

# АГРОЭКОЛОГИЯ

УДК 631.4

Е.Г. Пивоварова

## О СОСТОЯНИИ И ПЕРСПЕКТИВАХ РАЗВИТИЯ ПОЧВОВЕДЕНИЯ (по материалам 18 Всемирного конгресса почвоведов, Филадельфия)

Огромный поток научной информации (к примеру, на прошедшем конгрессе было представлено около 2700 докладов) не позволяет охватить все новые достижения даже в узкой области исследований. Это затрудняет решение встающих перед учеными проблем и своевременно реагировать на запросы общества. Поэтому любые попытки обобщить современное состояние науки и осветить наиболее актуальные проблемы с привлечением авторитетных ученых всего мирового сообщества к плодотворной дискуссии, несомненно, дают положительные результаты. Целью данной работы явилось обсуждение вопросов и проблем, поднятых в ходе 18 Всемирного конгресса почвоведов (Филадельфия, 2006 г.). Эти проблемы были сформулированы и обобщены в книге «Будущее почвоведения», вышедшей к открытию конгресса [1]. В ней свои взгляды на достижения и современные задачи почвоведения сформулировали более 55 почвоведов из 28 стран: от Финляндии до Южной Африки, от Канады до Ганы, Малайзии и Китая. Конечно, взгляды разные – как в подходах, так и в содержании. Некото-

рые подробно перечисляют возможности и действия, которые необходимо предпринять в ближайшем будущем. Другие оглядываются назад и экстраполируют развитие почвенных исследований на перспективу. Некоторые рассуждения касаются глобальных проблем, другие ученые думают строго в рамках своей дисциплины, лаборатории, университета, страны.

Большинство ученых (G. Kirk, Великобритания; D. Anderson, Канада; W. Blum, Австрия) отмечают **расширение границ исследований** в области почвоведения от молекулярного масштаба до ландшафтного. Это и молекулярные исследования в области генетики, физиологии, метаболизма, с одной стороны, и геоинформационные технологии с привлечением дистанционного управления – с другой. W. Blum (Австрия) усматривает в этом негативные черты. Благодаря развитию новых исследовательских концепций и использованию специального аналитического оборудования, разработанных другими науками (физики, физхимии и биохимии), почвоведение превратилось в очень специфическую область. Современное почво-

дение имеет дело со всеми аспектами выветривания поверхностных отложений земной коры, в различных масштабах: от макромасштаба (региональное почвенное картирование и почвенная таксономия) до очень малых почвенных частиц и их реакций в нано-масштабе. В связи с этим почвоведение разделилось на различные специальные области, что грозит потерей целостного, системного взгляда на почву. Таким образом, у почвоведения могут возникнуть проблемы в сохранении себя как области знания среди других естественных наук, т.е. в ответе на вопрос, что является специфической целью почвоведения. Например, почвоведению до сих пор требуется объяснить, почему существует несколько различных почвенных классификационных систем, но нет ни одной согласованной почвенной таксономии на всемирном уровне, а также определить однозначно почвенный тип или подтип. Это значит, что почвоведение не может определить свой собственный исследовательский объект на глобальном или (и) региональном уровне. Многие почвоведы или те, кто себя ими называют, не имеют базовых знаний о почвах и их функциях. Более того, очень узко специализируясь, они фокусируют свои исследования на отдельных почвенных характеристиках и процессах. Все вышесказанное позволяет прогнозировать большой качественный скачок в развитии почвоведения только при условии разработки количественной конструкции (модели), соединяющей эти направления воедино.

