

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Уральский государственный педагогический университет»
Свердловское областное отделение Русского Географического Общества
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
Институт степи Уральского отделения РАН

ГЕОГРАФИЯ И СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Материалы Всероссийской
научно-практической конференции,
посвященной 100-летию со дня рождения Почетного члена
Русского Географического Общества, доктора географических
наук, профессора Василия Ивановича Прокаева

16-20 сентября 2019 г.



Екатеринбург 2019

ЗАВИСИМОСТЬ ИЗМЕНЧИВОСТИ ПАРАМЕТРОВ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ОТ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СТРУКТУРЫ ЛАНДШАФТА КАК ОСНОВАНИЕ ДЛЯ ПЛАНИРОВОЧНЫХ РЕШЕНИЙ

Хорошев А.В.

д-р геогр. наук, профессор,

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
г. Москва

АННОТАЦИЯ. Выявление эмерджентных свойств ландшафта как результата латеральных взаимодействий пространственных элементов, рассматривается как актуальная задача ландшафтоведения, направленная на обеспечение оптимальной временной изменчивости используемых в хозяйстве свойств. Для нескольких регионов лесной и степной зон средствами статистических моделей доказана зависимость межгодовой изменчивости свойств геокомпонентов от пропорций и размеров пространственных элементов в окрестности или внутри ландшафтной единицы.

Ключевые слова: ландшафтоведение; ландшафты; пространственная структура; структура ландшафта; эмерджентные свойства; межгодовая изменчивость; ландшафтное планирование.

RELATIONSHIPS BETWEEN TEMPORAL VARIABILITY OF FUNCTIONING PARAMETERS AND LANDSCAPE SPATIAL PATTERN AS A RATIONALE FOR PLANNING DECISIONS

Khoroshev A.V.

Doctor of Geography, Professor,

Lomonosov Moscow State University
Moscow

ABSTRACT. Revealing emergent properties in a landscape as a result of lateral interactions between spatial elements is an issue of crucial importance for landscape science aimed at ensuring optimal temporal variability of economically-valuable properties. For several regions in the forest and steppe zones we showed evidence that interannual variability of geocomponent properties are under the control of proportions and sizes of spatial elements in surroundings of a landscape unit or within it.

Keywords: landscape science; landscapes; spatial structure; landscape structure; emergent properties; interannual variability; landscape planning.

Введение. Современное ландшафтоведение находится в поисках нового предмета исследования, отвечающего социальным запросам, и не дублирующего предметы других «отраслевых» наук географического цикла. Теоретические достижения предыдущих десятилетий значитель-

ны, они во многом восприняты другими отраслями знаний. Однако, как показывают результаты XII и XIII Ландшафтных конференций в Тюмени и Воронеже, основными целевыми установками исследований в значительной степени остаются, как и десятилетия назад: 1) идентификация пространственных различий и факторов дифференциации (в основном на основе концепции «морфолитогенного» детерминизма); 2) инвентаризация природных комплексов того или иного ранга с результатом в виде разнообразных ландшафтных карт и районирования; 3) индикация свойств одних компонентов по свойствам других или выявление тех или иных взаимосоответствий на разных участках пространства; 4) оценка природных комплексов и/или их компонентов для разнообразных экономических и социальных целей (потенциальные «экосистемные услуги»); 5) выявление способов адаптации хозяйства и разнообразных социальных аспектов жизни человека к ландшафтному разнообразию. Выпелеречисленные задачи с 3-й по 5-ю так или иначе репаются и многими другими науками (хотя и не всегда в границах естественных природных единиц), а 1-я и 2-я давно стали более или менее рутинными (хотя и никогда не будут исчерпаны в силу огромного земного пространства и непрерывных его изменений). Все это задачи, которые всегда будут актуальны и интересны, но представляется, что у ландшафтоведения есть нерализованный потенциал для решения новой группы задач, востребованных территориальным планированием как одной из основных прикладных сфер применения географических знаний. В числе новых задач, которые мы считаем привилегией и конкурентным преимуществом ландшафтоведения, – выявление эмерджентных свойств, возникающих как результат латеральных взаимодействий пространственных элементов. В планировочном аспекте это означает определение таких пропорций, соседств, конфигураций угодий, которые обеспечивают оптимальный режим функционирования ландшафта для сочетания социально-экономических выгод и сохранения природных ценностей, в том числе эффективности экологического каркаса [5].

