

РУССКОЕ ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО
Томский отдел
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ВОПРОСЫ ГЕОГРАФИИ
СИБИРИ

Выпуск 25

Томск
2003

МОРФОЛОГИЧЕСКИЙ МЕТОД ИЗУЧЕНИЯ ПРИРОДНЫХ ТЕЛ И ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ

Для раскрытия предложенной в статье темы следует выбрать терминологию, наиболее адекватно соответствующую поставленной задаче, и здесь наиболее удобным оказывается предложенное В.И. Вернадским понятие «природное тело». С одной стороны, это достаточно емкое и широкое понятие. Сам В.И. Вернадский [5] выделял в биосфере природные тела трех типов: *живые*, *косные* (неживые) и *биокосные*, сочетающие свойства живых и неживых тел. Природные тела могут быть любых мысленных категорий от минерала и организма до ландшафта и биосферы.

С другой стороны, любое природное тело имеет определенную форму. И словосочетание «форма природного тела» значительно точнее и благозвучнее, чем, например, такие сочетания слов, как «форма природного комплекса» или «форма системы». Ведь система и комплекс – это нередко что-то аморфное, не имеющее четкой формы и границ.

Морфологический метод изучения природы, ставящий целью описание и классификацию природных тел, имеет давнюю историю, и его становление произошло значительно раньше, чем оформились многие естественные науки, в том числе фитоценология, ландшафтоведение и экология. Морфологические признаки и свойства естественных тел лежат на поверхности, и это первое, с чем сталкивается любой исследователь, занимающийся описанием и типизацией природных объектов. Вместе с тем, когда дело доходит до формализации этих признаков, появляются серьезные трудности, во всяком случае, применительно к объектам живой природы. Реализация этой задачи считается трудно выполнимой [22]. Причем сложность в этом направлении возрастает с повышением уровня организации биологических систем. Поэтому, если формализация морфологических признаков на уровне организмов и ниже возможна и в значительной мере уже решена [3, 18, 20], то структурно-морфологическое изучение систем надорганизменного ранга находится пока на описательном уровне.

Эти обстоятельства определили отношение многих естествоиспытателей к морфологическому методу, как к предварительному, вспомогательному и описательному этапу функциональных исследований. В лучшем случае этот метод считается «узким» и «мало перспективным» [1, 13, 14].

Совершенно по-другому мыслил В.И. Вернадский, придававший исключительное значение геометрическим свойствам пространства, лежащим в основе формирования «природных правильностей», определяющим основные закономерности освоения биосферы «живым веществом». Он, как никто другой, понимал перспективность симметричного метода изучения природных тел, и одним из первых среди

русских ученых обратил внимание на работы гениальных французских исследователей – Луи Пастера и Пьера Кюри [5].

Действительно, новые горизонты традиционного морфологического направления открываются при использовании теории симметрии. Геометрический подход к изучению природных тел, который сложился в рамках этой теории, разработанный кристаллографами [21], сейчас широко используется в математике, физике, химии, общей теории систем; существуют попытки применить его в биологии [2, 3, 18, 19, 20], почвоведении [17] и ландшафтоведении [15].

Общая теория симметрии стала одной из методологических основ современного естествознания. Сегодня классическая симметрия является частной разновидностью последней. Есть все основания рассматривать категорию симметрии как общенаучное понятие [6]. Физики считают, что *«если законы природы управляют явлениями, то принципы симметрии управляют законами природы. Принципы симметрии – это законы физических законов»* [16].

Теория симметрии носит *междисциплинарный* характер и имеет большой *методологический* смысл. Она позволяет оценивать взаимодействие среда – объект, уязвлять симметрию среды с симметрией формирующегося в ней объекта (в нашем случае объектами являются природные тела разных рангов – от организма до ландшафта и биосферы).

