

ЭКОЛОГИЯ И ЭРГОДИЧНОСТЬ

А.М. Молчанов

Научно-исследовательский вычислительный центр АН СССР г. Пушкино

Предпринята попытка анализа важных экологических понятий – сукцессионного ряда и климакс ассоциации. Высказано предположение об идейном сходстве с эргодической проблематикой в математике. Подчеркнуто определяющее значение эволюционных, динамических аспектов по сравнению со структурными, морфологическими.

1. Сукцессионный ряд. Идею сукцессии можно понять на примере событий, происходящих после лесного пожара. Сначала на выгоревшей площади поселяются сорняки. Потом они вытесняются луговыми травами, место которых постепенно занимают кустарники. Кустарники создают условия, благоприятные для роста скороспелых древесных видов – осина, береза. Под их пологом развиваются основные породы. В зависимости от почвенных и климатических условий это может быть ельник, сосновый бор, дубрава.

Существенно различие длительности жизни каждого из этих пяти схематически выделенных биоценозов. Если первая стадия продолжается год-два, вторая – лет пять, а кустарники существуют обычно десять-двадцать лет, то характерный возраст березовой рощи уже сравним с продолжительностью человеческой жизни.

2. Климакс ассоциация. Ельник или сосновый бор, сменяющие березняк, живут так долго, нужны столь сильные потрясения (пожар, вырубка, наводнение) для их гибели, что психологически оправдано возникновение понятия климакс ассоциации, как заключительного, стабильного состояния.

Присмотримся, однако, ближе к ельнику, существующему с незапамятных времен. Вот свалилась старая ель, сломала соседние деревья, они сгнили, образовалась полянка. Что на ней вырастет? А все та же трава, кустарник, осина. Основная площадь леса занята, конечно, елью, но все остальное тоже есть.

Те биоценозы, которые сменяют друг друга во времени в сукцессионном ряду, в климакс ассоциации соседствуют друг с другом в пространстве. Иными словами, климакс ассоциации есть развернутый в пространстве временной ряд.

Внешняя катастрофа вызывает принудительную синхронизацию фаз развития, сбрасывает на нуль возрастной индекс. Затем случайные неоднородности все более и более разбалтывают фазы. Проходит время и возникает лес – та переливающаяся в пространстве (и во времени!) мозаика биоценозов, которую окрестные жители называют ельником (или дубравой).

3. Эргодическая гипотеза. Но почему мы за деревьями не видим леса? Потому, конечно, что основная часть площади леса занята именно деревьями. Этому очевидному замечанию можно придать содержательную и обобщающую форму.

Эргодическая гипотеза. Площади S_1, S_2, \dots, S_n , занимаемые биоценозами в климакс ассоциации пропорциональны временам T_1, T_2, \dots, T_n развития этих биоценозов в сукцессионном ряду

$$\frac{S_1}{T_1} = \frac{S_2}{T_2} = \dots = \frac{S_n}{T_n}.$$

Возможное практическое применение этой гипотезы – определение сплошности древостоя по данным аэрофотосъемки. Один из теоретических выводов – значение быстрых стадий. В климакс ассоциации их роль плохо видна – мала площадь, занимаемая соответствующими компонентами. Сейчас все знают, что вытаптывание подлеска приводит к гибели всего леса. Менее известен другой выразительный, и в некотором смысле, противоположный пример. Ф.Э. Фальц-Фейн, дореволюционный владелец нынешнего заповедника Аскания–Нова, огородил участок ковыльной степи. Ковыль быстро и пышно разросся и столь же быстро сгнил. Оказалось, что возобновление степи невозможно без копытных, протаптывающих узенькие полоски голой земли, на которой прорастают семена.

4. Заключение. Применение математики к биологии – одна из самых модных тем в современной науке. Тем поразительней контраст – обилие публикаций и бедность результатов. Объяснение, по-видимому, несложно. Математики плохо знают биологию, а биологи владеют, обычно, только простейшим математическим аппаратом.

Возникает грустный парадокс. Физика имеет развитый, специализированный математический аппарат. А биология (наука более трудная, включающая не только физику, но и химию) довольствуется скудной математикой прошлых веков. Надежды на мощные компьютеры неосновательны – самая могучая строительная техника бесплодна, если нет архитектора.

Главный путь синтеза биологии и математики – это правильное выделение фундаментальных (элементарных) объектов и явлений. Однако, такой синтез возможен только при руководящей роли биологии и, особенно, ее наиболее глубокой и развитой ветви – теории эволюции в широком смысле слова.