

ПРОСТРАНСТВЕННАЯ СТАТИСТИКА И ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ: МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЙ ДИАЛОГ

Грaбарник П.Я.¹, Секрeтенко О.П.²

¹*Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, Пущино, Россия*

pavel.grabarnik@issp.psn.ru

²*Институт леса им. В.Н. Сукачева, ФИЦ КНЦ СО РАН, Красноярск, Россия*

sekretenko@ksc.krasn.ru

Аннотация: В работе на нескольких примерах обсуждается необходимость междисциплинарного диалога между специалистами в пространственной статистике и экологии. Результатом такого диалога должно стать предметно-ориентированное развитие статистической методологии и расширение круга задач, решаемых экологами с использованием сложных методов пространственной статистики.

1. Введение. Необходимость диалога между статистиками и экологами.

В последние десятилетия отмечается значительный прогресс в разработке методов статистического анализа пространственных данных – области математической статистики, в которой данные имеют пространственные атрибуты (Diggle, 2003, Illian et al. 2008). Это касается как методологии, так и средств, облегчающих применение сложных статистических процедур, т.е. соответствующих пакетов программ. Эти пакеты программ, например, spatstat, ads, programita и другие, сделали методы пространственной статистики значительно более «дружественными» для экологов. Однако, результативность применения разработанных методов часто невысока из-за отсутствия тесного и постоянного взаимодействия специалистов-статистиков и экологов. Кроме того, программное обеспечение, разработанное математиками, возможно, остается недостаточно простым для экологов. Так, пакет programita (programita.org), созданный экологами-теоретиками для анализа случайных точечных полей в экологии (Wiegand, Moloney, 2014), продолжает пользоваться устойчивой популярностью у биологов, несмотря на то, что содержит существенно меньше возможностей чем, например, пакет spatstat.

В прошлом применение сложных статистических методов за пределами тех, которые описаны в учебной литературе, осложнялось отсутствием доступного программного обеспечения. Отчасти эта проблема была решена с распространением статистической системы R, уникальной чертой которой является ее открытая архитектура и возможность дополнять имеющийся базовый набор программ новыми программами, реализующими статистические методы обработки данных из различных областей знаний. Использование научным сообществом пакетов программ с общим пользовательским интерфейсом привело к большей интеграции статистических методов, которые изначально разрабатывались параллельно, и были ориентированы на различные приложения. Кроме того, доступность программ и, как следствие, возможность использования самых современных методов, которые стали менее «закрытыми», будучи обычно опубликованными в специализированных журналах, привело к ситуации, когда применение сложных статистических методов неспециалистами стало более частым явлением. Однако без консультации со специалистом-статистиком возникает риск некорректного использования метода и/или ошибочной интерпретации результатов. Тем не менее, возврат к практике «разделения труда» между статистиком и экологом не кажется целесообразным. С одной стороны, экологи могут постоянно совершенствовать свои навыки применения статистических методов, участвуя в специализированных учебных программах или курсах, предлагаемых рядом научных организаций, и с другой стороны, специалисты-статистики стали рассматривать применимость метода как часть разрабатываемой методологии, и, следовательно, не могут

игнорировать интересы потенциального «потребителя». Таким образом, современный подход к разработке сложных статистических методов заключается в том, чтобы преодолеть узкие рамки профессиональной области и отталкиваться не от математического удобства, а двигаться навстречу практику-исследователю через междисциплинарный диалог.

2. “Настройка” методов пространственной статистики на экологические задачи.

Методы пространственной статистики являются естественным математическим инструментом для анализа экологических данных, поскольку пространственные взаимоотношения между организмами и между организмами и окружающей средой образуют основу экологических процессов. Изучение пространственных структур экологических сообществ позволяет пролить свет на функционирование экологических систем, хотя вопрос о том, насколько полно такая информация отражает экологические процессы, является дискуссионным (Law et al., 2009). Хотя применение статистических методов для анализа экологических данных было приоритетом в экологических исследованиях с ранних этапов (см. классические работы Грейг-Смит, 1967; Pilou, 1969; Василевич, 1969), модели пространственных (точечных) процессов и методы стохастической геометрии развивались специалистами-математиками и рассматривались как математические дисциплины. Прикладные аспекты применения сложных статистических моделей рассматривались скорее как иллюстрации и не всегда предоставляли для экологов ценную информацию. В последнее время взаимный интерес к междисциплинарному диалогу значительно вырос (Baddeley et al., 2014; Warton, 2015). Взаимодействие математиков и экологов, построенное на таком диалоге, ведет как к более качественному планированию экологических исследований и повышению содержательности данных, так и развитию статистических методов, которые становятся более проблемно-ориентированными.

В докладе мы иллюстрируем междисциплинарный диалог примерами из работ, посвященных тестированию экологических гипотез.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант №16-04-01348-а).

Литература

- Василевич В.И. Статистические методы в геоботанике. Л., 1969.
Грей-Смит П. Количественная экология растений. М.: Мир, 1967.
Baddeley A., Diggle P. J., Hardegen A., Lawrence, T., Milne R. K., Nair G. On tests of spatial pattern based on simulation envelopes. *Ecological Monographs*, 2014. 84(3), 477-489.
Diggle P. Statistical Analysis of Spatial Point Patterns, 2nd edn. Arnold, London, U.K. 2003.
Illian J.B., Penttinen A., Stoyan D. & Stoyan H. Analysis and Modelling of Spatial Point Patterns. Wiley, Chichester, 2008.
Law R., Illian J.B., Burslem D.F.R.P., Gratzer G., Gunatilleke C.V.S., Gunatilleke I.A.U.N. Ecological information from spatial patterns of plants: insights from point process theory. *Journal of Ecology*, 2009, 97, 616–628.
Pilou E. C. An Introduction to Mathematical Ecology, John Wiley and Sons, New York, 1969.
Warton D. I. . New opportunities at the interface between ecology and statistics // *Methods in Ecology and Evolution*, 2015, V. 6, 363-365.
Wiegand T., Moloney K. A. Handbook of spatial point pattern analysis in ecology. Chapman and Hall/CRC Press, Boca Raton, FL, USA. 2014.