Теория симметрии утверждает, что форма развивается по своим внутренним законам. Другими словами, среда имеет свой тип симметрии, а объект, формирующийся в этой среде, – свой. Если симметрия среды (которая может проявляться в форме поточности) и собственная симметрия объекта не совпадают, и при этом среда воздействует на объект достаточно интенсивно, то в строении объекта появляются деформации – *диссимметрия*. В теории симметрии это утверждение известно как *основополагающий принцип Кюри* [22]. По характеру диссимметрии можно судить о симметрии среды, специфике ее воздействия на объект, направлении и даже интенсивности поточности. В рамках этой концепции морфологические признаки любого объекта при соответствующей интерпретации будут обладать большой прогностической ценностью. Именно возможность оценки интенсивности природных потоков на основании морфологических признаков исследуемых объектов обуславливает привлекательность данного метода и его возможную прикладную значимость в перспективе.

В рамках общей теории симметрии появились нетрадиционные представления о *криволинейной симметрии, симметрии подобия, антисимметрии и диссимметрии*. Все эти типы симметрии имеют широкое проявление в живой природе. Более того, сама теория симметрии, во всяком случае, ее нетрадиционные направления, развивалась во многом на примере биологических объектов. Вместе с тем, математический аппарат этой теории пока не адаптирован в отношении этих объектов и мало известен биологам и экологам, в то время как все рассмотренные типы симметрии имеют широкое проявление в природе.

Вместе с тем, не стоит увлекаться излишней формализацией морфологических свойств природных тел и считать возможность ее проведения обязательным усло-

внес зрелости науки Об этом предостерегал мудрый В.И. Вернадский [4, С. 200], писавший, что было бы неправильным «думать, что все явления, доступные научному объяснению, подведутся под математические формулы .. Об эти явления, как волны о скалу, разобьются математические оболочки – идеальное создание нашего разума»

Возможности применения геометрического подхода и общих принципов теории симметрии в экологии, причем на разных уровнях – от организма до ландшафта, показаны нами в серии публикаций [8–12], к которым мы и отсылаем читателя. Однако даже этот интересный подход не решает всех аспектов сложнейшей проблемы – описания, формализации и моделирования структуры природных тел надорганного уровня

Это особенно остро проявляется в ландшафтной экологии [12] Необходимо отметить, что именно рассмотрение пространственных моделей отличает ландшафтную экологию от других традиционных направлений экологических исследований, которые не придают значения пространственным характеристикам природных систем и нередко допускают, что они являются пространственно однородными (гомогенными) структурами, а это совершенно не соответствует реальности. Отчасти это связано с тем, что анализ и формализация пространственной неоднородности экосистем и ландшафтов считаются трудной выполнимой, а подчас, и неразрешимой задачей, с которой многие исследователи просто избегают связываться [26].

Вместе с тем, все экологические процессы и явления, такие как сукцессии, биообразие, пищевые модели, взаимодействия хищник – жертва, распределение особей и видов, динамика питательных элементов и распространение фактора беспокойства имеют важные пространственные составляющие Поэтому количественные методы, которые направлены на анализ связей пространственных рисунков и экологических процессов, протекающих в широких пространственных и временных масштабах (англ. *broad scale*), необходимы как в фундаментальных экологических исследованиях, так и для применения экологических разработок на практике. Недавние успехи в развитии ландшафтной экологии лишней раз подчеркивают важность связей между пространственными рисунками и многими экологическими процессами и явлениями и требуют разработки новых, все более совершенных методов анализа пространственной структуры территорий и пространственно обусловленных экологических процессов [25].

Сегодня экологи сталкиваются с серией проблем (кислотные дожди, глобальное потепление климата, истощение озонового слоя и пр.) которые требуют ландшафтного, трансконтинентального и даже глобального уровня обработки информации и оценки как кратковременных, так и долговременных их последствий Сама природа этих проблем продиктовала новые требования к пониманию взаимообусловленности пространственной гетерогенности территорий и экологических процессов, на них протекающих, а также к формированию ширококомасштабных прогнозов. Этот вызов стимулировал необходимость разработки новых количественных методов обработки экологических данных, дающих возможность проводить их анализ не в

каком-то одном пространственном или временном масштабе, как было раньше, а в многомерных сопряженных пространственно-временных масштабах. Подобные методы анализа бурно развивались на Западе в последние два десятилетия [26].

