



Основоположник русского генетического почвоведения В.В. Докучаев рассматривал почву (биокосное тело — в понимании В.И. Вернадского) как продукт взаимодействия живого и неживого. По существу, он был предтечей экологического (экосистемного) подхода в почвоведении. Тем не менее в дальнейшем советское (а затем россий-

ское) почвоведение пошло по пути изучения почв как неких «вещей в себе». Возобладал «анатомический» подход: изучались генетические профили почв, их физические свойства и основные агрохимические параметры. Итогом таких исследований были почвенные карты и картограммы основных агрохимических и агрофизических показателей.

Сотрудник Института фундаментальных проблем биологии РАН А.С. Керженцев в своей монографии «Функциональная экология» (М.: Наука, 2006. 259 с.) предпринял попытку отойти от «анатомического» взгляда на почвы и развить «физиологический» подход, при котором исследуются функциональные процессы, протекающие в почве. Почва рассматривается как биологический «реактор» естественных и антропогенных (сельскохозяйственных) экосистем, в котором перерабатывается биологическая продукция и осуществляется круговорот веществ. Автор формулирует представления о новой парадигме в почвоведении, которая, по его мнению, должна разрушить «инерцию корпоративного мышления» в науке о почвах. Формирование этой парадигмы должно сопровождаться переходом от индуктивного к дедуктивному методу. «Преимущество дедуктивного метода в том, что мы заранее знаем или предполагаем общую картину явления, его структуру или функцию и целенаправленно занимаемся поиском

конкретных деталей этой конструкции или механизма», — пишет автор (с. 248).

В русле новой парадигмы рассматривается метод техно-биологических аналогий. Впрочем, использование аналогии между производственными (сельскохозяйственными, промышленными и др.) и биологическими системами в прикладной экологии традиционно. При этом экологи обычно ориентируются на «уроки в школе природы», чтобы достигнуть максимально возможного сходства между техносистемами и биосистемами. Такие аналогии — основа разработки технологий энерго- и ресурсосбережения при снижении влияния отходов производства на окружающую среду.* А.С. Керженцев вслед за В.Г. Суховольским, а также Г.И. Марчуком и К.Я. Кондратьевым предлагает принципиально иной подход для использования аналогий живого и неживого. Его метод техно-биологических аналогий основан на оценке функционирования экосистем в терминах техносистем.

Керженцев считает, что Суховольский предпринял успешную попытку применения аппарата экономических наук для описания экологических процессов, при этом исходя из того, что любая природная система при любых сочетаниях факторов среды выбирает самую выгодную для себя траекторию поведения. По мнению Суховольского, «...единство природы и единство ее описания позволяют нам беззастенчиво брать идеи там, где они более всего развиты. Дарвин взял у экономистов (у Мальтуса) удивительно много. Экономисты-неоклассики очень многое взяли у Дарвина. Современные экологи удивительно мало взяли у экономистов». К этому Марчук и Кондратьев добавляют, что основной принцип, определяющий функционирование жизни на любых уровнях, это свободный рынок, т. е. конкурентное взаимодействие автономных не скоррелированных между собой особей.

Метод техно-биологических аналогий «...позволяет решать конкретные вопросы функциональной экологии, например, управления механизмом функционирования природных экоси-

* См. Миркин Б.М. Промышленная экология сегодня и завтра// Экология и жизнь. 2006. № 2. С. 28–30.



стем. Он дает возможность изучать природные системы как потенциальные объекты управления» (с. 25).

Такой взгляд на экосистему как на аналог техносистемы (как наиболее близкие к почве по уровню организации рассматриваются автономные космические аппараты) потребовал от автора редуции (упрощения) структуры и функциональных параметров экосистемы. Керженцев редуцирует экосистему до двух блоков — фитоценоза (совокупности автотрофов) и педоценоза (совокупности сапротрофных организмов — детритофагов и редуцентов). Экосистема рассматривается, с одной стороны, как «почвенно-растительная ассоциация», а с другой — как «информационно управляемая система, функционирующая в режиме перманентной адаптации к постоянно меняющимся условиям среды». Первый аспект отражает структуру экосистемы, а второй — ее функцию.

В качестве функциональных блоков экосистемы рассматриваются анаболизм (фотосинтез), катаболизм (деструкция органического вещества с включением в нее процессов гумификации и минерализации) и некроболизм (процесс отмирания растений). Правомочность выделения двух первых функциональных блоков сомнений не вызывает. Что касается третьего блока, то его следует признать достаточно спорным. Как некроболизм рассматриваются процессы формирования генеративных органов и отмирания живых растений. Однако при формировании генеративных органов, как правило, продолжается процесс фотосинтеза, т. е. анаболизм, а при отмирании фитомассы запускаются механизмы катаболизма. Как структурные элементы экосистемы рассматриваются биомасса, некрома (тут лучше бы использовать традиционное для экологов понятие детрита) и минеральная масса.