Методы. Понятие оптимального функционирования может интерпретироваться по-разному в зависимости от хозяйственных или природоохранных целей. Поскольку функционирование подразумевает временной аспект, то оптимальность может определяться устойчивостью параметров во времени. В качестве одного из критериев можно использовать индикатор межгодовой или межсезонной изменчивости пространственных единиц как индикатор чувствительности к внешним воздействиям, способности «гасить» внешний сигнал. Таким показателем может служить диапазон варьирования, среднееквадратическое отклонение, межквартильный диапазон и т. п. Легко представить, что земледелец вряд ли заинтересован в отдельных пиках урожайности на полевом участке на

фоне стабильно низких урожаев в другие годы или в резких колебаниях урожайности в зависимости от количества осадков. Скорее, его будет интересовать гарантированный доход от пусть даже средних, но стабильных из года в год урожаев. Инженер, ответственный за строительство на мерзлоте, скорее выберет площадку со стабильной мощностью сезонноталого слоя, чем ту, где кровля мерзлоты сильно меняется. Организатор коммерческого охотничьего хозяйства во многих случаях предпочтет для организации охот не те кварталы, где промысловый зверь изредка бывает в большом количестве, но потом может не появляться годами, а посещаемые стабильно. Без сомнения, могут быть и другие варианты, когда экономическая заинтересованность может заключаться, наоборот, в редких максимумах или минимумах показателей функционирования ландшафта или в исключении таковых (строительство в условиях лавинной или паводковой опасности, лесное хозяйство в условиях периодических вспышек размножения вредителей и др.). Изменчивость рассматривается как основание для решения о размещении хозяйственных объектов, а это одна из основных социальных функций географии. При уже принятых решениях о размещении диапазон изменчивости может рассматриваться как основание для ответа на вопрос о том, какие нагрузки может выдерживать ландшафт без необратимых изменений структуры.

Итак, нужны основания для объяснения неодинаковых диапазонов изменчивости параметров функционирования в разных естественных или антропогенных пространственных элементах ландшафта. Разумеется, отчасти это может объясняться внутренними свойствами компонентов (например, циклы размножения животных, саморазвитие торфяных массивов, сукцессионная стадия и др.). Другая причина остается малоисследованной, а именно — совокупное влияние соседних пространственных элементов. Это может быть как направленное латеральное влияние одних элементов на другие, так и эмерджентный эффект, в равной мере охватывающий все элементы. Возможно, это один из самых сложных вопросов для ландшафтоведения и ландшафтного планирования, поскольку трудно подобрать достаточно большую статистическую выборку для отделения влияния пространственных пропорций и взаиморасположения элементов от остальных эффектов [5]. В литературе по территориальному планированию *задача определения оптимальных площадных пропорций и возникающих при этом эмерджентных эффектов* ставилась неоднократно [1; 3] и реализовывалась наиболее успешно в сельскохозяйственных целях [2].

Сравнение показателей изменчивости свойств, формирующихся при разных площадных пропорциях элементов геосистемы вышестоящего ранга, позволяет выявить пороговые значения свойств пространственной структуры, при которых может достигаться эффект, необходимый при территориальном планировании хозяйства и природоохранных мер (про-

дуктивность, видовой состав, химические свойства вод, сток, биоразнообразие, уровень грунтовых вод и др.). Выявление подобных *пороговых значений* видится как исключительно актуальная и социально значимая задача ландшафтоведения ближайших десятилетий, причем не являющаяся специфическим предметом исследований других наук.

Современный подход к планированию, опирающийся на теоретические положения ландшафтоведения об иерархичности и полимасштабности, должен учитывать включенность пространственной единицы в геосистемы разного типа и разного иерархического ранга. Развитие полимасштабного подхода соответствует требованиям системного взгляда на природу, так как лучше характеризует отношения части и целого, взаимозависимости, обеспечивает анализ контекста [9]. Достигнуто согласие исследователей в том, что свойства ландшафта не могут быть поняты в изоляции от более широкого пространства — как визуально, так и функционально («место в контексте») [5; 7; 8; 10]. С учетом полиструктурности и полимасштабности ландшафта становится актуальной проблема выявления оптимального масштаба принятия ландшафтно-планировочных решений. Следовательно, задачей ландшафтоведа будет *определение размера и иерархического ранга геосистемы*, которая может служить объектом регулирования пространственных пропорций и взаиморасположения угодий для достижения некоторого эмерджентного эффекта.

Соседство пространственных единиц определяется не только их набором, но и размерами. Например, влажность почв и биопродуктивность на пойменной гриве находятся под контролем соседних понижений, затопляемых в половодье. От года к году грива либо получает дополнительную влагу, либо нет. Восприимчивость почв и фитоценоза к таким импульсам может определяться размером гривы: центральная часть более широкой гривы может функционировать более стабильно, чем более узкой, которая «насквозь» сильно увлажняется в годы высоких паводков и остается сухой — в годы низких. Устойчивость функционирования зависит от напряженности экологических градиентов.