Еще одним важным аспектом в развитии ландшафтной экологии на современном этапе является моделирование. Мы находимся на заре новой эры в области математического моделирования экологических систем. Появление суперкомпьютеров и способов параллельной обработки данных, в сочетании с возможностью легкого доступа к временным сериям дистанционных изображений, совпало с периодом зрелости экологии, и позволило нам, в конце концов, реализовывать некоторые ранее намеченные перспективы в области математического моделирования экосистем. Ключом к этому является объединение пространства и времени в модели на таком уровне разрешения, который является выразительным для мириад экосистем, с проблемами управления которыми мы сегодня сталкиваемся. Эти явно *пространственные аспекты в моделировании и являются тем, что мотивирует развитие ландшафтной экологии на современном этапе* [24].

Традиционно, большинство работ по экологическому моделированию были сфокусированы на временных изменениях ландшафтов. Они привели к такому типу моделирования, при котором, как отдельная точка пространства, так и сам ландшафт в целом, рассматриваются как «гомогенные» структуры по положению. Другими словам, большинство моделей в экологии имело незначительную, если вообще имело, какую-либо пространственную артикуляцию [24]. Однако совершенно ясно, что если пространственные характеристики будут включены в экологические модели, то они станут исключительно полезным инструментом для понимания и предсказания поведения реальных экосистем [23].

По мнению автора этой статьи, развитию обозначенного направления, обогащению его методологии может существенно помочь выделение особой группы экологических факторов. Всем еще со школьной скамьи известно ставшее классическим разделение экологических факторов на три основные группы: абиотические, биотические и антропогенные. Последние как справедливо отметил Б.Г. Йоганзен [7], правильнее называть антропогенными. Однако в этом ряду явно пропущена еще одна важная, а во многих случаях ведущая, группа экологических факторов, которые мы предлагаем называть *пространственными* или *хорологическими* [12]. Речь идет о структуре пространства (геометрии и морфологии его организации), которая влияет на организмы и их сообщества не в меньшей степени, чем свет, температура, соленость, почва или другие организмы.

Геометрия пространства определяется как абиотическими (формы земной поверхности), так и биотическими (распределение организмов и их группировок в пространстве) и антропогенными (специфика застройки, способы ведения хозяйства) составляющими, а поэтому имеет самостоятельное значение и не может быть сведена ни к одной из названных выше групп.

Многие исследователи искренне полагают, что некоторые свойства пространства, например рельеф поверхности, являются *косвенно действующими* фактора-

ми, перераспределяющими значения других (*прямодействующих*) факторов. Возможно, в какой-то мере это и справедливо. Однако во многих случаях пространственные факторы воздействуют на организмы *напрямую*, при этом иногда достаточно сильно, и удивительно, что «традиционные экологи» этих воздействий не замечают или стараются не замечать.

Эффект непосредственного воздействия пространства на живые организмы особенно хорошо известен этологам – специалистам по поведению животных и психологам. Незнакомое, непривычно организованное пространство всегда стрессорирующим образом (правда, в разной степени) воздействует на организмы животных и человека. Так, по-разному обустроенное пространство учебной комнаты определяет стиль и манеру общения, характер коммуникаций, и не важно, жарко в ней или холодно, а может быть, душно, установлен кондиционер или нет.

Традиционная кафедра преподавателя, стоящая перед рядами студенческих парт, изначально предполагает авторитарный стиль общения. На территории, организованной подобным образом, диалог и равноправное общение представляются психологически неуместными, даже нелепыми. Однако посадите участников учебного процесса за круглый стол, и в этом пространстве вы сможете использовать только активные методы обучения: дискуссии, мозговой штурм, ролевые игры, а лекции, напротив, окажутся не вписывающимися в этот стиль.

Действительно, во многих случаях геометрическая структура пространства в большей степени воздействует на психоэмоциональное состояние человека, нежели температура, влажность воздуха, его газовый состав и пр., причем воздействует не через изменение этих факторов, а непосредственно, *напрямую*. Ни одна барокамера не способна воссоздать колоссального эстетического (и даже физиологического) воздействия горного пейзажа на человека. Почему «лучше гор могут быть только горы ...»? Ведь совсем не потому, что в горах воздух становится разреженным, а коротковолновая радиация усиливается.

