

DOI:10.17308/978-5-9273-3692-0-2023-140-142

## ЛАНДШАФТНО-ЭДАФИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ УСТОЙЧИВОСТИ МЕЖКОМПОНЕНТНЫХ СВЯЗЕЙ

### LANDSCAPE-EDAPHIC FACTORS OF SPATIAL STABILITY OF INTERCOMPONENT RELATIONSHIPS

**Мерекалова К.А.**

Merekalova K.A.

e-mail: merekalova@yandex.ru

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Москва, РФ  
Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russian Federation

**Аннотация.** В работе исследуется пространственная устойчивость межкомпонентных связей, управляемых разными эдафическими факторами – богатством и увлажненностью местообитания. На примере среднетаежного ландшафта Архангельской области показан вклад собственных свойств природных комплексов (состава отложений и типов почв), внешних условий (соседства) и позиционного фактора в пространственную стационарность межкомпонентных взаимодействий в различных ландшафтно-эдафических условиях. Выявлено, что свойства компонентов ландшафта, чувствительные к разным ландшафтно-эдафическим факторам, зависят противоположным образом от внутренних свойств фаций. Соседство с эрозионными формами рельефа влияет на свойства компонентов, меняющихся по градиенту трофности – связи между ними слабее детерминированы в условиях расчлененного рельефа и близкого расстояния до бровок; для свойств компонентов, чувствительных к влажности местообитания, такая зависимость не выявлена. Позиционный фактор напрямую влияет на взаимоадаптированность свойств компонентов, связанных с богатством местообитания – во внутренних частях урочищ межкомпонентные связи максимальны. Для меняющихся по градиенту влажности свойств растительности и почв выявлена нелинейная зависимость от положения фации, проявляющаяся в ослаблении межкомпонентных связей на расстоянии 200-400 м от бровок междуречий.

**Abstract.** The paper investigates the spatial stability of intercomponent relationships controlled by different edaphic factors - the richness and moisture content of the habitat. Using the example of the middle taiga landscape of the Arkhangelsk region the contribution of the intrinsic properties of landscape units (composition of sediments and soil types), external conditions (neighborhood) and the positional factor to the spatial stationarity of intercomponent interactions in different landscape-edaphic conditions is shown. It was revealed that the properties of landscape components sensitive to different edaphic factors depend in the opposite way on the internal properties of land units. Neighborhood with erosive landforms affects the properties of the components that change along the trophicity gradient – the relationships between them are less determined under conditions of a dissected relief and a close distance to the edges; for the properties of the components that are sensitive to the humidity of the habitat such a dependence was not revealed. The positional factor directly affects the mutual adaptation of the properties of the components associated with the richness of the habitat – in the inner parts of the interfluves the intercomponent links are maximum. For the properties of vegetation and soils changing along the moisture gradient a nonlinear dependence on the position of the landscape units was revealed, which appears in the weakening of intercomponent relationships at a distance of 200-400 m from the edges of the interfluves.

**Ключевые слова:** межкомпонентные связи, пространственная устойчивость, эдафические условия, стационарность

**Keywords:** intercomponent relationships, spatial stability, edaphic conditions, stationarity

**Введение.** В ландшафтоведении, биогеоценологии и лесоведении разработаны и широко применяются классификации типов лесорастительных условий, опирающиеся на характеристики морфолиогенной основы – трофность и влажность местообитания, т.е. эдафотоп. Эдафические сетки и таблицы используются, например, для палеоландшафтных реконструкций [1] или в лесохозяйственной практике для инвентаризации лесов [2]. При этом рассматриваемые ландшафтные или таксационные выделы считаются однородными по эдафическим условиям и, соответственно, однородными по почвенно-растительным характеристикам. Однако такое допущение возможно только при условии сохранения типа межкомпонентных связей в пределах анализируемых ландшафтных единиц в пространстве и времени, т.е. при условии пространственной и временной устойчивости этих связей.

Ранее [3] нами уже показано, что в пределах ландшафта может наблюдаться существенная нестационарность межкомпонентных связей, а устойчивость связей на разных иерархических уровнях зависит от сохранения разнообразия ландшафтообразующих эдафических факторов. При этом пространственная устойчивость влияния на почвенно-растительный покров самих эдафических факторов – трофности и влажности – не изучалась. Соответственно, целью данного исследования является определение пространственной устойчивости почвенно-фитоценологических связей в зависимости от контролирующего их фактора ландшафтной дифференциации – богатства или увлажненности местообитания. Проверялись гипотезы о влиянии на устойчивость связей: 1) внутренних свойств фации (состава почвообразующих отложений и типа почвы); 2) внешних условий (свойств окружающих урочищ); 3) позиции фации в центральном или периферийном секторах урочища.