F. Vaveye (США) отрицательные моменты видит в том, что дисциплина «Почвоведение» дробится на части. Если эта тенденция будет продолжаться, химики, более обеспеченные аналитическим оборудованием, будут продолжать прилагать принципы химии к почвам и будут формировать свою точку зрения на основе собственной дисциплины. Они будут преимущественно повторять то, что некоторые почвоведы сделали десятилетия назад, применять к почвам теории, разработанные для более простых систем. Однако почвенные химики, физики и биологи получили обучение в форме урезанных курсов почвоведения, и сейчас выясняется, что почти все они остро нуждаются в инте-

гральном подходе и одновременно в экспертизе всех смежных фундаментальных дисциплин. Рано или поздно ученые непочвоведы, занимающиеся почвенными проблемами поверхностно, столкнутся с непреодолимым препятствием в своей работе и, возможно, также с осознанием необходимости системного подхода. Расширение почвоведения будет более значительным, чем в других науках. Для осуществления этого перехода почвоведение должно будет двигаться от своих частных, общенаучных позиций в прошлом, становясь наукой, которая объединяет все грани биофизики и человеческой окружающей среды, в которой она функционирует.

В то же время почвоведение не может работать в изоляции и должно быть частью междисциплинарных или междисциплинарных наук, а также само должно обогатить другие дисциплины. Y. Kalra (Канада) называет узкую специализацию разрывом нашей науки. Он считает, что возрастающая специализация негативно воздействует на наглядность почвоведения (создает видимость почвоведения), и это наблюдается во многих других науках (P. Vaveye, Pla Seitz).

Изучение почвы как природного тела началось с сельскохозяйственной науки, но его **будущее связано с экологическими науками** (J. Dumanski, Канада; O. Borggaard, Дания). Почва как живое тело и составная часть земных поверхностных экосистем является важным компонентом биосферы в обеспечении глобальных природоохранных (экологических) функций. Человеческая сверхэксплуатация природных ресурсов способствовала значительной деградации природных экосистем. Современные оценки показывают, что эта деградация будет продолжаться и, как следствие, увеличится в 3-6 раз к 2050 г., даже если общее население не достигнет ожидаемого уровня. Задача почвоведов – углубить свою науку и объединить усилия с природоохранными, социальными, экономическими и политическими специалистами, чтобы помочь решить эти множественные глобальные экологические проблемы.

Деградация экосистем служит доказательством потери главных ценных качеств, и сегодня этот процесс имеет

место в большей степени, чем это требуется для возрастающих интересов общества. Сегодня около 70% общей земной поверхности находится под различными формами человеческой интервенции. Доказательство того, как степень изменения использования земель повлияла на глобальные экосистемы и благосостояние человечества, проиллюстрировано в докладе UNEP «Тысячелетняя оценка экосистем» (2005):

- в последние 50 лет в пахотные угодья обращено больше земель, чем за 150 лет в период 1700-1850 гг.;

- потребность в пресной воде увеличилась вдвое (70% используется в сельском хозяйстве);

- потоки биологически доступных питательных веществ удвоились, а потоки фосфора утроились. Почти половина всех синтетических удобрений была использована в период с 1985 г.;

- атмосферная концентрация  $\text{CO}_2$  увеличилась на 32% с 1750 г. и приблизительно 60% этого количества – с 1959 г. Человеческие действия значительно повлияли на снижение численности представителей дикой природы и глобальное биоразнообразие.

До сих пор в почвоведении существует смещение взглядов на почву как средство для выращивания растений, а не собственно природное материальное тело, выполняющее определенные экологические функции (O. Borggaard, Дания). Тем не менее многие продукты могут регенерироваться без почв (например, в аквасистемах), и это может стать областью широких исследований в будущем.

Существует некоторая связь между взглядами отдельных ученых и местом их проживания. Почвоведы из Западной Европы или США подчеркивают необходимость интеграции почвоведения в область экологического учения и отделение почвенных проблем от проблем сельского хозяйства (P. Vavayе и др.). В то же время около дюжины из 55 авторов являются почвоведом, работающими в развивающихся странах, и большинство из них подчеркивают важность почвоведения в увеличении производства продуктов питания и его связь с сельским хозяйством.