Для иллюстрации непосредственного воздействия пространственных факторов на организмы хотелось бы привести два чисто экологических примера. Один из них использовал блестящий лектор и тонкий наблюдатель природы Ю.А. Львов в курсе биогеоценологии, читаемом им в 80-е гг в Томском университете.

На просеках линий электропередачи (ЛЭП-500, ЛЭП-1500), проходящих по лесным массивам, древостой вырубается, как говорится, «подчистую», строители просек стараются не оставлять даже подроста деревьев, представляющего в перспективе угрозу для возникновения аварийных ситуаций. После чего в таежной зоне обычно происходит залужение просек. Казалось бы, такие открытые пространства представляют прекрасные места для гнездования птиц – *хортобионтов*, обитателей травяно-кустарничкового горизонта. Однако на деле, к удивлению орнитологов, массового заселения просек птицами не происходило. Загадка разрешилась неожиданно, когда случайно заметили, что вблизи деревянных вешек, оставленных после нивелировки, птицы все же поселяются. Оказалось, что самцам птиц нужны присады, выступающие над общим уровнем травостоя, для осмотра и

удержания гнездовой территории. При этом в качестве присады в естественных условиях служат подрост деревьев и высокие кусты, уничтожаемые на просеках. Поэтому, расставив на просеках вешки, можно заметно обогатить состав птичьего населения. Что это, как не реакция птиц на «архитектурные» особенности пространства?

Еще одно наблюдение сделал автор совместно с зоологом В.Н. Ромаенко, работая на подобных же просеках ЛЭП-500 в окрестностях с. Ломачевка Кемеровской области в 1984 г. [10]. Изучалось биотопическое распределение пауков-крестовиков. Анализ собранных данных показал, что пауки не реагируют на многие экологические свойства биотопа: они могут, например, с одинаковой плотностью заселять и суходольные луга, и травяные болота. Мы долго ломали голову: почему в одних случаях пауков много, а в других мало, казалось бы, совершенно одинаковых условиях. Объяснение пришло случайно и оказалось не удивительно очевидным. Паукам необходимо то, что мы назвали «антеннами» – разрозненные генеративные побеги трав или ветви кустарников, находящиеся на достаточном удалении друг от друга и возвышающиеся над общим фоном травянистой растительности. Между такими антеннами пауки могут плести свои ловчие сети. Если подобный горизонт в биотопе не выражен, то и численность пауков в нем будет незначительной. Как здесь не вспомнить слова В.И. Вернадского [5] о том, что *геометрические пространственные правильности в природных телах более глубоки, чем даже физические и химические явления, в которых они проявляются.*

Уже навскидку можно сделать предположение относительно закономерности воздействия пространственных экологических факторов: *они оказывают ведущее воздействие на организм, если все прочие физические факторы не имеют экстремальных значений, или, то же самое, но по-другому, организм реагирует в первую очередь на геометрическое состояние пространства (особенности его организации), если другие факторы не оказывают на него стрессующего или аттрактивного воздействия.*

Завершая рассмотрение этого вопроса, еще раз хочется отметить, что пространство сообщества (ландшафта), его геометрические особенности оказывают заметное влияние на характер жизнедеятельности живых существ, его населяющих, а во многом определяют и условия их существования.

Учение о пространственных экологических факторах еще требует своей разработки и более глубокого обоснования. Однако, по мнению автора этой статьи, именно через его развитие мы можем уже в ближайшее время ожидать фундаментальных прорывов и крупных обобщений в таких областях как, например, наука о растительности и ландшафтная экология. Кроме того, ландшафтная экология, до сих пор не признаваемая многими «традиционными» экологами, как особая научная дисциплина, имеющая право на существование, несомненно, займет достойное место в списке экологических наук и просто вынудит экологов обращать внимание на особенности организации пространства и придавать значение пространственным факторам.