Для решения перечисленных задач предлагается методический подход, основанный на построении регрессионных, дисперсионных, корреляционных моделей, отражающих зависимость изменчивости показателей функционирования пространственного элемента ландшафта от свойств пространственной структуры геосистемы более высокого ранга. Зависимой переменной являются показатели дисперсии значений того или иного свойства компонента за некоторый период времени, измеренные в серии пространственных единиц. Независимыми (объясняющими) переменными выступают характеристики пространственной структуры более крупной единицы, либо окрестности одного или нескольких размеров, заданной формально-геометрически.

Если для некоторой территории выявлено единое правило связей между геокомпонентами ландшафта и свойствами геосистемы вышестоящего ранга, то считается, что такие связи устойчивы в пространстве. Расхождение между оцененными по модели и наблюдаемыми свойствами трактуется как нарушение устойчивости данной связи и требует проверки гипотез о включенности такого участка в геосистемы иного типа (ландшафт, бассейн, catena, единица управления) или иного размера.

Результаты. Приведем результаты исследований, проведенных с применением описанного выше подхода по инициативе и при участии автора в нескольких регионах для разных компонентов ландшафта.

В двух исследованиях изменчивость показателя функционирования определялась для единицы территориального управления прямоугольной формы. В степных равнинных ландшафтах северного Казахстана уровень урожайности пшеницы и изменчивость за 7 лет на полевом участке ставилась в зависимость от доли субдоминантных урочищ — западин, ложбин, солонцов [4]. Полевые участки разделены на классы стабильности: 1) поля-«лидеры» с урожайностью устойчиво выше средней по хозяйству; 2) поля с высокой изменчивостью (среднеквадратическим отклонением) от года к году; 3) поля-«середняки» с устойчиво средней урожайностью; 4) поля-«аутсайдеры» с урожайностью устойчиво ниже средней по хозяйству. Выдвинутые гипотезы о причинах изменчивости урожайности проверялись путем построения регрессионных и дисперсионных моделей. Для Костанайской области оказалось, что поля-«лидеры» выделяются минимальной долей заболоченных западин. Группа полей-«аутсайдеров», наоборот, характеризуется повышенной долей заболоченных западин. Доля солонцовых и луговых западин не влияет на изменчивость урожайности во времени. Для Акмолинской области установлено, что наибольшая встречаемость полей-«лидеров» наблюдается при монодоминантной ландшафтной структуре, наименьшая — на полях с западинами. Наибольшая встречаемость полей-«аутсайдеров» наблюдается при повышенной доле ложбин более 10%. При большой доле западин, сохраняющих влагу в засушливые годы, и минимальной доле других субдоминантных урочищ поля не могут попадать в группу «аутсайдеров», но изменчивость урожайности высокая, что связывается с повышенной зависимостью от погодных условий года [4]. Результаты дают основания для адаптации севооборотов к ландшафтной структуре.

В хвойно-широколиственном ландшафте Приокско-Террасного заповедника (Московская область) исследовалась изменчивость встречаемости млекопитающих в зимний период за 28 лет от доли лесных формаций в пределах квартала. По расчетам В. В. Благушина, высокая изменчивость встречаемости (при высокой средней встречаемости) лоса характерна для кварталов с высокой долей сосновых выделов. Морфометриче-

ские свойства рельефа внутри квартала никак не влияли на встречаемость лоса и ее межгодовую изменчивость. При большой доле ельников в квартале высока изменчивость встречаемости кабана, т.к. зверь там обилен не всегда, а лишь в многоснежные годы, когда густой ельник выгодно отличается пониженной мощностью снежного покрова.

В двух других регионах проверялась гипотеза о зависимости изменчивости показателей функционирования фации/урочища от пространственной структуры геосистемы более высокого ранга. В северотаежном мерзлотно-бугристом ландшафте Западной Сибири, по расчетам И. В. Воловинского и Ю. Н. Бочкарева, обнаружена отрицательная зависимость между долей термокарстовых озер в окрестности с радиусом 500 м и изменчивостью приростов кедра на склонах мерзлотно-бугров за последние 20 лет (период наиболее интенсивного потепления по данным метеостанции Надым), но положительная связь — за период около 300 лет. Иными словами, установлена неустойчивость связи между функционированием урочища и пространственной структурой местности во времени. Результат показывает, что при размещении хозяйственных объектов в пределах мерзлотно-бугров планировочное решение должно приниматься исходя из пропорций и размеров соседствующих термокарстовых озер и динамики их площадей, которая обостряется в условиях потепления климата.