В будущем останутся два главных направления. В странах с дефицитом пищи главной целью почвоведения будет почвенное плодородие в его самом широком смысле, до тех пор, пока этот дефицит существует (W. Blum, Австрия). К сожалению, эта угроза усиливается во многих странах Африки, Азии, северной и центральной Америки. Напротив, в странах с достаточными запасами пищи почвоведение будет направлено на цели природоохранные и культурные: такие, как защита пищевых цепочек от загрязнения, защита ресурса грунтовых вод, защита воздуха и человеческого здоровья, а также защита почв как культурного и природного наследия.

Многие ученые отмечают тот факт, что достижения в области почвоведения смещают *политические интересы* в сторону экологии, а проблема окружающей среды становится ведущим направлением в национальном и международном развитии (особенно в развитых странах). Повышение статуса почвы обусловлено тем, что она является защитным барьером в сохранении качества воды, воздуха и жизни на земле в целом (G. Kirk, Великобритания).

Чрезмерное потребление – показатель существующей цивилизации, и мы в ужасе от надвигающейся трагедии глобальных масштабов. Это созданное человеком обстоятельство особенно обостряется катастрофическими природными явлениями, которые не всегда являются причинами таковых (D. Arnold, США). Таким образом, цивилизации брошен вызов урегулировать требование развития человеческой цивилизации с толерантностью природы.

Как и во времена Мальтуса, вновь возникают дискуссии о перенаселении планеты и возможности экологических катастроф. Около 33% поверхности земли потенциально подвержено опустыниванию (это около 42 млн км<sup>2</sup>). К 2020 г., если не принять меры, численность населения в мире возрастет вдвое (H. Eswaran, США). Поскольку основная часть растущего населения размещается в Азии и Африке, эти регионы будут нести потери (почв) в большей степени. Со снижением способности этих стран обеспечить себя пищей продуктовая безопасность будет перерастать в глобальную проблему, ориентируя за-

падные страны на производство большего количества продуктов. Это может оказать сильное давление на земельные ресурсы включая дренажную сеть и дисбаланс питательных веществ в почвенных ресурсах стран-доноров. Эта ситуация может быть отягощена климатическими изменениями.

Существуют доказательства того, что гражданские волнения во многих странах, приводя к множественным конфликтам, тесно связаны с доступностью и качеством земельных ресурсов. Самые ранние предупреждающие индикаторы голода и коллапса экосистем могут помочь предотвратить некоторые из этих конфликтов. Большой масштаб опустынивания и уничтожение лесов в тропиках влияют на климат с дополнительным воздействием на качество воздуха. В странах с засушливым климатом, особенно в тех, которые зависят от животноводства, потери можно снизить разумным использованием пастбищ. Стабилизация сельскохозяйственных систем развивающихся стран возможна за счет правильно организованной политики использования почв и консервации почвенных и водных ресурсов. Это позволит снизить риск прогнозируемых природных бедствий.

За последние 10-15 лет в этом направлении сделано **несколько важных политических шагов**. Международные природоохранные соглашения служат платформой, в них сфокусированы меры по предотвращению деградации почвы в глобальном масштабе (J. Dumanski, Канада). Это объединенная национальная конвенция по борьбе с опустыниванием, образование национального союза по климатическим изменениям и его вспомогательный Киотский протокол, объединенный национальный форум по лесам, который специализируется на деградации земель и почвенном управлении. Другие сходные конвенции включают в себя международное соглашение по биологическому разнообразию, комплекс соглашений по национальным водным ресурсам и Рамсарский договор по болотным (переувлажненным) почвам. Конечно, эти международные соглашения не осуществляют непосредственных действий по почвенной консервации, но они обеспечивают приоритет тех проблем, которые должны быть

всесторонне интегрированы в глобальную природоохранную задачу.

Смягчение почвенной деградации и восстановление экосистем часто требует действия законодательства и экономических инициатив: таких, как создание правовой политики в отношении окружающей среды, более значительное использование экономических инструментов (торговля углеродом по Киотскому протоколу, оплата экосистемных служб, сертификация промышленных и сельскохозяйственных проектов, объединение нерыночных экосистемных показателей в статью капиталовложений).

