почв, индицирующих соотношение окислительной и восстановительной обстановки (таблица, фактор 1ц), и морфологических, отражающих соотношение гумусонакопления и оподзоливания (таблица, фактор 2п), напротив, характерна повышенная чувствительность к морфометрии квадрата со стороной 1,2 км, т.е. влияние непосредственно соседствующих ОТЕ. Например, если ОТЕ расположена на узком локальном междуречье, то цвет почв определяется глубиной расчленения за счет соседних долин. Изменение этого свойства отражает приспособление к современным латеральным и радиальным потокам вещества, прежде всего к интенсивности оттока избыточной влаги.

В средней тайге Архангельской области для дифференциации древостоя по трофности и влажности, а также степени контрастности механического состава двучленной почвообразующей толщи наиболее существенны характеристики рельефа в окрестности со стороной 2,0 км (рис. 2, А, факторы 3, 4, 13), а для травостоя, кустарничков, цветковых и морфологических характеристик почв — со стороной 1,2 км (рис. 2, А, факторы 1, 2, 5, 6, 9, 12). «Уровень 2 км» соответствует средним размерам водораздельных поверхностей между наиболее крупными водотоками — реками Заячьей и Соденьгой, а «уровень 1,2 км» — локальным междуречьям их притоков, т.е. латеральным отношениям между непосредственно соседствующими урочищами [21]. Поэтому есть основания придавать составу древесного яруса ранг стабильного индикатора долго существующих геосистем относительно высокого ранга, в то время как другие перечисленные показатели отражают ландшафтную дифференциацию на более низком уровне и более динамичную. В реальности сосняки получают преимущество на плоских неглубоко расчлененных поверхностях: либо на низких уровнях озерно-ледникового происхождения, либо на наиболее высоких заболоченных междуречьях. Ельники же и сменяющие их после рубок осинники соответствуют густорасчлененным пологонаклонным междуречьям и склонам долин. Для травостоя, кустарничков и почв ведущую роль играет характер вертикального расчленения в ближайших окрестностях, которое коррелирует со степенью смытости морены и глубиной грунтовых вод.

В Костромской области резонансный уровень отношений между характеристиками рельефа и факторами дифференциации компонентов выявляется достаточно четко для большинства факторов дифференциации растительности, но редко для почв (рис. 2, Б). Формы рельефа относительно близких