**Материалы и методы.** Объектом исследования является среднетаежный структурно-эрозионно-моренный ландшафт юга Архангельской области. Ключевой участок площадью 10 кв.км. расположен в пределах двух местностей этого ландшафта (относительно дренированной и переувлажненной) и обеспечен 154 точками комплексных ландшафтных описаний. Для растительного и почвенного компонентов ландшафта методом многомерного шкалирования полевые измерения были преобразованы в виртуальные факторы дифференциации (оси), расчет проводился отдельно для групп свойств компо-

ментов (растительность по ярусам, цвет почв, набор почвенных горизонтов). Полученные оси характеризуют положение разных свойств ярусов растительного покрова, строения почвенного профиля и цветовых индексов почв вдоль градиентов различных экологических факторов. На основе матрицы корреляции Спирмена выделены две группы (плеяды) взаимосвязанных свойств (осей) почвенно-растительного покрова, чувствительные к трофности или влажности местообитания. Для всех осей, входящих в плеяду, были построены линейные регрессионные уравнения связи с остальными осями – для всех точек описания и отдельно для двух местностей исследуемого ландшафта. Далее с помощью дисперсионного анализа остатки от уравнения регрессии с максимальным для каждой плеяды коэффициентом детерминации исследовались в качестве индикатора степени взаимоадаптированности свойств компонентов ландшафта в условиях различного состава отложений и типов почв. Для проверки гипотезы влияния на устойчивость межкомпонентных связей внешних свойств окружения фации (фактор соседства) использовались показатели вертикальной расчлененности рельефа в разной окрестности и расстояние до бровки ближайшей эрозионной формы. Для выявления вклада позиционного фактора (центральности или периферийности фации внутри вмещающего урочища) в устойчивость межкомпонентных связей отдельно анализировались группы фаций на разном удалении от бровки.

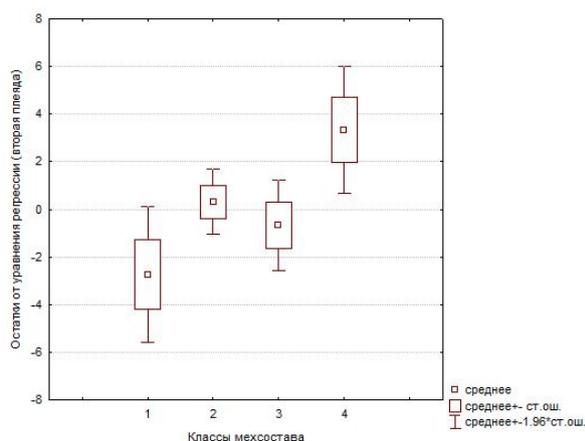


Рис. 1. Остатки от уравнения регрессии в зависимости от мехсостава отложений ( $F=4.51$ ,  $p=0.005$ ). Зависимая переменная – ось дифференциации почвенных горизонтов (соотношение горизонтов торфяно-болотных и подзолистых почв). Классы мехсостава отложений (кластерный анализ мехсостава верхних 50 см почвы с шагом 5 см, метод  $k$ -средних): 1. Маломощные двучленные отложения; 2. Среднемощные двучленные отложения; 3. Относительно мощные двучленные отложения; 4. Суглинистые отложения

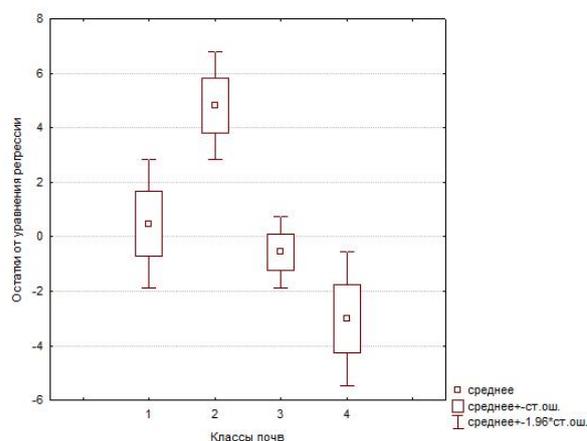


Рис. 2. Остатки от уравнения регрессии в зависимости от класса почв ( $F=7.74$ ,  $p=0.000$ ). Зависимая переменная – ось дифференциации почвенных горизонтов (соотношение горизонтов торфяно-болотных и подзолистых почв). Классы почв (кластерный анализ мощности почвенных горизонтов, метод  $k$ -средних): 1. Агродерново-подзолистые; 2. Торфяно-болотные и торфяно-глеевые; 3. (Агродерново-, торфянисто-) глубокоподзолистые; 4. (Торфянисто-) мелкоподзолистые

