

**РАЗВИТИЕ ИДЕЙ В ПОЧВОВЕДЕНИИ**

Л. О. Карпачевський

*Московський державний університет ім. М. В. Ломоносова***РОЗВИТОК ІДЕЙ У ҐРУНТОЗНАВСТВІ**

Розвиток ґрунтознавства був визначений введенням поняття про ґрунт як самостійне природно-історичне тіло, виділенням профілю ґрунту. Цей підхід дозволив установити географічні закономірності розповсюдження ґрунтів, структуру ґрунтового покриву, основні властивості ґрунтів. У меншій мірі досліджено ґрунтові процеси та генезис ґрунтів, хоча є велика кількість робіт, присвячених цим темам. Можливе вирішення цих проблем – розвиток молекулярних досліджень, нанотехнологій, за допомогою яких можна буде виділити механізми ґрунтових процесів. Новим напрямом у ґрунтознавстві можна вважати також аналіз умісту у ґрунтах патогенних мікроорганізмів, у тому числі вірусів.

*Ключові слова:* ґрунтові процеси, генезис ґрунтів, молекулярні дослідження у ґрунтознавстві.

L. O. Karpachevsky

*M. V. Lomonosov Moscow state university***DEVELOPMENT OF THE NEW CONCEPTS IN THE SOIL SCIENCE**

The origin of the development of soil science was introduction of the soil as an abstract concept. According to such a concept soil is an independent, naturalistic solid, that has its own profile. This approach also allowed to establish geographical rules of the soils' distribution, structure of top-soils and major properties of soils. Processes that take part in soils and soils' genesis didn't become very familiar to us in spite of a huge number of works devoted to these problems. The potential solution of these issues is the molecular soil's researches using some nanotechnologies. With the help of such a technology it could be possible to concentrate on each soil process. Among new tendencies in soil science it is also analysis of the pathogenic microorganisms, including viruses that do exist in soils.

*Keywords:* soils processes, soils' genesis, molecular soil's researches.

На XVIII Международном конгрессе остро встал вопрос о будущем почвоведения. Отмечался отток талантливой молодежи из науки и почвоведения в частности. Высказывалось опасение, что почвоведение исчерпало себя и обречено на постоянную борьбу с эрозией, загрязнением и на обеспечение высокого уровня продуктивности пахотных почв. Критиковались старые методы исследования почв. Как сказал Ньютон, мы стоим на плечах гигантов и поэтому видим дальше. Зная развитие науки, мы можем делать критические замечания, что не ставит перед нами действительно трудных проблем. Проблема в том, чтобы сформулировать сами идеи, понять логику их развития, надежность экспериментального подтверждения, состыковку с достижениями смежных наук.

Вначале проведем некоторую систематизацию идей.

1. Абсолютно новые идеи: например, представление о почве как естественно-историческом теле.
2. Идеи, сформулированные в других науках и критически перенесенные в почвоведение. К ним можно отнести понятие о зональности почв.
3. Идеи-«фотографии», фиксирующие состояние почв (проблемы), развивающие уже высказанные гипотезы (теории). Например, развитие учения о гумусе как системе гумина, гуминовых и фульвокислот.
4. Псевдоидеи-высказывания, имеющие вид идеи, но представляющие собой лишь логический домысел или перефразировку, иногда в новых терминах, старых идей или общих мест. К таким идеям можно отнести

пресловутую «астроботанику», следовательно, «астропочвоведение», и «пластику рельефа».

Конечно, нас интересуют первые три класса идей.

Большинство почвоведов считают главной идеей почвоведения, ее идейной основой – представление В. В. Докучаева о почве как природном теле, формирующемся под воздействием известных пяти факторов (горная порода, живые организмы, рельеф, климат). Уже позже А. И. Набоких нашел у агрогеолога Берендта почти такое же определение. Но Берендт понимал под почвой лишь гумусовый слой. Мало того, из этого положения Берендт не делал никаких выводов, а Докучаев дал толчок к развитию учения о географической изменчивости почв, о структуре почвенного покрова, о характере связи свойств почв и параметров отдельных факторов почвообразования.

Эту группу идей можно свести, таким образом, к зональности почв (В. В. Докучаев, Н. М. Сибирцев), структуре почвенного покрова (С. А. Захаров, М. М. Филатов, С. С. Неуструев, В. М. Фридланд) и в конечном итоге к биосфере, где почва исполняет роль сердцевины, «души» ландшафта (по В. В. Докучаеву).

