

УДК 631.4

ОРИГИНАЛЬНАЯ МОНОГРАФИЯ ПО ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ЭКОЛОГИИ ПОЧВ*

© 2008 г. Б. М. Миркин¹, Я. Т. Суяндук², Р. М. Хазиахметов³

¹Институт биологии Уфимского научного центра РАН, 450054, Уфа, ул. 50 лет Октября, 34

²Сибайский филиал Академии наук Республики Башкортостан, Сибай, ул. К. Цеткин, 2

³Башкирский государственный университет, 450074, Уфа, ул. Фрунзе, 32

E-mail: geobotanika@rambler.ru

Поступила в редакцию 27.11.2007 г.

Кризис отношений человека и биосферы сегодня уже очевиден для мирового сообщества. Оно пытается урегулировать эти отношения путем реализации концепции перехода мирового сообщества на устойчивое развитие [4]. Автор рецензируемой книги прошел мимо этой концепции, тем не менее, все содержание монографии укладывается в ее рамки. Автор рассматривает возможности урегулирования отношений человека и экосистем (и всей биосферы в целом) на основе знания глубинных механизмов их функционирования.

Автор пишет о том, что это задача функциональной экологии – науки, которая должна “…изучать законы функционирования и развития природных экосистем и биосферы в целом… Она в состоянии использовать самые передовые достижения других естественных наук для решения сложных экологических проблем” (с. 12).

Такое определение функциональной экологии нельзя признать удачным. Во-первых, в настоящее время задачей “функциональной экологии” является изучение не только природных, но и антропогенных, в первую очередь сельскохозяйственных, экосистем (именно сравнению функционирования естественных и сельскохозяйственных экосистем посвящена значительная часть книги). Во-вторых, поскольку в современной экологии экосистема рассматривается как совокупность организмов и условий среды, связанных потоком вещества и энергии, точнее было бы назвать объект исследований А.С. Керженцева функциональной экологией экосистем, а еще лучше – функциональной экологией почв, как важнейших блоков экосистем.

Во “Введении” автор цитирует Н.Ф. Реймерса (1994)**, который привел иероглифическую надпись на пирамиде Хеопса: “Люди погибнут от неумения пользоваться силами природы и от незнания истинного мира” (паразитическая прозорливость на-

ших далеких предков!). Далее он анализирует некоторые из определений экологии и предлагает свое 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 [1] считает 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 А.С. Керженцев цитирует только работу Ю. Одума (1975), которая, кстати, была переиздана в дополненном варианте [2].

В рамках экологии предлагается различать три части: структурную, функциональную и прикладную. “Прикладная экология реализует теоретические разработки на практике в виде технологий рационального природопользования, охраны окружающей среды, организации экологически безопасного производства и потребления, обеспечения экологической безопасности населения и т.п.” (с. 18).

В прикладной экологии традиционно использование аналогии между производственными (сельскохозяйственными, промышленными и др.) и биологическими системами. При этом экологи ориентируются на “уроки в школе природы”, чтобы достигнуть максимально возможного сходства между техносистемами и биосистемами (например, Гридел, Алленби [2]). А.С. Керженцев вслед за Г.И. Марчуком и К.Я. Кондратьевым (1992) и В.Г. Суховольским (2004) предлагает принципиально иной подход при использовании аналогий живого и неживого. Он считает более перспективным оценивать функционирование экосистем в терминах техносистем и предлагает метод технобиологических аналогий, который “…позволяет решать конкретные вопросы функциональной экологии, например, управления механизмом функционирования природных экосистем. Он дает возможность

* Керженцев А.С. Функциональная экология / Отв. Ред. Э.Г. Коломыйц. М.: Наука, 2006. 259 с.

** Работы, цитированные автором книги, в библиографию к рецензии не включены.

изучать природные системы как потенциальные объекты управления” (с. 25).

Метод технобиологических аналогий потребовал от автора редукции (упрощения) структуры и функциональных параметров экосистемы. Этот вопрос обсуждается в главах 1 “Экосистема: структура и функция” и 2 “Взаимодействие структурных элементов в метаболизме экосистемы”. А.С. Керженцев редуцирует экосистему до двух блоков: фитоценоза и педоценоза – как совокупности сапротрофных организмов (детритофагов и редуцентов). В соответствии с такой редукцией 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.

Дается новое определение экосистемы: “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 надземной части, то полезность такой новации сомнительна. Безусловно, доля гетеротрофной биоты в надземной части экосистемы невелика, фитоценоз 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. Более оправданным было бы понимание экосистемы как взаимодействующей совокупности надземного биоценоза и педоценоза.