**Результаты и их обсуждение.** По результатам корреляционного анализа выявлены две плеяды взаимосвязанных свойств компонентов ландшафта, интерпретируемые как подчиняющиеся преимущественно фактору богатства (трофности) или фактору увлажнения местообитания. В первую плеяду, связанную с с градиентом трофности, вошли пять осей дифференциации растительного покрова для разных ярусов, свойства почв в неё не включены. Вторая плеяда образована десятью осями дифференциации свойств растительности и почв, чувствительных к влажности. Анализ влияния внутренних свойств фации на устойчивость межкомпонентных связей показал противоположные результаты для двух эдафических факторов. Выявлено, что свойства растительности, чувствительные к трофности местообитания, хуже всего согласованы в условиях двучленных отложений с относительно мощным песчано-супесчаным чехлом, в то время как свойства компонентов, чувствительные к влажности, наоборот, наилучшим образом детерминированы на мощных двучленах, и плохо согласованы на суглинистых или маломощных песчано-супесчаных отложениях (рис. 1). Проверка гипотезы о влиянии типа почв на устойчивость проявления факторов трофности или влажности также подтвердила этот результат. Чувствительные к влажности свойства компонентов ландшафта хорошо согласованы в фациях с агродерново-подзолистыми и глубокоподзолистыми почвами, развитыми на мощных двучленных отложениях, а фации с торфяно-болотными или мелкоподзолистыми почвами, развитыми на суглинках или маломощных двучленах, характеризуются большой вариабельностью свойств растительности и почв (рис. 2).

Влияние соседства и окружающих условий на проявление детерминирующей силы эдафических факторов определено для фактора трофности как прямое и для фактора влажности как нелиней-

ное. Чувствительные к богатству местообитания элементы фитоценозов хуже адаптированы в приречных частях междуречий и в условиях высокой вертикальной расчлененности рельефа вследствие усиления латеральных связей и влияния соседних урочищ. А во внутренних частях междуречий внутрифитоценозическая согласованность максимальна (табл.). Адаптированность свойств растительности и почв, меняющихся по градиенту влажности, напрямую не объясняется расстоянием до бровки эрозионных форм и разнообразием рельефа в окрестности фации. Однако, анализ, учитывающий положение фации в пределах междуречья (табл.), показал, что теснота связей между свойствами растительности и почв, чувствительных к влажности, меняется нелинейно, снижаясь на расстоянии 200-400 м от бровки и достигая максимума в центральных секторах междуречья. Такой вид зависимости, вероятно, связан с преобладанием радиальных или латеральных связей в центральных или периферийных частях урочища соответственно, а фации, находящиеся вне прямого воздействия соседних урочищ, но в некоторой степени испытывающие их влияние, характеризуются снижением согласованности компонентов и мозаичностью свойств.

Таблица. Теснота межкомпонентных связей (коэффициент детерминации  $R^2$ ) в зависимости от положения фации в разных секторах междуречья

Расстояние до бровки, м	Количество описаний, шт.	Первая плеяда (фактор богатства), $R^2$	Вторая плеяда (фактор увлажненности), $R^2$
0-200	33	0.4	0.62
200-400	42	0.65	<b>0.56</b>
400-700	46	0.66	0.67
>700	33	<b>0.7</b>	<b>0.8</b>

**Заключение.** Результаты исследования позволили сделать следующие выводы: 1. Свойства компонентов ландшафта, чувствительные к разным ландшафтно-эдафическим факторам, зависят противоположным образом от внутренних свойств фаций. Например, свойства растительности, изменяющиеся по градиенту трофности, слабее взаимосвязаны в условиях легкого состава почвообразующих пород, а свойства компонентов, чувствительные к влажности, более строго детерминированы. 2. Соседство с эрозионными формами рельефа влияет на свойства компонентов, меняющихся по градиенту трофности – связи между ними слабее детерминированы в условиях расчлененного рельефа и близкого расстояния до бровок; для свойств компонентов, чувствительных к влажности местообитания, такая зависимость не выявлена. 3. Позиционный фактор напрямую влияет на адаптированность свойств компонентов, связанных с богатством местообитания – во внутренних частях урочищ межкомпонентные связи максимальны. Для меняющихся по градиенту влажности свойств растительности и почв выявлена нелинейная зависимость от положения фации, проявляющаяся в ослаблении межкомпонентных связей на расстоянии 200-400 м от бровок междуречий.

#### Литература

1. Низовцев В. А. Принцип актуализма в ретроспективных реконструкциях ландшафтов // Историческая география России: ретроспектива и современность комплексных региональных исследований. Материалы V международной конференции по исторической географии. – Т. 1. – ЛГУ им. А.С. Пушкина СПб, 2015. – С. 53–56.
2. Ханина Л. Г. Классификация типов лесорастительных условий по индикаторным видам Воробьева-Погребняка: база данных и опыт анализа лесотаксационных данных // Вопросы лесной науки. – 2019. – Т. 2, № 4. – С. 1-30.
3. Хорошев А. В., Мерекалова К. А. Пространственная устойчивость межкомпонентных связей в среднетаежном ландшафте // Вестник Московского университета. Серия 5: География. – 2019. – № 2. – С. 5–15.