К зональности подошел также один из сооснователей почвоведения, американский ученый Е. Гильгард. Он выдвинул положение, что почвы следует разделить на аридные, семиаридные и гумидные. Эту идею в последнее время развивал И. А. Соколов. Он выделял группы почв, соответствующие этим условиям.

В. В. Докучаев установил закономерные цветовые различия почв, а также отдельных горизонтов, образующих почвенный профиль. Фактически В. В. Докучаев ввел в практику такие названия почв, как подзолы, чернозем, каштановые почвы, белозем (серозем по С. С. Неуструеву). Э. Раманн ввел название – бурые почвы.

#### **Нормальные и анормальные почвы**

Но уже на этом этапе произошла незаметная подмена одной парадигмы другой. В. В. Докучаев не отрицал, а, наоборот, всецело принимал общую зональность природы, в том числе и почв. Но свою классификацию почв он построил на других принципах: нормальные, анормальные и переходные почвы. При этом нормальные почвы – это почвы, постепенно углубляющие свой профиль в материнскую горную породу. Анормальные почвы образуются при поступлении материала сверху (эрозийный нанос, эоловый нанос, пойменные отложения, вулканические осадки-ирокластика). В этом случае почва нарастает кверху.

Эта совокупность идей породила следующие «параидеи»: теорию экзогенеза (В. О. Таргульян) и теорию формирования глубокогумусовых почв (И. П. Герасимов). К сожалению, эти проблемы пока изучены относительно слабо в виду плохого использования новейших методов исследования, разработанных химиками и геологами (минералогами).

#### **Классификация почв на принципе зональности**

В то же время Н. М. Сибирцев сместил акценты и построил классификацию почв на принципе зональности. Он взял лишь докучаевский принцип подхода: зональные, аazonальные и интразональные почвы. Этот экологически-зональный принцип воплощается во всех последующих официальных классификациях нашей страны. Зональный принцип стал основой другой «параидеи» – идеи районирования почв (К. Д. Глинка, Л. И. Прасолов, Н. Н. Розов, Г. В. Добровольский, И. С. Урусевская). Следует отметить, что идея зональности сначала породила представление об единственной зональной почве. Я еще помню почвенную карту СССР, где в розовый цвет была закрашена вся лесная зона. Везде тогда выделяли почвы подзолистого типа.

Лишь после работ И. А. Соколова и В. О. Таргульяна в Забайкалье и Восточной Сибири был сформулирован принцип, что почвенная зона включает несколько типов зональных почв.

#### **Плодородие почв и развитие цивилизации**

Одновременно с В. В. Докучаевым разрабатывал проблемы почвоведения П. А. Костычев, его интересовало плодородие почв. Он считал, что почва – это зона распространения корней, что корни – поставщики (в черноземах) гумуса. Он же стал

экспериментально проверять теорию С. И. Коржинского об эволюции почв. Это направление разбилось на несколько самостоятельных тем. Плодородие стало объектом внимания агрохимиков, агрономов, земледелов, т.е. тех людей, которые активно работали в сельскохозяйственной науке. В этой теме до последнего времени казалось все абсолютно ясным: ценность почвы для человека – это ее плодородие. Но неожиданный союз почвоведения с историей и археологией показал, что далеко не все так просто. Развитие современной цивилизации связано с менее плодородными почвами. Мало того, сейчас показано, что часто почвы с меньшим естественным плодородием потенциально более плодородны, чем природные плодородные почвы. Урожай на почвах Голландии в два и более раз выше, чем на плодородных почвах Украины. Но себестоимость его тоже выше. Наиболее промышленно развитые страны расположены не на самых плодородных почвах. Анализ, проведенный Ю. Т. Ашиновым, показал, что, например, в Адыгее районы с худшим почвенным покровом имеют более развитую промышленность, т.е. повторяется картина использования почв в глобальном масштабе. Все это лишним раз доказывает, что почва – это не только ее плодородие. Для биосферы, а также для человека важна любая почва.

### **Эволюция почв**

Идея эволюции почв развивалась многими учеными после С. И. Коржинского. В. В. Докучаев ее не отвергал, но сам не разрабатывал. Он исследовал конкретные почвы, считая, что именно факты помогут создать теорию почвообразования. Но представления об эволюции почв увлекли таких исследователей, как П. С. Коссович, В. В. Геммерлинг, В. Р. Вильямс, А. А. Роде, Б. Л. Личков, В. О. Таргульян, А. Л. Александровский. Б. Л. Личков даже сформулировал: почвы образуются не из горных пород, а из других почв. Это положение следует также из теорий Коссовича и Вильямса. Развитием представлений об эволюции почв можно считать учение о почвенных процессах. С. И. Коржинский первый сформулировал, что существует процесс оподзоливания. П. А. Костычев экспериментально подтвердил, что при большом количестве растительного опада и поступающей в почву воды может отмечаться процесс осветления почвы, формирования подзолистого горизонта. П. С. Коссович и К. Д. Глинка выдвинули теорию типов почвообразования (подзолообразования, черноземообразования, осолонцевания, засоления, заболачивания).

