

Докучаевское Общество Почвоведов
Московский Государственный Университет
Институт Географии Российской Академии Наук

**ВОЗМОЖНОСТИ
СОВРЕМЕННЫХ И БУДУЩИХ
ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
В ПОЧВОВЕДЕНИИ**

Перевод с английского М.И. Герасимовой

Научный редактор перевода В.О. Таргульян

Москва
ГЕОС
2000

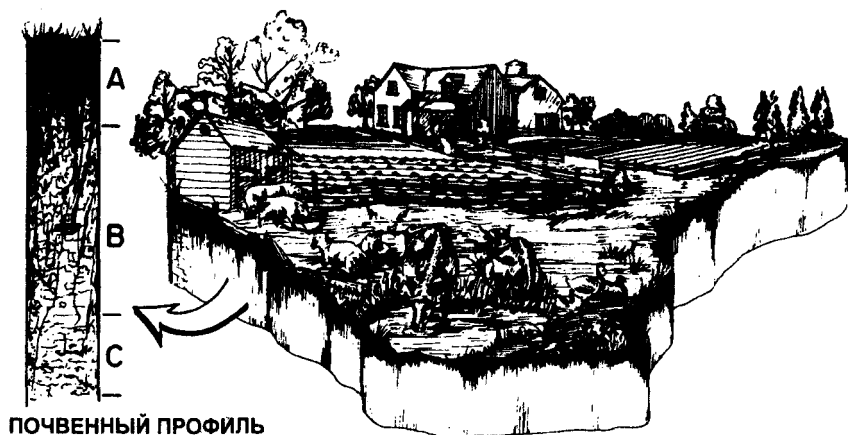
Глава 1

НАУКА О ПОЧВЕ

Что такое почва?

Почва - биологически активная, структурная, пористая среда, сформировавшаяся на дневной поверхности суши нашей планеты. Она обеспечивает устойчивое существование всего живого; она образовалась и продолжает развиваться благодаря выветриванию, протекающему под воздействием биологических, климатических, геологических и топографических факторов. Почвы сильно различаются своими свойствами как от места к месту, так и во времени в связи с различиями в перечисленных факторах. Например, даже такое простое свойство почвы, как ее мощность, может изменяться от нескольких сантиметров до многих метров в зависимости от интенсивности и продолжительности выветривания, чередования периодов денудации и осадконакопления, от характера эволюции ландшафта. Однако, варьирование свойств почвы никак не мешает существованию важнейшей и уникальной черты почвы, отличающей почву от геологического субстрата и содержащей в себе критерии для ее классификации: наличие закономерной вертикальной последовательности *слоев*, созданных совместной работой просачивающейся воды и живых организмов.

Слои в почве называются *горизонтами*, а вся вертикальная последовательность горизонтов образует *почвенный профиль*. Почвенные гори-



зонты обычно описываются в терминах свойств, которые отражают результаты почвообразования и отличают почвы от связанных с ними геологических тел. Непосредственно под дневной поверхностью (исключая растительную подстилку) залегает *горизонт А* - выветрелый слой, в котором заметна аккумуляция гумуса (разложившегося темного органического вещества) и микробной массы. Все это перемешано и тесно связано с мелкими зернами минералов, таким образом, что образуются агрегатные структуры. Ниже может быть обнаружен *горизонт В*, в зрелых почвах он выделяется аккумуляцией глины (твердых частичек с диаметром меньше двух тысячных миллиметра).

Аккумуляция глины происходит или за счет отложения частиц из просачивающихся сверху суспензий, или за счет осаждения растворимых продуктов выветривания. Глина определяет сложную "архитектуру" горизонта В зрелых почв благодаря разнообразию образуемых с ее участием структур (блоков, столбов, призм), по которым можно судить о связях между тонкими частицами, сложившихся в ходе эволюции почвы. Под горизонтами А и В залегает *горизонт С* - зона почти полного отсутствия гумусовых аккумуляций и почвенных структур, т.е. в горизонте С отсутствуют черты горизонтов А и В; обычно он бывает представлен рыхлыми породами, которые могут быть как слабо- так и сильно выветрелыми; как правило, он служит тем исходным материалом, из которого сформировались горизонты А и В. Плотная порода (*горизонт R*) встречается на разных глубинах под горизонтами А, В и С.