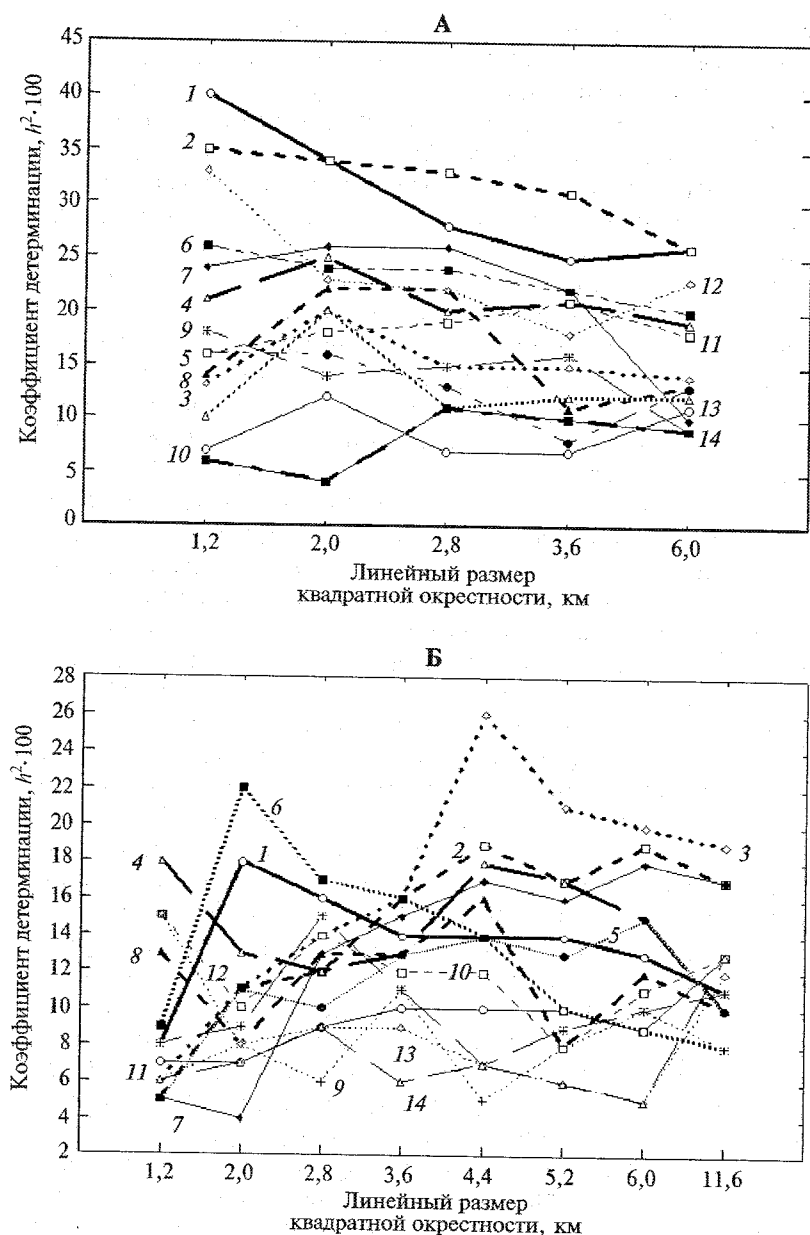


Рис. 2. Доля (%) дисперсии значений факторов дифференциации свойств компонентов ландшафта, описываемая мультирегрессионным уравнением зависимости от свойств рельефа для квадратной окрестности по цифровой модели рельефа: А — Архангельская область, Б — Костромская область. Ведущие факторы дифференциации свойств компонентов: 1, 2 — травяного яруса; 3, 4 — древесного яруса; 5, 6 — кустарничкового яруса; 7, 8 — кустарничкового яруса; 9, 10 — цветовых характеристик почв; 11, 12 — мощностей почвенных горизонтов; 13, 14 — механического состава почв

окрестностей (1,2–2,8 км), которые ассоциируются с индивидуальными эрозионными и ледниковыми формами, оказываются менее существенными, чем рельеф окрестностей, объединяющих группы форм рельефа (более 3,6 км). Чаще всего максимальная связь факторов дифференциации компонентов ландшафта, ответственных за трофность и влажность, наблюдается с рельефом в окрестности со стороны 4,4 км, которая различает территории с разной густотой расчленения, зависящей от соотношения моренных, водно-ледниковых, эрозионных, струк-

турных форм. Так, при классификации по рельефу на «уровне 4,4 км» хорошо различаются: плоские моренно-водноледниковые водораздельные поверхности диаметром около 5–10 км, густорасчлененный малыми эрозионными формами борт долины Унжи с выходами коренных пород, неглубоко-расчлененные моренно-водноледниковые слабонаклонные местности, краевые части междуречий с сосредоточением водосборных понижений и верховьев долин.

Учитывая отзывчивость видового состава ярусов трав, кустарников и деревьев к этому уровню классификации (рис. 2, Б, факторы 2–4, 7, 8), можно утверждать, что перечисленные категории рельефа имеют не только геоморфологическое, но и ландшафтное (комплексное) содержание примерно на уровне традиционных ландшафтных местностей. В то же время свойства травяного и кустарничкового яруса, отзывчивые к влажности, чувствительны к более низкому уровню организации рельефа — «уровню 2 км» (рис. 2, Б, факторы 1, 6). Соотношение сосново-березовых и ольховых древостоев (рис. 2, Б, фактор 4) диктуется разномасштабными процессами, реализуемыми на уровнях 1,2 и 4,4 км.

На основании частных оценок резонансного уровня в отношениях между рельефом, растительностью и почвами можно выявить характерный размер наиболее целостных геосистем. Критерием оптимальной размерности целостных геосистем считалось совпадение резонансных уровней отношений с рельефом для максимального количества факторов дифференциации компонентов. Оказалось, что в Удмуртии наиболее согласованным поведением характеризуются свойства компонентов ландшафта по отношению к рельефу в окрестности со стороны квадрата 6,0 км, в Костромской области — 4,4 км, в Архангельской — 1,2 км. Это означает, что если на территории выделить ареалы классов рельефа по морфометрическим характеристикам в квадрате с указанным размером, то эти ареалы правомерно интерпретировать как имеющие ландшафтное комплексное содержание, а не просто как геоморфологические единицы. При ландшафтном и специальных видах картографирования знание связи со структурами рельефа некоторого иерархического уровня позволяет решить вопрос, необходимо ли учитывать то или иное свойство компонента при определении содержания контура, границы которого проводятся по рельефу. Можно назначать разные стратегии природопользования для разных позиций в рельефе, если доказано, что последний на данном иерархическом уровне служит

значимым фактором дифференциации, например, древостоя при планировании лесного хозяйства, почв при планировании земледелия и т.п.