В настоящее время широко разрабатывается теория почвообразования на мерзлоте (О. В. Макеев, Д. А. Гиличинский, С. В. Горячкин, В. М. Алифанов, Л. А. Гугалинская).

Постепенно было сформулировано учение о почвенных процессах (И. П. Герасимов, М. А. Глазовская, А. А. Роде, Б. Г. Розанов, Мак Крекен и др.). При этом были выделены процессы разного уровня. Одни изменяли вещественный состав почв, другие же приводили к формированию почвенного профиля. Последние процессы и были названы почвообразующими.

### **Морфология почв**

Выделение специфических процессов почвообразования перекликается с теорией уровней организации почв. В. В. Докучаев выделил основные типы горизонтов: собственно почвенный, переходный и исходная горная порода. Э. А. Корнблум создал теорию морфонного строения почвенных горизонтов, когда в одном горизонте мы встречаем разные по форме образования. Например, в подзолистой почве в горизонте А2В можно встретить морфоны А2 и В1.

В. Кубиена раскрыл важность микростроения почв (микрopedология). Потом оно получило название микроморфологии и было методически оформлено Брюером, а у нас Е. И. Парфеновой и Е. А. Яриловой. Микроморфология выдвинула гипотезу происхождения оптически ориентированной глины в почве в результате лессиважа. Правда, потом эта идея вызвала сомнения у ряда исследователей (Т. В. Турсина). Но следует признать, что передвижение коллоидов может привести к образованию оптически ориентированной глины.

В целом все предложенные идеи оформились в учение об уровнях организации почв (А. Д. Воронин, Б. Г. Розанов).

### **Почвенный гумус**

Начиная с конца XIX века в почвоведении разрабатывалась идея о кислотном составе гумуса. Еще Берцелиус считал, что в почве содержатся фульвокислоты. Шпренгель выдвинул метод разделения гумуса на растворимые и нерастворимые в щелочах органические вещества. Растворимые в щелочи, в свою очередь, делились на растворимые и нерастворимые в кислотах. Потом была выделена гиматомелановая кислота (Свен Оден, Г. И. Глебова). Наиболее полную классификацию гумусовых кислот дал В. Р. Вильямс. Затем она была оформлена как учение о почвенном гумусе И. В. Тюриным и М. М. Кононовой. Было разработано представление о системе гумусовых веществ, их групповом и фракционном составе, которая успешно использовалась почвоведом (Гришина, Дергачева). Определения проводили по всей России в агрохимических службах, гипроводхозах и гипроземах. Показатель ГК:ФК хорошо работал на практике. Казалось – это незыблемая характеристика органического вещества почвы. И вдруг, в конце 90-х годов XX века признанный авторитет в изучении гумуса Д. С. Орлов высказал мысль, что фульвокислоты в почве – это артефакт. Эту мысль в свое время высказывал еще С. А. Ваксман. Он же предположил, что в почвах встречается огромное количество разных индивидуальных органических веществ. Одним из предшественников гумусовых веществ он считал лигнин. Эту гипотезу (лигниную) отвергал Е. П. Троицкий. В 1980-е годы лигнинная гипотеза в какой-то мере была воскрешена в работах немецких и шведских исследователей. Ими было показано, что в органическом веществе почв содержится до 10 % соединений лигнинов. Но ни предложенные методы определения состава гумуса или его общего содержания не могли объяснить причины его формирования, дифференциации на молекулярные фракции.

В. В. Пономарева выдвинула предположение, что в почве происходит хроматографическое разделение органических веществ при их движении в составе почвенного раствора. Данные И. С. Кауричева, Е. М. Ноздруновой, И. М. Яшина показали, что в почвенном растворе действительно содержатся органические соединения, часто образующие комплексы и хелаты с металлами (железом, алюминием). В последнее время работы А. А. Шинкарева подтвердили, что при движении растворов в почве происходит накопление в нижних горизонтах меньших по молекулярной массе органических компонентов.