1 - Минералы оксидов железа (о) обрамляют микропору (р), в которой когда-то был корешок (г)

Почву можно считать зоной раздела и взаимодействия (интерфейсом) между атмосферой и каменной оболочкой Земли (*литосферой*) и, как любой интерфейс (приливная полоса или опушка леса), почва отличается высокой степенью концентрации и разнообразия биологических видов по сравнению с внутренними частями обеих граничных сред. Наземные растения и животные полностью освоили эту зону взаимодействия. Мы представляем себе растения по их наземным частям, забывая о том, что лишь очень немногие из них могут жить без корней в почве.

Почва - динамичная открытая среда обитания, обеспечивающая растения механической опорой, водой, питательными веществами и воздухом для их роста. В почве существует также огромный мир микроорганизмов (например, бактерии и грибы), осуществляющих круговорот хи-

мических элементов, включая и микроорганизмы, которые могут быть опасны для здоровья человека. Проблема идентификации всех почвенных микроорганизмов и оценка их функций в круговоротах химических элементов далеко не решена. В почвах еще предстоит открыть немало представителей микромира, которые могут оказаться полезными для человечества, как это произошло, например, с микроорганизмами, вырабатывающими антибиотики, открытыми Селманом Ваксманом. Напомним, что появление антибиотиков называют революцией в медицине.

Но почва - не только пористая среда, на или в которой развиваются живые организмы. На почвах строят дороги и здания, почва служит хранилищем жидких и твердых продуктов промышленного производства. Почвы являются важным источником возобновляемых природных ресурсов, они концентрируют и рассеивают солнечную энергию, необходимую для создания биомассы. Они являются "живым" фильтром, они очищают нашу воду и наши отходы.

Люди долго собирали разные сведения о почвах. Наши предки, жившие за счет естественной растительности, были вынуждены интересоваться почвами. Появление и развитие сельского хозяйства и постоянных поселений тысячелетия назад сопровождалось ростом интереса к почвам и возможностям их использования. С наступлением промышленной революции усилились нагрузки на почву как на источник сырья для промышленности и торговли, что привело к интенсификации её использования, вплоть до ее истощения. С развитием научных методов возникли и новые перспективы использования почв. В науке о почве, ставшей к этому времени самостоятельной наукой, начались систематические поиски "субстанции", содержащейся в почве, которая таинственным образом способствует росту растений. Первые робкие вопросы на эту тему переросли в целый комплекс исследований почвы как сложной и динамичной биогеохимической системы, обеспечивающей существование наземной растительности и множества населяющих почву живых организмов. По мере углубления исследований стало приходить осознание почвы как хрупкой поверхностной пленки Земли, предоставляющей человечеству альтернативу голодной смерти или выживания.

Что такое фундаментальное почвоведение?

Наука о почве, как фундаментальная, так и прикладная, изучает процессы, определяющие качество и распределение на земной поверхности почвенных ресурсов в связи с формами рельефа, геохимическими обстановками и местообитаниями организмов. Эти процессы, протекают уже очень долго и зависят от геологического субстрата, климата, растительности, положения почвы в ландшафте. Почвенный покров представляет собой поверхность (зону) взаимодействия с ландшафтом, занимая в нем ряд ключевых позиций; так, процессы, трансформирующие

автономные ландшафты (повышенных элементов рельефа), влияют на почвенные процессы в подчиненных ландшафтах (соседних понижений). Фундаментальные почвенные исследования включают поэтому определения основных потоков вещества и энергии - движущих сил временной и пространственной динамики почв как трехмерных взаимодействующих систем.

Почвоведы изучают как влияние природной среды на развитие почв в масштабе планеты, так и роль почвы как уникальной среды существования многих форм жизни. Однако со временем все больше расширяется круг вопросов к почвоведом и усложняются сами вопросы. Почвоведы смогли научить общество, как следует использовать почву для определенных практических целей. Вместе с тем, следует еще и представлять себе, как при этом непрерывно увеличивать продуктивность почв и минимизировать загрязнение окружающей среды. Широкую общественность интересуют и беспокоят вопросы о почве - хранилище любых отходов, факторе формирования качества воды, важнейшем элементе локальных и глобальных биогеохимических циклов.

