

его основного типа — биологического (на примере Березинского биосферного заповедника и его аналогов) всеми без исключения ботаническими подразделениями республики намечен комплекс исследований по изучению пространственной и временной изменчивости биологических компонентов экосистем. Осуществление его даст прямую информацию о реакции биоты — организмов сообществ и экосистем (в данном случае их растительных компонентов) — на факторы воздействия.

С этой целью предстоит выполнить долгосрочные разнотипные исследования на региональном (структура лесов, лугов, болот, состав флоры), экосистемном (синузиальная структура сообществ, продуктивность годичного прироста, динамика биомассы основных лесных формаций) и компонентном (изучение отдельных групп низших и высших растений, их физиолого-биохимических основ жизнедеятельности и т. д.) уровнях, что позволит дать рекомендации по оценке и моделированию глобальных изменений не только биоты, но и биосферы в целом.

В перспективе до 1990 г. внедрение результатов ботанических исследований в практику народного хозяйства еще более возрастет.

*Секция флоры и растительности
при Институте экспериментальной ботаники
им. В. Ф. Купревича АН БССР*

УДК 630*182 : 681.31

О. А. АТРОЩЕНКО

СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЛЕСНЫХ БИОГЕОЦЕНОЗОВ

Лесной биогеоценоз представляет собой сложную динамическую диффузную систему — одну из самых трудных для изучения и математического описания.

Наиболее современным в научном познании больших диффузных систем является системный подход, получивший конкретное воплощение в работах В. И. Вернадского, Л. Берталанфи, У. Р. Эшби, Н. А. Берштейна. Как общенаучная методология он не дает решения проблемы непосредственно, а представляет собой стратегическую программу исследования: определение границ объекта как системы, анализ и расчленение системы на элементы, моделирование зависимостей между элементами, синтез элементов в модель целостной системы, функционирование системы путем имитации процессов на ЭВМ, повторный анализ и разработка моделей более высокого уровня и др.

При исследовании лесного биогеоценоза как системы следует

выяснить не только структуру отдельных элементов (древостоя, живого напочвенного покрова, фауны, элементов почвенно-грунтовых условий произрастания и др.), их взаимосвязь и зависимость, но и выявить общие его свойства и значение отдельных элементов в их формировании. Решающую роль в познании лесных биогеоценозов играют методы биологических и лесохозяйственных наук (физиологии растений, геоботаники, лесоводства, лесной таксации, почвоведения и др.). Системные исследования требуют также наличия общего, понятного для различных специалистов языка и единой методики исследования. Таким языком является математический аппарат, а методом — математическое моделирование. Описание функций системы в целом и функций связи отдельных элементов можно выразить в виде обобщенного дискретного полинома Калмогорова — Габора:

$$y = a_0 + \sum a_n x_n + \sum \sum a_{n_1 n_2} x_{n_1} x_{n_2} + \dots + \sum a_{n_1} x_{n_1}^m. \quad (1)$$

При двух факторах (x_1, x_2) линейная модель первой степени имеет вид

$$y = a_0 + Aa_1 x_1 + a_2 x_2 + a_3 x_1 x_2, \quad (2)$$

линейная модель второй степени —

$$y = a_0 + a_1 x_1 + a_2 x_2 + a_3 x_1 x_2 + a_4 x_1^2 + a_5 x_2^2 + a_6 x_1^2 x_2 + a_7 x_1 x_2^2 + a_8 x_1^2 x_2^2 + a_9 x_1 x_2^2 x_1^2 + a_{10} x_1^2 x_2^2 x_2^2. \quad (3)$$

В уравнении (3) можно выделить три качественно отличные части: линейную — с коэффициентами при аргументах в степени единица ($a_1 x_1$ и $a_2 x_2$), нелинейную — с коэффициентами при аргументах в степени $m > 1$ ($a_4 x_1^2$ и $a_5 x_2^2$) и неаддитивную — с коэффициентами при произведениях аргументов по два, три и более. Количество членов уравнения быстро растет с увеличением числа аргументов (факторов). Например, модель второй степени при 4 аргументах включает уже 70 членов. Объем наблюдений возрастает также с увеличением числа переменных, так как число наблюдений должно быть в 5—7 раз больше числа аргументов (модель (3)—50—70 наблюдений), т. е. для формального решения задачи объем наблюдений с ростом числа аргументов становится практически необозрим.

Однако практика показывает, что нет необходимости рассматривать в уравнениях слишком высокие степени и произведения многих аргументов. На линейную часть уравнения часто приходится наибольшая информация (70—90%), а вклад нелинейной и неаддитивной частей сравнительно невелик. Следовательно, сначала необходимо описать объект системой линейных уравнений, а затем оценить, насколько улучшается аппроксимация функции, если дополнительно вводятся в уравнение нелинейная и неаддитивная части.

На первом этапе формируется цель моделирования и определяются задачи, требующие решения. В соответствии с ними проводится сбор и обработка данных, используя выборочные методы эксперимента и статистическую оценку полученной информации. Обоснование формы и структуры регрессионных моделей связи типа (1) осуществляется на основе ряда показателей: простоты модели, измерительных свойств переменных (возможности измерения их в лесу) модели, ее точности и надежности, расхода времени на ЭВМ и др. Оценка параметров модели обычно выполняется способом наименьших квадратов по программе множественной регрессии. В случае успеха, т. е. при получении надежных статистических показателей модели (коэффициента детерминации, значимости коэффициентов и модели в целом, относительной ошибки модели и др.), анализируются точность и надежность модели путем сопоставления результатов по модели с реальными измерениями или наблюдениями в лесном биогеоценозе. Модели связи элементов системы записываются в память ЭВМ, с помощью которой имитируется поведение (функционирование) системы (лесного биогеоценоза) в целом. Новые, более точные данные влекут переопределение цели, и этапы в разработке модели системы повторяются. Таким образом, это — непрерывный, повторяющийся процесс.

Успех моделирования целиком зависит от понимания лесоводственной, биологической сущности исследуемой проблемы и от умелого использования уже раскрытых закономерностей в качестве отправных предпосылок для разработки логической структуры исследования, математические же методы и ЭВМ играют роль весьма эффективного, но вспомогательного средства реализации исследования.

*Секция лесной растительности
при Белорусском технологическом институте
им. С. М. Кирова*

УДК 630.182.24

В. Ф. БАГИНСКИЙ

ОСОБЕННОСТИ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗМЕЩЕНИЯ ИНДИВИДУУМОВ В СМЕШАННЫХ ФИТОЦЕНОЗАХ

Известно, что фитоценозы, особенно лесные, неоднородны. Наибольшую неоднородность имеют смешанные насаждения. Поэтому представляет интерес изучение внутренней структуры древостоя, размещения деревьев по территории и определение количественных величин, характеризующих их пространственное распределение в смешанном насаждении.

Для исследования структуры смешанных фитоценозов на при-