Сейчас удалось установить, что собственно почвенный гумус в основном закреплен на минеральных почвенных коллоидах, на почвенных минералах. Это было подтверждено работами Т. А. Зубковой, А. А. Шинкарева, Д. Л. Пинского. При этом возникла еще одна проблема, решение которой очень актуально. И. С. Кауричев, А. И. Карпухин и другие выделили из почвы гумусовые вещества (по методу И. В. Тюрина). Разделили их на фракции по молекулярной массе. Потом одну фракцию внесли в безгумусовую почву. После нового извлечения гумусовых веществ из почвы оказалось, что внесенная фракция содержала как более крупные по молекулярной массе, так и более мелкие фракции. Иными словами, в почве происходила как деструкция, так и укрупнение молекул органических веществ. Коллега и ученик И. С. Кауричева А. Д. Фокин доказал, что происходит частичное обновление почвенного гумуса. Это положение было подтверждено анализом динамики гумуса в естественных экосистемах. Выяснилось, что содержание общего гумуса в верхнем слое почвы (0–5 см) колеблется около определенного уровня и эти колебания связаны с воздействием разного вида травянистых растений. Все эти работы говорят о том, что образование гумуса в почве тесно связано с минеральной частью. И именно минералы участвуют в дифференциации органического вещества. То, что исходные молекулы органических соединений распадаются на более мелкие фракции, это понятно, а как объяснить образование более крупных молекул? Микроорганизмами?

Анализ данных по ферментативной активности почв, проведенный Н. Л. Радюкиной и др., показал, что в почве нет свободно живущих в ней синтетаз (внеклеточ-

ных, иммобилизованных почвой). Возникла гипотеза, что синтез высокомолекулярных органических веществ происходит на почвенной минеральной матрице. А потом уже образовавшаяся органо-минеральная матрица обменивает часть составляющих ее органических блоков на новые. При этом минеральная часть почвы выступает как катализатор, способствующий полимеризации органических соединений, а сера, содержащаяся в почве в разной форме, может ограничивать полимеризацию органических радикалов. Попутно возник важный подход к почвенному веществу как содержащему гидрофильные и гидрофобные составляющие (Е. Милановский).

Обзор состояния нашего учения о составе почвенного гумуса показывает, что оно переживает серьезный кризис. Происходит смена ведущих идей и взглядов на почвенный гумус. Его рассматривают как смесь органических веществ, непостоянный и неустойчивый комплекс, наконец, как органо-минеральную матрицу, и это представление все больше привлекает внимание исследователей (Т. А. Зубкова).

#### **Почвенный поглощающий комплекс**

Очень подробно изучен почвенный поглощающий комплекс почв. Его исследования Н. П. Ремезов отсчитывал еще с произведения Лукреция «Поэма о вещах». Там Лукреций написал, что влага морская становится пресной, пройдя через почву. В своем учебнике «Почвоведение» П. А. Костычев приводит уже данные Уэя по поглощательной способности почв. Затем учение о поглощательной способности почв разрабатывали К. К. Гедройц, Г. Вигнер, Н. И. Горбунов, С. Маттсон и многие другие. Одна из важных генетических идей К. К. Гедройца – его взгляд на роль обменного натрия в формировании солонцов, водорода – в формировании солодей и подзолистых почв. Взгляды К. К. Гедройца подкреплены сейчас данными А. А. Роде о роли обменных катионов в формировании водных свойств почв. Работы И. И. Судницына, Г. В. Харитоновой, А. С. Манучарова показали, что обменный катион существенно изменяет основную гидрофизическую характеристику почв. Способность удерживать воду меняется в зависимости от катиона, насыщающего почвенный поглощающий комплекс.

К учению об обменных основаниях примыкает разработка по кислотности почв. В ней была показана роль обменного водорода, обменного алюминия в создании почвенной кислотности. А. В. Соколов изящно доказал наличие в почве обменного алюминия. Но, как показывает анализ, в почве алюминий образует несколько гидроксидов, роль которых достаточно разная. Мало того, часто лесные почвы содержат заметное количество обменного алюминия, в то время как аналогичные почвы, не занятые лесом, обменного алюминия почти не содержат. Опыты Т. А. Соколовой показали, что подкисление почв кислотой сдерживается ее буферной способностью, поэтому кислотность почв (их *pH*) – достаточно надежная характеристика почв. На основании теории кислотности почв была разработана теория известкования почв.

Одно время очень популярными в почвоведении были идеи Корню о роли коллоидов в образовании и функционировании почв. Сейчас появилась новая идея о роли коллоидных гелей в структуре почвенных растворов (Г. В. Добровольский, А. И. Поздняков, Г. Н. Федотов, Е. В. Шеин) и самих почв. До этого основные исследования устанавливали коэффициенты распределения обменных элементов в почвах, их селективность. Определяли емкость поглощения отдельных минералов. Выявляли роль минералов и почвенного комплекса в поглощении и нейтрализации пестицидов.