Однако конечная резолюция требует нацеленности технологических инноваций в почвоведении не только на улучшение здоровья почвы, но и на **обеспечение экономической выгоды**. Это особенно актуально в развивающихся странах, где из-за экономических трудностей политическое решение экологических проблем затруднено. Поэтому в развивающихся странах необходимо содействовать улучшению планирования, привлекая средства, имеющиеся в распоряжении развитых стран, поскольку ущерб, наносимый окружающей среде, не имеет границ и расширяет масштабы от локальных до глобальных.

В качестве способов решения этих проблем предлагается ряд низко затратных способов, приемлемых в странах с низкокэффеkтивной экономикой. В развивающихся странах сточные воды и индустриальные отбросы часто поступают в водные артерии, влияя на окружающую среду и здоровье. Поскольку почвы часто неплодородны, использование имеющихся жидких отходов для орошения технических культур будет иметь двойную выгоду – увеличение продуктивности и уменьшение ущерба окружающей среде. Технологии для обезвреживания отходов отработаны в развитых странах, и применение их в развивающихся странах имеет огромные возможности (перспективы).

**Органические продукты** (экологически чистые, выращенные без применения синтетических удобрений) востребованы рынком, и поэтому органическое фермерство имеет спрос. Так, международные эксперты в Камбоджи доказывают, что пока местные фермеры традиционно не используют химические

удобрения и пестициды, их сельскохозяйственная продукция имеет определенную ценность на внешнем рынке. Однако встает вопрос: является ли практика применения органического фермерства экологически устойчивой на национальном уровне? Международные эксперты считают, что многие развитые страны накапливают питательные вещества через импорт сельскохозяйственной продукции, тогда как в развивающихся странах ресурсы питательных веществ истощаются. В результате этого практика органического фермерства не является устойчивой при любом разумном уровне производства в масштабах фермерства.

Интересную гипотезу об экономической эффективности использования земель высказал в своем докладе Л.О. Капачевский [2]. Проанализировав историю развития человечества, он пришел к выводу, что в различные исторические периоды центры цивилизации менялись, но всегда они находились на неплодородных почвах. Черноземы начали осваивать только в последние 2-3 столетия. По его мнению, это связано со сложностями поддержания устойчивого земледелия в этой зоне (сложность обработки, засухи). На почвах низкоплодородных, напротив, гораздо легче обеспечить экономическую эффективность земледелия. Возможно, это экосистемное свойство необходимо учитывать и в современных условиях.

Другой важный вопрос: должны ли почвоведы лоббировать субсидирование химических удобрений (устанавливая общие мировые цены) или осуждать развивающиеся страны, продолжающие получать низкие урожаи? К. Coughlan (Камбоджа) отмечает, что в Европе мочевины стоит 90 долларов, а в Малави, где фермеры меньше всего могут позволить себе это, – 700 долларов за тонну.

На конгрессе широко обсуждались вопросы **методологии почвенных исследований**. Отмечалось, что методы, развитые в химии и в биохимии, были успешно применены в почвоведении. Появились новые методы изучения твердой фазы почв, различные синхротроны, спектрографы для изучения органического вещества, но они находятся на начальных стадиях использования в почво-

ведении. Однако новые технологии или приборы будут приносить реальные плоды только в том случае, когда метод становится хорошо тестируемым и позволяет сравнивать схожие группы почв и условий.