Фитоценоз рассматривается как сообщество автотрофных организмов, объединенных по принципу максимального использования ресурсов экотопа, как “кооперативная система”, в которой конкуренция играет незначительную роль. Это более чем спорное утверждение. Конкуренция является главным вариантом 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 [5].

Автор не прав, когда пишет, что “...современная биота утратила способность разрушения кристал-

лической решетки минералов для добывания элементов минерального питания” (с. 31). Известно, что биота (причем, не только микроорганизмы, но и высшие растения) может прямо и косвенно воздействовать на силикатные материалы и извлекать из них минеральные элементы. Особенно высокой способностью к разрушению кристаллической решетки минералов обладают цианобактерии, которые заселяют поверхности скал и лишайные жизни местообитания, образующиеся при таянии ледников.

Автор пишет о надземных и подземных ярусах фитоценоза, о почвенных горизонтах. 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; Работнов, 1983; Миркин и др., 2002). Еще более выражены явления континуума в горизонтальной структуре биогеоценотического покрова – “дискретных участков различных размеров и конфигураций с однотипной вертикальной структурой” в природе, как правило, нет. Впрочем, несколькими страницами далее автор тоже пишет о “континууме экологического пространства”.

Автор предлагает интересное понятие характерного времени обновления биомассы, которое зависит от длительности жизни организмов (у деревьев оно достигает сотен лет, у микроорганизмов – нескольких дней). Интересны и развиваемые автором представления о различиях скорости сукцессий фитоценоза и почвы. Он приводит 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 более долгое время, чем для формирования лесных фитоценозов коренного типа.

Главные факторы разрушения коренных лесов – пожары и сибирский шелкопряд, которые в разное время влияют на разные участки лесного массива. (Такой циклический вариант климакса Р. Уиттекер назвал катаклимаксом.) Это превращает растительность в мозаику сообществ разных стадий восстановительных сукцессий. Однако автор напрасно использует для интерпретации этой мозаики “GAP-парадигму”, как и для описания динамики почвенного покрова Прикаспийской низменности, где “мерцающая мозаика” обусловлена деятельностью сусликов, создающих условия для суффозии солей из верхнего горизонта почвы. “GAP-парадигма” была создана только для описания внутриценотической мозаики лесов под влиянием выпадения отдельных деревьев (то есть для ситуации, когда

стабильность в макромасштабе формируется за счет нестабильности в микромасштабе). К слову, не следует относить к сорнякам иван-чай, это – эксплерент-рудерал (сорные растения – это эксплеренты сеgetальных, то есть пашенных сообществ).

Как структурные элементы экосистемы рассматриваются биомасса, некромасса (лучше бы использовать традиционное для экологов понятие детрита) и минеральная масса, а в качестве функциональных блоков – 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, то есть анаболизм, а при отмирании фитомассы запускаются механизмы катаболизма. Впрочем, автор по существу сам отказывается от понятия “некроболизм” и на с. 88 относит формирование генеративных органов к анаболизму.

Автор допускает ошибку, когда пишет: “Круговорот вещества и энергии совершается примерно одинаково на всех уровнях организации живых систем и представляет многократную циклическую смену процессов синтеза и распада биомассы” (с. 67). Как известно, в соответствии с законами термодинамики, энергия совершать круговорота не может, используется однократно и постепенно рассеивается при переходе с одного трофического уровня на другой. Круговороты, которые “раскручивает” поступающая в экосистему энергия, могут совершать только вещества.

Фитоценоз и экосистема рассматриваются как информационно-управляемые системы, подобные автономным космическим аппаратам. Однако ничего принципиально нового для познания функционирования экосистемы и ее блоков этот аппарат технико-биологических аналогий не дает. Приводимая на рисунке “аграрная экосистема” – это агроценоз, в котором взаимодействуют посев и почва. В агроэкосистеме, которая должна служить основным объектом управления, в осуществлении потоков вещества и энергии большую роль играет скот, замыкающий (разумеется, не полностью) круговорот веществ.

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 безотваль-

ном рыхлении почвы гербициды [5, 7]). 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 компромиссная система ведения сельского хозяйства на основе адаптивно-ландшафтного земледелия.

В главу 2 включена ранее неопубликованная интересная работа В.А. Ковды, В.В. Бугровского и А.С. Керженцева “Функция почвы в биосфере и в сельском хозяйстве (концепция)”.

Глава 3 “Перманентная адаптация экосистемы к изменившимся факторам среды”, видимо, самая интересная в книге. Содержательно написан раздел о динамическом равновесии в почве как компоненте экосистемы. 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 фракций органического вещества). Для характеристики динамики процесса почвообразования автор широко использует представления И.А. Соколова В.О. Таргульяна (1976) 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 А0 – 20 лет, А1 – 40 лет, А2 – 60 лет, В – 80 лет, ВС – 120 лет. В профиле чернозема типичного ХВ для горизонтов составляет: А0 – 4 года, А1 – 80 лет, АВ – 120 лет, В – 220 лет, ВС – 350 лет.