#### **Биологическое минералообразование**

Родившись в недрах геологии, почвоведение охотно использует основные идеи этой науки. Уже первым почвоведом было ясно, что минералогический состав почв будет отличаться от состава исходных материнских горных пород. К. Д. Глинка высказал предположение, что в почвах должны содержаться метастабильные минералы, измененные минералы. С тех пор создано направление о биологическом минералообразовании в почвах (гетит, опал фитоцитов, слоистые минералы с органической матрицей, вновь образованные минералы типа хлорита). Этими вопросами активно занимались Г. А. Кринари, Т. А. Соколова, В. Ф. Бабанин. В этом направлении очень важны работы Г. А. Кринари, который по структуре минерала может определить

температуру его образования, то есть может ли он образоваться в почве. В. Ф. Бабанин со своими учениками высказали мысль, что часть ортштейнов, содержащих гетит, формируется под влиянием микроорганизмов. Ле Борн и В. Ф. Бабанин ввели в практику почвоведения исследования магнитных свойств почв, показав их зависимость от почвенных условий (водного режима, восстановительно-окислительных условий, пожаров и пр.). Б. П. Градусов показал, что в почвах минералы приобретают новые свойства под влиянием изоморфных замещений, но в целом минералогический состав остается постоянным. Однако, как считает Н. П. Чижикова, при обработке почв их минералогический состав изменяется, а при орошении – очень сильно.

#### **Возраст почв**

Фитолиты в настоящее время стали надежным союзником почвоведов, наряду со спорами и пыльцой они позволяют раскрывать историю почвенного профиля (Бобров, Гольева).

Установление возраста почвы (горизонта) заставило пересмотреть наши представления о скорости почвообразования. Этому способствовали также работы по рекультивации отвалов горных пород (А. П. Травлеев, Н. Т. Масюк, В. Н. Гуртовая, С. С. Трофимов и др.). Было установлено (Пономаренко), что естественным путем на отвалах образуются мелкогумусированные почвы, в которых горизонт А1 достигает 5-7 см. При этом создание профиля почвы происходит за 30–50 лет. Мало того, было установлено, что лесное почвообразование отличается от нелесного тем, что в первую очередь в лесу около дерева объем почвы образует тессеру, где свойства почвы (*pH*, содержание гумуса, мощность верхних горизонтов) заметно изменяются при удалении от дерева. При отмирании эдификатора (дерева) возникает новое расположение деревьев и система новых тессер.

#### **«Многозначность» свойств почвы**

Эти наблюдения подтвердили идеи Л. Г. Раменского, что, во-первых, почва характеризуется множеством профилей и они не всегда совпадают с морфологическим профилем. Во-вторых, почва наследует свойства материнской горной породы, признаки, созданные предыдущими экосистемами, и в ней формируются новые признаки под воздействием современного фитоценоза. Он выделял ценогенетические, палингенетические и литогенетические свойства почв. Они связаны с современным биогеоценозом, с бывшими на этом месте предшествующими биогеоценозами и почвообразующей породой. Эта «многозначность» свойств почв И. А. Соколовым и В. О. Таргульяном была обозначена как почва-память и почва-момент.

#### **Физика почв**

Если химики почв в течение всего XX века оставались в плену методов и идей XIX века, то физики почв сделали большой шаг вперед в понимании роли физических свойств в развитии почв. Первым обратил внимание на физические свойства почв М. Вольни. Он выпустил многотомное исследование физических свойств почв. У него стажировался после окончания Петровской академии В. Р. Вильямс. Именно от Вольни он приобрел уверенность, что физические свойства почвы, в частности, или в особенности, ее структура, в большей степени определяют урожай, чем наличие питательных веществ. Именно после пребывания у Вольни Вильямс обратил внимание на агрегированность почв, и свое кредо выразил в афоризме: культурная почва – это структурная почва.

В 1930-е годы почвенная структура стала объектом самого пристального внимания почвоведов и земледельцев. Была показана агрономическая ценность зернистой структуры почв. Выявлена роль агрегатов в питании растений. В работах школы Н. А. Качинского в последующие годы было изучено микростроение почв в шлифах (А. И. Мосолова, М. Н. Польский, Е. Б. Скворцова), состав элементарных почвенных частиц. Однако само формирование разных структур осталось неразработанным. Причины формирования разных почвенных структур до сих пор не установлены. Пока имеется лишь одна теория структурообразования: теория припоа А. Ф. Иоффе – Д. Талмуда. Они предположили, что небольшое количество активных веществ может привести к агрегированию почв. Эта теория приблизила нас к созданию агрегатов в

почвах (при внесении небольших доз производных акриловой кислоты). Но она до сих пор не подтверждена (но и не опровергнута) и не объясняет образования разных по форме и размерам агрегатов.