Все новые более сложные и разнообразные запросы общества к почвоведению подчеркивают исключительную важность почвенных ресурсов в современном мире. Рост социальных заказов, а также безусловные успехи, которых уже достигло *прикладное* почвоведение в обеспечении человека пищей, продукцией кормовых и технических культур, создали впечатление о том, что теоретическое почвоведение возникает обычно как побочный продукт по ходу (или после) прикладных исследований в области сельского хозяйства, строительства и охраны окружающей среды. Вследствие такой истории развития, в почвоведении сложилась проблемно-ориентированная традиция, в которой доминирует стремление решать частные специальные кризисные проблемы, которые возникают в сфере приложения почвоведения к земледелию, орошению, контролю качества воды и здоровья населения. Вместе с тем, сложность практических задач требует теперь более общего взгляда на науку о почве, чем это было вызвано только практическими потребностями. Инфраструктура, созданная для базовых исследований, ориентированная на решение возникающих почвенных *загадок*, должна развиваться и далее, приобретая собственную индивидуальность и способствуя выработке собственной программы изучения природных явлений. Подобная инфраструктура, включающая программы финансовой поддержки научных исследований и образования, должна развиваться параллельно известным инфраструктурам в науках о Земле и в биологии (напр., океанологии и ботанике). Имея такую организационную систему, фундаментальное почвоведение будет в состоянии обеспечить базовой методологией долгосрочные программы в области современного сельского хозяйства, коммерции и контроля за качеством окружающей среды во всем, что находится в сфере его интересов и возможностей.

Границы между разными фундаментальными науками далеко не всегда строго определены. Фундаментальное исследование почвы включает ее изучение в рамках одной экосистемы во взаимодействии с ней, а также как самостоятельный объект в экосистемах более высокого иерархического уровня (см. гл. 3), и потому по самой своей природе не может не быть междисциплинарным. Положение почвы в зоне взаимодействия литосферы и атмосферы на протяжении жизни нашей планеты заставляет почвоведов обращаться к смежным наукам в поисках ответов на свои вопросы и для выработки адекватных оценок ситуаций. Почвоведы пользуются принципами "чистой" физики или "чистой" биологии, постоянно помня о комплексности своего объекта. Фундаментальное почвоведение, в свою очередь, стимулирует разработки в "чистых" науках, заставляя их обращаться к таким проблемам, которые сами по себе

в этих науках, с их ориентированностью на свои собственные сферы приложения, и не возникли бы. Ведь многие физические, биологические и химические явления, никогда ранее не изучавшиеся в лабораторных экспериментах, существуют в почвах.

Следовательно, почвоведу необходимо знать многое из познавательных "чистых" наук - геологии, химии и физики, как и из их отдельных разделов, например, биохимии, динамики жидкостей, геохимии, гидрологии, метеорологии, микробиологии, физиологии растений и химии процессов на поверхностях. На другом конце иерархической лестницы знания почвоведу приходится приобщаться к быстро развивающимся интегральным наукам - экологии и системе наук о Земле, т.к. ученые и широкая общественность все больше интересуются обостряющимися региональными и глобальными проблемами окружающей среды.

Что исследует фундаментальное почвоведение

Почвоведы, занимающиеся фундаментальными исследованиями, используют свой опыт, приобретенный в разных сферах "чистой науки", для систематизации, моделирования и количественных оценок разнообразия почв и их поведения. Стимулом научного поиска оказывается не просто установление характера зависимостей между свойствами почв, но и обстоятельные ответы на многие "почему?" в отношении этих зависимостей, не только описание различных типов временной и пространственной изменчивости почв, но и поиск главных ее причин. Такой тип исследований по разгадыванию загадок природы отличается широтой подхода, применением современной технологии и системы изящных, взаимосвязанных фундаментальных концепций и методов исследования с прогрессивно нарастающей разрешающей способностью. Фундаментальное почвоведение является одновременно полевой и лабораторной наукой, поскольку почва в природе трехмерна и континуальна, динамична во времени и анизотропна в пространстве, и радиально, и латерально. Поэтому перенесение результатов, полученных в лаборатории или на моделях, на такое сложную трехмерную природную систему, как почва является стимулирующим и увлекательным вызовом и проблемой для почвоведения. Проблемность и фундаментальность почвоведения заключается еще и в том, что оно междисциплинарно и заставляет интегрировать результаты разных наук в стремлении создать более логичную концепцию природных систем Земли и их функционирования. На самом деле, наука о почве развилась как синтезирующая наука, как *интегральный* подход к анализу биологических, химических

и физических свойств самого верхнего выветрелого слоя земной коры и заселяющей его биоты. Приверженцы фундаментального почвоведения ("разгадчики загадок") природы, несут свой груз, движимые любознательностью в своем стремлении найти ответ на кажущийся простым вопрос, с которого началась эта глава: "Что такое почва?" Ответ на этот фундаментальный вопрос содержится в последующих главах, где описываются новые и изощренные пути его решения в природе и лаборатории.