Такой редуцированной структуры экосистемы оказывается вполне достаточно, чтобы объяснить ее главное свойство — способность постоянно подстраиваться под изменения условий среды и поддерживать состояние экологического равновесия между интенсивностью процессов анаболизма и катаболизма. Если условия среды резко меняются, например,

в лесной экосистеме под влиянием пожаров или нападения насекомых-фитофагов, таких как сибирский шелкопряд, то запускается механизм восстановительной сукцессии. При этом изменения в блоке «фитоценоз» протекают быстрее, чем в педоценозе. Приводятся оригинальные данные об отставании сукцессии в почве от сукцессии растительности на Долгоунских гарях (южная тайга Обь-Енисейского междуречья). После выгорания лесов в результате развития высокотравья из подзолистых почв формируются серые и темно-серые лесные почвы. Однако для восстановления подзолов при облесении участков требуется несравненно больше времени, чем для формирования лесных фитоценозов коренного типа.

Автор считает, что периодические нарушения являются нормальным условием для существования экосистем. Поскольку факторы нарушения влияют на разные экосистемы одного массива, то в этом массиве представлена «мерцающая мозаика» разных стадий восстановительных сукцессий: срабатывает известный принцип экологии — стабильность в крупном масштабе достигается нестабильностью в мелком масштабе. Кроме «мерцающей мозаики» в таежных экосистемах приводится пример другой мозаики — для пустынь Прикаспия, где она обусловлена роющей деятельностью сусликов, создающих условия для суффозии (вымывания) солей из верхнего горизонта почвы.

В качестве количественных параметров динамики почвенных процессов автор предлагает три показателя: ХМ — характерная педомасса (сумма всех фракций органического вещества почвы), ХВ — характерное время полного обновления всей органической массы почвы и ХС — характерный состав детрита (полный спектр «мертвых» фракций органического вещества). Для характеристики динамики процесса почвообразования автор широко использует представления И.А. Соколова и В.О. Таргульяна о разделении признаков почвы на мобильные («почва-момент») и стабильные («почва-память»). Интересны данные об обновлении органической массы в разных горизонтах разных типов почв. Так, в дерново-подзолистой почве: ХВ для горизонта A_0 — 20 лет, A_1 — 40 лет, A_2 — 60 лет, В — 80 лет, ВС — 120 лет. В профиле чернозема типичного ХВ для го-



ризонтов составляет: A_0 — 4 года, A_1 — 80 лет, AB — 120 лет, B — 220 лет, BC — 350 лет.

Керженцев подчеркивает, что в естественной экосистеме дисбаланс анаболизма и катаболизма составляет доли процента от его суммарной биомассы, но может резко возрастать при пахотном использовании почв за счет усиления процессов минерализации.

В книге влиянию сельского хозяйства на почвы и обсуждению возможностей улучшить ситуацию в пахотных почвах уделено много внимания. В настоящее время ситуация в мировом земледелии оценивается как удручающая. За вторую половину XX столетия при удвоении населения планеты «подушная» площадь пашни сократилась более чем вдвое (с 0,25 до 0,11 га). Автор говорит о необходимости развития специальной науки педопатологии, которая будет разрабатывать методы «лечения больных почв» (главные болезни — эрозия, дегумификация, засоление, формирование дефицитных циклов питательных элементов).

Следует согласиться с автором в том, что «беспашотное земледелие» способствует сохранению плодородия почв, однако при управлении плодородием большую роль играют и другие компоненты земледелия (севообороты с восстанавливающими почву культурами, особенно сидератами; навоз; неизбежные при «беспашотном земледелии» или безотвальном рыхлении почвы гербициды). Ссылки на работы А.Г. Дояренко (1942), который выступал категорически против использования минеральных удобрений, не убеждают, как и рекомендация использования «полной сукцессии» для восстановления плодородия почв. Время залежно-переложной системы земледелия ушло в далекое прошлое, и при нарастающей численности народонаселения решить проблему продовольственной безопасности может только компро-

миссная система ведения сельского хозяйства на основе адаптивно-ландшафтного земледелия.

К сожалению, при обсуждении проблемы управления экосистемами автор не идет дальше общих слов, он не приводит никаких конкретных рекомендаций для улучшения почвенного покрова сельскохозяйственных территорий. Его надежды на «бесконфликтный переход в ноосферу» воспринимаются как утопические. Проблема сохранения почв, безусловно, является важнейшей составляющей концепции устойчивого развития и обеспечения продовольственной безопасности (неясно, почему автор не касается этих важнейших проблем выживания человечества). Однако для ее решения формулирования принципов «новой парадигмы» очевидно недостаточно, нужна система конкретных агрономических рекомендаций и главное — организационных мер, включающая мониторинг состояния почв. (В современной России ликвидирован даже Гипрозем, который в советские времена худо-бедно, но все-таки наблюдал за состоянием почв.)