В хвойно-широколиственном водноледниковом и луговом долинном ландшафтах Мещеры (Рязанская область), по расчетам О. М. Подгорного и И. В. Мироненко для 40-летнего ряда наблюдений в летний период, с увеличением разнообразия фаций (по индексу Шеннона) в окрестности 300 м растет изменчивость влажности и температур почвенных горизонтов и проективного покрытия трав, но уменьшается изменчивость видового богатства трав. Размер урочища обратно пропорционален изменчивости температур и влажностей почвенных горизонтов в репрезентативной фации, но прямо пропорционален изменчивости травяной надземной фитомассы. Наиболее чувствительным к пространственной структуре показателем изменчивости оказался межквартильный диапазон.

Бассейн малой реки как пространственная единица использовался при исследовании зависимости межгодовой и межсезонной изменчивости гидрологических и гидрохимических характеристик за 8-летний период от ландшафтной структуры в среднетаежном структурно-эрозионно-моренном частично распаханном ландшафте Архангельской области [6]. Установлено, что замещение зонального лесного растительного покрова сельскохозяйственными угодьями приводит к снижению изменчивости модуля стока и выноса большинства веществ со стоком по годам и по сезонам. Низкая вариабельность гидрологического и гидрохимического режима устанавливается при росте распаханности при более высоких, по

сравнению с зональным фоном, концентрациях. Причиной является усиление выноса вещества поверхностным стоком в теплый период в результате распахки склонов, что сближает гидрохимические свойства вод в разные сезоны года и делает их сопоставимыми с обычными характеристиками межлетних периодов, когда доминирует подземное питание [6].

Заключение. Представленные примеры демонстрируют, что диапазон временной изменчивости свойств геокомпонентов (почвы, фитоценоз, животное население, воды) находится под частичным контролем пространственного контекста, который описывается соотношением ландшафтных единиц в некоторой окрестности. Управление соотношением и соседством угодий в пределах геосистемы, размер и иерархический ранг которой надо определять специально, может служить инструментом поддержания оптимальной временной изменчивости свойств используемых в хозяйстве урочищ. Ландшафтная география может и должна взять на себя ответственность за определение регионально-специфичных моделей пространственной организации ландшафтов, пропорций и соседств угодий, обеспечивающих устойчивое функционирование хозяйственных объектов через стилирование эмерджентных эффектов.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ
(проекты 17-05-00447, 19-05-00786)*

Список литературы

1. Боков В. А., Ена А. В., Ена В. Г., Ивашов А. В., Кузнецов М. В., Никифоров Р. А., Позаченюк Е. А., Тетиор А. Н. Геоэкология. Симферополь: Таврия, 1996. 384 с.
2. Кирюшин В. И. Экологические основы проектирования сельскохозяйственных ландшафтов. СПб.: КВАДРО, 2018. 568 с.
3. Палиенко В. П., Хомич В. С., Сорокина Л. Ю., Струк М. И., Голубцов А. Г., Давыдчук В. С., Пархоменко Г. О., Петренко О. Н., Чехний В. М. Методические основы ландшафтно-планировочной организации трансграничного региона // Український географічний журнал. 2012. № 1. С. 9-16.
4. Хорошев А. В., Ткач К. А., Муртазина Д. У. Влияние ландшафтной структуры на урожайность зерновых культур в степной зоне Казахстана // Вестник Московского университета. Серия 5. География. 2018. № 3. С. 62-69.
5. Хорошев А. В., Авессаломова И. А., Дьяконов К. Н., Иванов А. Н., Калущков В. Н., Матасов В. М., Низовцев В. А., Сысуев В. В., Харитонова Т. И., Чижова В. П., Эрман Н. М., Лощинская Е. С. Теория и методология ландшафтного планирования / отв. ред. К. Н. Дьяконов, А. В. Хорошев. Москва: КМК, 2019. 444 с.

6. Хорошев А. В., Лукьянова А. Н., Косицкий А. Г., Школьный Д. И. Зависимость изменчивости гидрологических и гидрохимических свойств стока от ландшафтной структуры бассейна в таежной зоне // Известия Русского географического общества. 2019. Т. 151. Вып. 1. С. 45-60.
7. Bastian O., Steinhart U. (Eds.) Development and perspectives of landscape ecology. Kluwer Academic Publisher: Boston, 2002. 498 p.
8. Lein J. K. Integrated environmental planning. Blackwell Science, 2006. 228 p.
9. Ndubisi F. Ecological planning: a historical and comparative synthesis. John Hopkins University: Baltimore, 2002. 384 p.
10. Selman P. Planning at the landscape scale. Routledge: London, 2006. 212 p.