Выводы. 1. Серия статистических моделей, связывающих свойства ОТЕ со свойствами окрестностей разного размера, позволяет определить размеры вмещающей геосистемы более высокого ранга.

2. В ландшафтах пластовых равнин зоны смешанных лесов рельеф сильнее воздействует на свойства компонентов ландшафта, чем в ландшафтах моренно-эрозионных равнин средней и южной тайги.

3. Установлена разная чувствительность компонентов ландшафта и их свойств к сочетаниям форм рельефа, проявляющимся в диапазоне размеров от 1,2 до 6,0 км, что трактуется как подчиненность их

разномасштабным процессам, служащим факторами дифференциации. Одно и то же свойство компонента ландшафта может одновременно подчиняться процессам, происходящим не на одном, а на нескольких вышестоящих уровнях пространственной организации.

4. Согласно критерию совпадения размеров окрестности, при которой максимальны показатели связи наибольшего числа факторов дифференциации компонентов с характеристиками рельефа, выявлено, что в Удмуртии оптимальной размерности целостных комплексов с наиболее согласованным поведением компонентов соответствуют геосистемы со стороны квадрата 6,0 км, в Костромской области — 4,4 км, в Архангельской — 1,2 км.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Апарин Б.Ф.* Географические основы рационального использования почв (на двучленных породах). СПб.: Наука, 1992. 188 с.
2. *Арманд А.Д.* Ландшафт как конструкция // Изв. ВГО. 1983. Вып. 2. С. 120–125.
3. *Бреслав С.Л.* Четвертичная система // Геология СССР. Т. IV. М.: Недра, 1971. С. 489–636.
4. *Бутаков Г.П., Вахрушев В.П., Лебедев В.М.* О тектонической предопределенности рельефа Удмуртии // Вопр. геоморфологии Поволжья. Вып. 1 (4). Саратов: Изд-во СГУ, 1977. С. 71–76.
5. *Гольц С.И.* Тектоническая зональность ледникового рельефа Костромского Заволжья // Бюл. МОИП. Отд. геол. 1971. Т. XLVI, вып. 4. С. 119–129.
6. *Дедков А.П., Малышева О.Н., Порман С.Р., Рождественский А.Д.* Древние поверхности выравнивания и останцовый рельеф Удмуртии // Развитие склонов и выравнивание рельефа. Казань: Изд-во Казанского ун-та, 1974. С. 64–76.
7. *Дронин Н.М.* Эволюция ландшафтной концепции в русской и советской физической географии. М.: ГЕОС, 1999. 232 с.
8. *Исаченко А.Г.* Основные вопросы физической географии. Л.: Изд-во ЛГУ, 1953. 391 с.
9. *Квасов Д.Д.* Позднечетвертичная история крупных озер и внутренних морей Восточной Европы. Л.: Наука, 1975. 278 с.
10. *Крутиков А.Е., Плещачкова В.П., Кухтина А.А.* Отчет о результатах комплексной гидрогеологической и инженерно-геологической съемки. Архангельск, 1987.
11. *Мильков Ф.Н.* Основные проблемы физической географии. Воронеж: Изд-во ВГУ, 1959. 170 с.
12. *Пермяков Ф.И.* Почвы Удмуртии. Повышение их плодородия. Ижевск: Удмуртия, 1972. 223 с.
13. *Писарева В.В., Лобачев И.Н.* Ярославско-Костромское Поволжье // Московский ледниковый покров Восточной Европы. М.: Наука, 1982. С. 82–95.
14. *Природа Удмуртии /* Под ред. А.И. Соловьева. Ижевск: Удмуртия, 1972. 400 с.
15. *Пузаченко Ю.Г.* Пространственно-временная иерархия геосистем с позиции теории колебаний // Вопр. географии. Вып. 127. М.: Наука, 1986. С. 96–111.
16. *Рысин И.И.* О современном тренде овражной эрозии в Удмуртии // Геоморфология. 1998. № 3. С. 92–101.
17. *Рысин И.И., Петухова Л.Н.* Русловые процессы на реках Удмуртии. Ижевск: Научная книга, 2006. 176 с.
18. *Солнцев Н.А.* Учение о ландшафте. Избранные труды. М.: Моск. ун-та, 2001. 384 с.