А.С. 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. Интересны положения книги о нижней границе почв и направлении роста почв.

Состояние почв планеты А.С. Керженцев оценивает как удручающее. Он приводит “трагический крест” – пересекающиеся линии удвоения численности народонаселения планеты за 50 лет и уменьшения площади пашни на одного жителя планеты с 0.25 до 0.1 га. При всем этом автор не прав, когда пишет, что почвы являются объектом специальной охраны как составляющие биологического разнообразия. Почвы – это самодостаточные ценности – биокосные тела в понимании В.И. Вернадского, для которых необходима своя система охраны.

Автор говорит о необходимости развития специальной науки педопатологии, которая будет разрабатывать методы “лечения больных почв” и перехода от “анатомии почв” к “физиологии почв”, то есть изучения функциональных процессов в почве как части экосистемы, что составляет основу “новой парадигмы” почвоведения. Полагаем, что о “новой парадигме” говорить нет оснований, так как “физиологией почв” в понимании А.С. Керженцева почвоведы занимаются достаточно давно. На основе функциональных признаков он предлагает строить новую классификацию почв. Последнее вряд ли возможно, так как любая классификация проводится по доступным напрямую наблюдению признакам, отражающим сущностные процессы.

Глава 4 “Управление механизмом функционирования экосистем. Факторы среды и их воздействие на структуру и функцию экосистемы”. Автор вновь анализирует воздействие внешней среды на почву как “биологический реактор экосистемы”. Он пишет об оптимуме, пессимуме и экстремуме функционирования экосистем, которые вызывают их “подстраивание” под меняющиеся условия. Формулируются представления о “гидротермическом акселераторе метаболизма”. То, что взаимодействие факторов тепла и влаги играет важнейшую роль в определении функциональных параметров почвы, сомнений не вызывает. Однако рецензентам не ясно, что дает замена привычного термина “гидротермический фактор” на его новый синоним.

В заключение вновь обсуждается новая парадигма в почвоведении, которая должна разрушить “инерцию корпоративного мышления” в науке о почвах. Формирование новой парадигмы, по мнению автора, должно сопровождаться переходом от индуктивного мышления 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” (с. 248). Необходим срочный переход от “анатомии” к “физиологии” почв, что “...позволит создать систему сверхпродуктивных технически управляемых фитоценозов для обеспечения первичной биологической продукцией население Земли” (с. 250). В конечном итоге, все это, как считает А.С. Керженцев, позво-

лит бесконфликтно перейти человеку из биосферы в ноосферу.

К сожалению, при обсуждении проблемы управления экосистемами на основе “новой парадигмы” 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. Однако для ее решения формулирования принципов “новой парадигмы” очевидно недостаточно, нужна система конкретных агрономических рекомендаций и главное – организационных мер, включающая мониторинг за состоянием почв. А в современной России ликвидирован даже Гипрозем, который в советские времена худо-бедно, но все-таки наблюдал за состоянием почв.

Заканчивая рецензию, отметим, что книга А.С. Керженцева – интересная. В ней много оригинальных положений, обоснованных многолетними наблюдениями автора. Представляет ценность и то спорное, что есть в книге, поскольку оно побуждает читателя к дискуссиям, которые полезны для любой науки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Бигон М., Харпер Дж., Таунсенд К.* Экология: особи, популяции и сообщества. В 2-х т. М.: Мир, 1989.
2. *Гридэл Т.Е., Алленби Б.Р.* Промышленная экология / Пер. с англ. под ред. Э.В. Гирусова. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2004.
3. *Миркин Б.М., Наумова Л.Г., Соломещ А.И.* Современная наука о растительности. М.: Логос, 2000.
4. *Миркин Б.М., Наумова Л.Г.* Устойчивое развитие: вводный курс. М.: Университетская книга, 2006.
5. *Миркин Б.М., Хазиев Ф.Х., Суюндуков Я.Т., Хазиахметов Р.М.* Управление плодородием почв: агроэкосистемный подход // Почвоведение. 2002. № 2. С. 228–234.
6. *Одум Ю.* Экология. М.: Мир, 1986.
7. *Суюндуков Я.Т., Миркин Б.М., Абдуллин М.Р., Хасанова Г.Р., Сальманова Э.Ф.* Роль фитомелиорации в воспроизводстве плодородия черноземов Зауралья (Башкирия) // Почвоведение. 2007. № 10. С. 1217–1225.