Литература

- 1 Алсеев Ю.Г. Экоморфология Киев. Наук. думка, 1986. 424 с.
- 2 Алпатов В.В. Левизна и правизна в строении растительных и животных организмов // Бюл. МОИП. Отд. биол. Т. 62, вып. 5. 1957. С. 19–27.
- 3 Беклемишев В.Н. Основы сравнительной анатомии беспозвоночных. Т. 1. Протоморфология. М., 1964. 432 с.
- 4 Вернадский В.И. Избранные труды по истории науки. М.: Наука, 1981. 200 с.
- 5 Вернадский В.И. Философские мысли натуралиста. М.: Наука, 1988. 520 с.
- 6 Готт В.С. Философские вопросы современной физики. М.: Высшая школа, 1988. 343 с.
- 7 Поганзен Б.Г. Экология // Экология, биогеоценология и охрана природы. Томск. Изд-во Том. ун-та, 1979. С. 5–95.
- 8 Кирпотин С.Н., Воробьев С.Н., Хмыз В.Ф., Гузынин Т.В., Скоблников С.А., Яковлев А.Е. Строение и динамика растительного покрова плоскобугристых болот Надым-Пурского междуречья Западно-Сибирской равнины // Бот. журн. 1995. Т. 80. № 8. С. 29–39.
- 9 Кирпотин С.Н. Геометрический подход к изучению пространственной структуры природных комплексов // Чтения памяти Ю.А. Львова. Сборник статей. Томск. НИИ ББ при Томском университете, 1995. С. 121–124.
- 10 Кирпотин С.Н. Геометрический подход к изучению пространственной структуры природных тел (симметрия и диссимметрия в живой природе). Томск, 1997. 114 с.
- 11 Кирпотин С.Н. О целесообразности использования физиономического подхода и принципов теории симметрии при выделении и изучении жизненных форм растений // Krylovia. Сибирский ботанический журнал. 1998. Т. 1. № 1. С. 15–25.
- 12 Кирпотин С.Н. Возрождение ландшафтной экологии // Вестник Томского государственного университета. Приложение № 2. Сентябрь 2002 г. Статьи по материалам III Всероссийской экологической научной конференции «Чтения памяти Юрия Алексеевича Львова» (24–26 сентября 2002 г.) Томск. Томский государственный ун-т, 2002. С. 161–168.
- 13 Мазинг В.В. Что такое структура биогеоценоза // Проблемы биогеоценологии. М.: Наука, 1973. С. 148–157.
- 14 Серебряков И.Г. Экологическая морфология растений. М.: Высшая школа, 1962. 378 с.
- 15 Солнцев В.Н. Системная организация ландшафтов. М.: Мысль, 1981. 239 с.
- 16 Сосин А.С. Постигание совершенства (Симметрия, асимметрия, диссимметрия, антисимметрия). М.: Знание, 1987. 208 с.
- 17 Степанов И.Н. Формы в мире почв. М.: Наука, 1986. 192 с.
- 18 Урманцев Ю.А. О диссимметрии листьев цветковых растений // Докл. АН СССР. 1960. Т. 133, № 2. С. 480–484.
- 19 Урманцев Ю.А., Смирнов А.М. О правых и левых юрилах у растений // Бот. журн. 1962. Т. 47, № 8. С. 1073–1087.
- 20 Урманцев Ю.А. Симметрия природы и природа симметрии. М.: Мысль, 1974. 230 с.
- 21 Федоров Е.С. Курс кристаллографии. СПб., 1901. 438 с.
- 22 Шафрановский Н.И. Симметрия в природе. Л.: Недра, 1985. 168 с.
- 23 Risser P.G., Karr G.R., Forman R.T.T. Landscape ecology: directions and approaches. Special Pub. № 2. Illinois Natural History Survey, Champaign. 1984.
- 24 Sklar F.H., Costanza R. The Development of Dynamic Spatial Models for Landscape Ecology. A Review and Prognosis. Quantitative Methods in Landscape Ecology. Springer. 1991. P. 239–288.
- 25 Turner M.G. Landscape ecology: the effect of pattern on process // Annual Review of Ecology and Systematics. 1989. Vol. 20. P. 171–97.
- 26 Turner M.G., Gardner R.H. 1991. An Introduction. Quantitative Methods in Landscape Ecology // Quantitative Methods in Landscape Ecology. Springer. 1991. P. 3–14.