19. *Ступишин А.В.* Асимметрия речных долин, ее причинность и геоморфологические следствия в Среднем Поволжье // Вопр. геоморфологии Поволжья. Вып. 1 (4). Саратов: Изд-во СГУ, 1977. С. 4–17.
20. *Хорошев А.В.* Ландшафтная структура Костромской области // Изв. РГО. 2007. Т. 139, вып. 5. С. 58–65.
21. *Хорошев А.В.* Пространственная структура ландшафта как функция блокового строения территории // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2003. № 1. С. 9–14.
22. *Borcard D., Legendre P.* Environmental control and spatial structure in ecological communities: an example using Oribatid mites (Acari, Oribatei) // Environ. and Ecol. Statistics. 1994. Vol. 1. P. 37–61.
23. *Boutet J.C., Weishampel F.* Spatial pattern analysis of pre- and post-hurricane forest canopy structure in North Carolina, USA // Landscape Ecology. 2003. Vol. 18. P. 553–559.
24. *Burnett C., Blaschke T.A.* Multi-scale segmentation/object relationship modeling methodology for landscape analysis // Ecol. modeling. 2003. Vol. 168. P. 233–249.
25. *Cushman S.A., McGarigal K.* Hierarchical multi-scale decomposition of species-environment relationships // Landscape Ecology. 2002. Vol. 17. P. 637–646.
26. *Delcourt H.R., Delcourt P.A., Webb T.* Dynamic plant ecology: the spectrum of vegetation change in time and space // Quart. Sci. Rev. 1983. Vol. 1. P. 153–175.
27. *Hay G.J., Dube P., Bouchard A., Marceau D.J.* A scale-space primer for exploring and quantifying complex landscapes // Ecol. Modelling. 2002. Vol. 153. P. 27–49.
28. *Lookingbill T., Urban D.* An empirical approach towards improved spatial estimates of soil moisture for vegetation analysis // Landscape Ecology. 2004. Vol. 19. P. 417–433.
29. *Phillips J.D.* Global and local factors in earth surface systems // Ecol. Modelling. 2002. Vol. 149. P. 257–272.
30. *Shugart H.* A Theory of Forest Dynamics: The Ecological Implications of Forest Succession Models. N.Y.: Springer-Verlag, 1984. 278 p.
31. *Turner M., Gardner R.H., O'Neill R.V.* Landscape Ecology in Theory and Practice: Pattern and Process. N.Y.: Springer-Verlag, 2001. 352 p.
32. *Wu J., David J.L.* A spatially explicit hierarchical approach to modelling complex ecological systems: theory and applications // Ecol. Modelling. 2002. Vol. 153. P. 7–26.

A.V. Khoroshev

RELIEF AS A FACTOR OF THE POLYSCALE ORGANIZATION OF COMPONENT INTERRELATIONS IN FOREST LANDSCAPES OF THE EAST EUROPEAN PLAIN

A problem of hierarchical levels of the lithogenic basis of landscapes which are responsible for spatial variations of particular features of landscape components is discussed. A series of hypotheses stating that a local geosystems depends on the state of accommodating landscape was verified. A set of equations was elaborated to link the properties of an operational spatial unit with morphometric parameters of relief within its environs of different dimensions. Extremely high values of determination coefficient of a model elaborated for certain environs indicate the so-called «resonance» interrelations, i.e. prior subordination of the properties of a spatial unit to the properties of the geosystem of these very dimensions. Comparative analysis was carried out for mixed forest, southern and middle taiga landscapes of the East European Plain. Characteristic spaces of interrelations between relief, soils and vegetation layers were revealed, as well as the optimal size of integral complexes with the most coordinated behavior of components.

Key words: geosystems, interrelations, component, relief, operational spatial unit, environs, multi-regression equation, resonance level.