В заключение рецензии обсудим несколько вопросов дискуссионного характера.

Объем науки «экология». Керженцев дает новое определение этой науки: «Экология — комплексная фундаментальная наука, которая изучает природные экосистемы, их структуру и функции, законы изменчивости в пространстве и во времени под влиянием естественных и антропогенных факторов» (с. 17). Это определение слишком узкое, так как большинство современных экологов* считают объектами экологии, кроме экосистем, организмы и популяции, причем не только в природных, но и в антропогенных экосистемах. К слову, из многочисленных сводок и учебников по экологии Керженцев цитирует только работу Ю. Одум (1975), которая, кстати, была переиздана в дополненном варианте еще в 1986 г.**

Понятие «экосистема». Автор пишет: «Экосистема — это симбиотическое сообщество фитоценоза и педоценоза, автономно функционирующее в определенном диапазоне гидротермических условий за счет мутуализма — обмена продуктами собственной жизнедеятельности» (с. 29). Использование термина «мутуализм», который «занят» обозначением взаимовыгодных отношений организмов, вряд ли целесообразно. Его вполне можно заменить на «взаимодействие». Что касается исключения из определения экосистемы всех гетеротрофных организмов ее наземной части, то полезность такой новации сомнительна. Безусловно, доля гетеротрофной биоты в наземной части экосистемы невелика, фитоценоз

* Бигон М., Харпер Дж., Таунсенд К. Экология: особи, популяции и сообщества. В 2-х т. — М.: Мир, 1989.

** Одум Ю. Экология: в 2-х т. — М.: Мир, 1986.



своим составом и структурой отражает влияние фитофагов, по пастбищным пищевым цепям в большинстве экосистем протекает незначительное количество энергии (в лесной экосистеме — меньше 10%) по сравнению с детритными пищевыми цепями педоценоза. Тем не менее для тех экосистем, в которых пастбищные пищевые цепи играют большую роль (например, в степях или саваннах, не говоря уже об агроэкосистемах), это определение не подходит. Для таких экосистем без учета блока фитофагов невозможно разработать модель управления. Более оправданным было бы понимание экосистемы как взаимодействующей совокупности надземного биоценоза и педоценоза.

Понимание фитоценоза. По Керженцеву, фитоценоз — это сообщество автотрофных организмов, объединенных по принципу максимального использования ресурсов экотопа, «кооперативная система», в которой конкуренция играет незначительную роль. Это более чем спорное утверждение. Конкуренция — главный вариант отношений видов в растительном сообществе, хотя ее смягчают дифференциация экологических ниш и отношения нейтральности, при которых конкурирующие виды со сходными «бойцовскими» качествами могут длительное время занимать одну нишу.* Автор пишет о надземных и подземных ярусах фитоценоза. Эти представления относятся только к лесным экосистемам умеренной полосы, в которых выражена надземная ярусность. В экосистемах других типов ярусности нет, и структура представлена вертикальным континуумом (в подземной части любого фитоценоза — всегда континуум). Еще более выражены явления континуума в горизонтальной структуре биогеоценологического покрова — «дискретных участков различных раз-

меров и конфигураций с однотипной вертикальной структурой» в природе, как правило, нет. Впрочем, несколькими страницами далее автор тоже пишет о «континууме экологического пространства».

Трудно согласиться с автором в том, что «...современная биота утратила способность разрушения кристаллической решетки минералов для добывания элементов минерального питания» (с. 31). И в современной биосфере протекают первичные экологические сукцессии, при которых цианобактерии заселяют поверхности скал и лишённые жизни местобитания, образуемые при таянии ледников. Именно цианобактерии создают условия для поселения других организмов (в первую очередь лишайников).

Функциональный подход при классификации почв. В рамках новой парадигмы автор предлагает перейти от традиционной классификации по морфологическим признакам почвы к классификации на основе функциональных параметров. Это достаточно спорное предложение. Как показывает опыт классификации растений и растительных сообществ, создание системы возможно только на основе признаков, доступных прямому наблюдению. Все прочие критерии (геномы организмов, типы взаимных отношений растений в сообществах, количественные параметры круговорота веществ и т. д.) для классификации непригодны. Однако предпочтение отдается тем классификациям, в которых визуальные критерии скоррелированы с существенными характеристиками объектов.

В завершение рецензии отметим, что несмотря на высказанные замечания (большинство их — в порядке дискуссии) книга А.С. Керженцева заслуживает самой высокой оценки как первый опыт последовательного экологического анализа роли почв в экосистемах.

* Миркин Б.М., Наумова Л.Г., Соломещ А.И. Современная наука о растительности: Учебник. — М.: Логос, 2001.