Однако водные свойства почв сейчас исследованы с большой полнотой. Изучен режим влажности большинства, если не всех, почв мира. Установлено изменение активности воды (ее потенциала) при уменьшении ее содержания в почве (кривая зависимости влажности и потенциала почвенной влаги, ОГХ). Еще в 1950-е годы В. В. Геммерлинг на лекциях по почвоведению давал определение максимальной гигроскопической влажности как количества воды, которое поглощает почва из атмосферы, близкой к 100%-ной относительной влажности. Оказалось, что этот тезис был неверен в теоретическом отношении. Максимальное количество гигроскопической воды обычно определяли при относительной влажности 96–98 %. А при относительной влажности воздуха 100 % почва насыщалась до наименьшей влагоемкости и даже почти до полной влагоемкости.

Физики почв установили изменение потенциала почвенной воды в почвах. Они выявили влажность завядания в почвах для разных растений.

Были установлены закономерности передвижения воды в почвах.

Были сделаны попытки найти связь между молекулярными процессами в почвах и их физическими свойствами, такими как пластичность, влагоемкость, агрегированность, прочность агрегатов. Все это означало зарождение нового направления – молекулярного почвоведения. К нему относят также нанотехнологии (Д. Спарк, Спозито). Это направление призвано раскрыть сущность почвообразующих процессов. Действительно, установление характера поведения молекул разных веществ, составляющих почву, позволит нам решить вопросы генезиса этих почв.

В частности, привлекает внимание такая проблема, как плотность воды в почве. М. В. Чапек, а за ним Н. А. Качинский, Респондек и другие считали, что максимальная гигроскопическая вода имеет другие свойства, в том числе плотность. Последнюю считали равной 1,5 г/см<sup>3</sup>. Однако работа П. Олодовского показала, что плотность воды не больше 1,19. Возможно, что и эта цифра – артефакт, результат изменения объема всей системы п о ч в а – в о д а . Но этот факт обращает внимание на важность изменения объема твердой фазы почвы при увлажнении и высушивании. А отсюда следует, что кутаны в горизонте В подзолистых почв могут быть следствием набухания, а не переноса ила. Известно, что кутаны в подзолистых почвах образуются только в горизонте В, обычно тяжелого гранулометрического состава. Мало того, именно кутаны позволяют почвенной массе раскалываться на призматические агрегаты, грани которых одеты кутанами. То есть раскол идет по кутане. А это значит, что данный блок почвы при высыхании растрескался на более мелкие блоки. После увлажнения блоки набухли и образовывались кутаны давления. Возможен также механизм отстоя в порах воды с более длительным нахождением во взвеси илистой фракции. Одно из возражений против переноса ила и образования кутан заключается в том, что валовой состав кутан промежуточен между составом ила и почвы. Если бы частицы переносились, а в первую очередь это должны быть самые тонкие частицы, то их валовой состав должен был быть схожим с илом и даже еще более обедненным кремнеземом.

#### **Компартментация в почве**

Молекулярный подход позволяет использовать идею, широко обсуждаемую в биологии, компартментализацию (компартментацию) почвы как природного тела. В почве должны образовываться отдельные «купе» для реакций разных веществ. Это проявляется в новообразованиях (ортштейнах, белоглазке, кристаллах гипса). О существовании компартментации свидетельствует существование разных по силе и активности центров на почвенной матрице. Сама матрица может рассматриваться как мембрана. Именно через нее взаимодействует растение и почва. Компартментация также связана с гелевой структурой почвенных растворов. Гель создает компартменты в почвенном коллоидном растворе (в «студне», по терминологии Г. Н. Федотова).

### **Кто управляет почвой?**

Еще одна важная мысль, отражающая современный системный подход к природным явлениям, вопрос об управлении почвенными процессами, почвенными реакциями. Эту проблему поставил А. И. Морозов, и она требует решения. Если рассматривать почву как систему горизонтов, как подсистему в экосистеме, то возникает вопрос, как управляется эта система, как запускается механизм разных реакций и что образуется в результате этих реакций. Механизм часто теоретически известен, но практическое определение, даже солей, опирается на моделирование их состава.

Компартменты, очевидно, заряжены, но имеют разные заряды. В результате для каждого горизонта характерен свой естественный заряд, и электрический потенциал между ними можно измерить.

