

## МОДЕЛЬ КАК ИНСТРУМЕНТ ПОЗНАНИЯ. ПОУЧИТЕЛЬНАЯ ИСТОРИЯ ПРО МАТРИЦЫ И ГРАФЫ

Логофет Д.О.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова Российской академии наук  
Россия, 119017, Москва, Пыжевский пер. 3, +7 916 6286229, [daniLaL@postman.ru](mailto:daniLaL@postman.ru)

Характерные аспекты математического моделирования – такие, как формализация существующего знания в предметной области, модель как среда и язык междисциплинарного общения, математический анализ общих свойств в соответствующем классе моделей, генерация содержательных гипотез относительно объекта моделирования, планирование эксперимента ради проверки сформулированной гипотезы, – нашли отражение в истории более чем 10-летних исследований [1–2] структуры и динамики локальных популяций вейников *Calamagrostis canescens* и *S. epigeios* на лесных вырубках, где эти многолетние злаки активно захватывают открытые пространства. Стадия каждого растения по традиционной шкале онтогенеза определяется в поле по морфологии надземной части [1], причем установлено, что длительность стадий варьирует среди растений одной популяции. Этим обеспечивается поливариантный онтогенез (ПВО) как главный популяционный механизм адаптации вида к условиям среды [3]. Начало модели: шкала онтогенеза, дополненная знанием хронологического возраста растений, формализуются в граф жизненного цикла (ГЖЦ), заданный на двумерной решетке состояний и иллюстрирующий концепцию ПВО.

Математика матричных моделей популяций опирается на классическую теорему Перрона–Фробениуса для неотрицательных матриц, а применение теоремы в практических случаях зависит от ГЖЦ как орграфа, ассоциированного с проекционной матрицей  $L$  матричной модели. Доминантное собственное число  $\lambda_1 > 0$  матрицы  $L$  дает количественную меру адаптации вида там и тогда, где и когда собраны данные для калибровки  $L$ . Математические задачи калибровки матрицы  $L$  в типичных условиях неопределенности данных замотивировали несколько новых теорем о проекционных матрицах. Сформулирована гипотеза максимизации  $\lambda_1(L)$  и поставлен полевой эксперимент по ее проверке (морфология подземной части вейников). Откалиброванная достоверно, матричная модель популяции превращается в объективный инструмент сравнительной демографии и проверки исследовательских гипотез.

### Литература

1. Уланова Н.Г., Демидова А.Н., Клочкова И.Н., Логофет Д.О. Структура и динамика популяции вейника седеющего *Calamagrostis canescens*: модельный подход // Журнал общей биологии **63**, № 6, 2002. Стр. 509–521.
2. Logofet, D.O. *Calamagrostis* model revisited: matrix calibration as a constraint maximization problem. *Ecological Modelling* **254**, 10 April 2013, Pages 71–79.
3. Жукова Л.А., Комаров А.С. Поливариантность онтогенеза и динамика ценопопуляции растений // Журнал общей биологии **51**, № 4, 1990. Стр. 450–461.