Очевидно, роль естественного электрического поля почвы в поддержании стабильности системы, в том числе стабильности почвенных горизонтов, достаточно велика (Поздняков).

А. И. Морозов считает, что почвой управляют грибы. Но это, скорее, следует понимать так, что грибы управляют всей экосистемой. Собственно почвой управляет концентрация разных веществ в растворе, их взаимодействие с твердой фазой, наличие компартментов и поддержание их существования. Очевидно, внутри почвы постоянно передается от фазы к фазе информация, включающая почвенные процессы, их механизмы. Повышение концентрации  $CO_2$  в почвенном воздухе может вызвать растворение карбонатов. Потребление микроорганизмом органического вещества матрицы приведет к появлению восстанавливающего гумусное состояние почвы (ее матрицы) блока органических соединений. Возможно, что именно микроорганизмы управляют всеми почвенными процессами (прямо или косвенно). Потребляя органическое вещество, они посылают информацию, что «место освобождено». Изменяя концентрацию раствора около матрицы, они посылают информацию о создании градиента концентрации. В изменении концентрации важную роль играют сами растения, но роль живущих на них или рядом с ними микроорганизмов уже сейчас значительно расширена, по представлению современных микробиологов (Заварзин, Звягинцев, Добровольская).

Управление почвой как системой переключается с учением об экологических функциях почвы (Добровольский, Никитин). Экологическая функция включается после соответствующего сигнала, то есть после поступления информации о необходимости включения этой функции.

### **О классификации почв**

Прошедший XVIII Международный конгресс почвоведов показал, что основная тенденция современного почвоведения – объединить усилия мирового сообщества по изучению почв и популяризации результатов почвенного исследования. На конгрессе даже рекомендовали создать международный «штаб» для координации не столько исследований, сколько обобщений результатов векового исследования почв мира. Но для обобщения необходимы унификация терминов, классификаций, методик исследования (выявление корреляции между разными методами). Классификации – это язык науки. Если он один, то все участники общения понимают друг друга. Если же классификации-языки разные, то необходим переводчик.

В настоящее время в российском почвоведении используются две национальные почвенные классификации и национальная классификация почв по гранулометрическому составу. В то же время мир склоняется к Американской классификации и классификации Мировой базы данных (она преемница классификации ФАО).

Почвенным институтом в конце прошлого и в начале этого века была выпущена новая классификация почв. Она имеет определенные достоинства. Во-первых, выделены пахотные почвы и создана их классификация. Включены в классификацию эродированные почвы. Авторы создали очень интересную систему классификации. Но, на мой взгляд, значение этой классификации ограничивается тем, что применение ее не имеет никакого смысла. Или мы присоединяемся к мировому сообществу и принимаем мировую классификацию, или мы остаемся верными своей самобытности,

тогда просто не имеет смысла менять классификацию 1977 года, поскольку на ней основываются все почвенно-мелиоративные материалы СНГ.

Китай пошел по другому, мне кажется, очень правильному пути. Он для внутренних нужд оставил старую классификацию, но параллельно принял и приспособил для своих почв международную классификацию.

Мне кажется, что непринятие американской и международной классификаций основывается на фобии времен холодной войны и борьбы с космополитизмом и поклоном перед иностранщиной. Когда вышло 7-е Приближение, то в нашей печати появилась серия статей с разными обвинениями в адрес этой классификации, в том числе в отступлении от докучаевского почвоведения. Но критики просто не заметили, что американцы выделяли те же докучаевские типы почв, на том же профильном принципе, что и мы. Просто они разработали удобную систему названий, используя их созвучие старым принятым названиям. Теперь же, когда эта классификация используется во всех журналах, нам все равно придется при международных публикациях использовать американскую или международную классификацию. Поэтому целесообразно применить эту классификацию к нашим почвам и построить новое удобное здание классификации в соответствии с международными правилами.

То же самое относится к классификации почв по гранулометрическому составу. Она заметно отличается от международной. Отличается и классификация первичных частиц по их диаметру. Мы опять идем своим путем и даже не пытаемся согласовать эту классификацию с международной. Весь мир пользуется треугольником Тугуда, лишь мы по-прежнему используем классификацию Н. А. Качинского, при этом в публикациях Почвенного института она несколько изменена.

Словом, мне кажется, что изданная классификация делает честь уму и эрудиции авторов, но она в принципе не нужна. Или мы переходим на международные классификации, или мы остаемся в позе не понятых миром ученых. Последнее – нежелательно. Как правило, классификации создаются по внешним признакам явлений. Лишь потом они насыщаются данными о внутренних имманентных свойствах этих тел и явлений. К одной и той же цели могут привести самые разные классификации, и в зависимости от цели классификации могут предлагаться разные схемы систематики классифицируемых явлений. В почвоведении частные классификации находят применение в земледелии, эрозиоведении, лесной типологии и т.д. Для создателя классификаций эта работа, безусловно, полезна, позволяющая понять и охватить все многообразие явлений. Но если уже есть международная классификация, то имеет ли смысл создавать очередную национальную оригинальную классификацию, которую заведомо не будут использовать нигде, кроме как в авторском коллективе. Возможно, в этом случае даже базовая классификация – скорее отвлечение интеллектуальных сил от насущных проблем, чем их решение. Новая же рабочая классификация, построенная на старых принципах, при наличии новых классификаций, построенных уже на обобщенных названиях, напоминает игру в биссер, занятие, позволяющее по новому взглянуть на ряд почв, но не решающих проблему общего научного языка.

Таким образом, можно предложить следующую эволюцию идей в почвоведении.

*1. Почва – функция пяти факторов.*

Отсюда родились все идеи зональности, районирования, структуры почвенного покрова, связи между свойствами почв и факторами почвообразования. Различие почвенных профилей.

*2. Почва – зона распространения корней растений, создающих определенную структуру и определяющая урожай растений* (тело, обладающее плодородием). Одно из современных продолжений этой идеи – ГИС-технологии.

Эта идея воплотилась в агрохимическом подходе к почвам, агрофизических оценках почв, мелиоративном почвоведении.

*3. Почвенные процессы, их иерархия, механизмы.*

Представления о процессах связывают с генезисом почв, но пока для большинства почв генезис остается гипотезой. Современное состояние учения о почвенных процессах представляет собой скорее логическое, чем реальное отражение действительности.

4. К учению о почвенных процессах примыкает *теория эволюции почв*. Она восходит к С. И. Коржинскому, В. В. Геммерлингу, П. С. Коссовичу.

В настоящее время получено много данных о скорости изменения почв, о характере ландшафтов в разные исторические периоды. Эти достижения обязаны содружеству почвоведов с палеогеографами, археологами, ботаниками. Включение в почвенные исследования спорово-пыльцевого анализа, фитолитов, возраста почв позволяет получить ответы на вопросы о скорости и характере почвообразования в разных природных условиях.

5. *Молекулярное почвоведение, роль молекулярных процессов в формировании почв и их свойств*.

Эти работы были начаты Уэем, Гедройцем, Глинкой, продолжены множеством ученых из разных стран, но они замыкаются на частных механизмах взаимодействия растворов и твердых фаз почв. В настоящее время эти идеи находят свое продолжение в теории матричной и кластерной организации почв, в представлениях о гелевой структуре почвенного раствора, в нанотехнологиях исследования почв.

6. Основной идеей современного почвоведения можно считать положение, что *педосфера образует одну из геосферных оболочек, которая замыкает на себя биосферу, создавая экологические условия для существования живых организмов*.

Почва – хранилище генофонда планеты. Поэтому так привлекает вопрос о роли почвы в эволюции биоты. Его в свое время поставил Н. Г. Холодный, В. Р. Вильямс, сегодня наибольшие достижения в этом направлении у Г. А. Заварзина. Одна из частных проблем, связанная с происхождением жизни, наличие в почвах *L*- и *D*-форм аминокислот. Актуальным направлением можно также считать биологию почв, в особенности микробиологию.

Увеличивается заселенность почв патогенными микроорганизмами. И это направление необходимо детально разрабатывать: выявлять условия, при которых патогенные микроорганизмы накапливаются в почвах.

Только начинает развиваться почвенная вирусология. Но последние атаки вирусов на человека и животных заставляют более внимательно отнестись к проблеме нахождения вирусов в почвах. Уже имеются данные (*K. E. Williamson, M. Radosevich, K. E. Wottnack*), что в почвах содержится  $10^9$ – $10^8$  вирусов, при этом в лесных почвах их больше на порядок, чем в пахотных.

Возможно, что уничтожение естественных экосистем и их отдельных компонентов приводит к передаче вирусом хозяина, которым в первую очередь могут стать человек и домашние животные (и растения).

В заключение следует остановиться на отставании у почвоведов в использовании новейших методов и приборов для анализа почв и реализации проектов. Очевидно, необходимо при преподавании большее внимание уделять самым современным методам исследования. Необходимо обеспечить знакомство студентов с самыми современными приборами и методами исследования, которые уже используют химики, физики, биологи и геологи.

*Надійшла до редколегії 06.09.06*