Большинство природоохранных и экологических проблем является комплексным и нуждается в лабораторном анализе. Это требует развития новых аналитических методов и полевых экспериментов различного масштаба во времени и в пространстве (Н. Breuning-Madsen, Дания). Основные проблемы заключаются в том, как добиться адекватной экстраполяции результатов, полученных на модельных точечных объектах, на почвенные карты и объекты большего масштаба (водораздел, склон, ландшафт, административный объект). Необходим стандарт аналитических методов для того, чтобы межгосударственные показатели (параметры цифровых почвенных карт) были сопоставимы. Это необходимо для создания международной базы данных. Национальные базы почвенных данных существуют в некоторых странах, но они не согласованы. Почвоведы должны пересмотреть и согласовать перечень и методы определения хранящихся в базах данных. Какие аналитические почвенные данные выбрать для моделирования, какие данные перенести в тематические карты? Так, до сих пор в почвенных картах преимущественно сосредоточены химические показатели, в то время как физические почвенные свойства, несмотря на их важность, встречаются редко. Существующие тематические карты (картограммы рН, содержания гумуса, мощности) не отражают развития современных почвенных процессов.

**Коммуникационный язык** требует перевода знаний между теми, кто производит почвенные данные, и теми, кто их использует. По мнению Е. Dobos (Венгрия), почвенные данные необходимы и широко применяются непочвоводами, которые иногда используют их без полного понимания значения, источника, качества, их возможности (допустимости) и ограничений. Эта задача широкая и требует согласованной методологии и языка для различного масштаба почвенных описаний при цифровом поч-

венном и земельном картировании и информационных технологиях.

В последние полвека во всем мире накоплены почвенные данные различного масштаба детальности и точности. **Почвенная служба** имеет мощный фактор развития нашего почвенного знания, это помогает понять и классифицировать почвы и их функции в ландшафте. Многие из лучших почвоведов получили свои знания через почвенные службы. Однако многие компании почвенной службы были ликвидированы, а знания, представленные и полученные системой почвенной службы, постепенно исчезают. Нам необходимы почвенные службы для того, чтобы: 1) осмыслить наследие старых служб; 2) обобщить знания, представленные в почвенных картах и базах данных; 3) перевести эту информацию в формат, который требуется для пользователей современного общества.

В **области моделирования** продуктивности почв, их свойств и почвенных процессов опытные «модельеры» отмечают следующий факт: большинство моделей основано на эмпирических закономерностях между параметрами. Известные прогнозные модели продуктивности культур имеют очень детальные модули для физиологии растений, но в них очень упрощен почвенный компонент, что создает эффект «опрокинутой корзины» (E. Dobos, Венгрия). Зачастую статистические связи не являются причиной или фактором того действия (объекта или процесса), которое они отражают. Кроме того, они плохо раскрывают нелинейные зависимости и процессы с обратными связями, которые являются общей чертой природных экосистем (G. Kirk, Великобритания). Поэтому в перспективном будущем для решения проблем различного масштаба требуются почвенные модели, основанные на механистическом понимании лежащих в их основе процессов и, по-возможности, независимых статистических данных.

J. Bouma (Нидерланды) обращает внимание на то, что мы до сих пор не можем определить **качество почвы**, которое является чувствительным элементом регулирования окружающей среды, в то время как качество воды и воздуха хорошо определены. Концепция качества почв принята более 10 лет назад. Однако мультифункциональность кон-

цепции имеет трудности в ее осуществлении (O. Borggaard, Дания). Необходимо стандартизировать качество почвы для оценки и мониторинга (W. Burghardt, Германия). Но возможно ли это? Например, в Испании херес самого высокого качества получают из винограда, выращенного на почвах самого низкого качества (мергелях). Интенсивное удобрение почв создает высокое качество среды для роста растений, но низкое качество для других ее функций, например, для качества воды. Более того, концепция основана на критериях, некоторые из которых контекстны или субъективны. Требуется развитие концепции, которая бы интегрировала и оперативно распознавала подобие разнообразных почвенных функций. Если это доказать невозможно, сообщество почвоведов должно пересмотреть определение качества почвы в отношении его научного смысла и объективного критерия.

Стабильность природных экосистем ассоциируется нами с их **устойчивостью**. Через взаимодействие внутренних процессов, реагирующих на внешние силы, достигается квазиравновесное состояние, которое по возможности периодически повторяется. Большинство созданных человеком условий окружающей среды нарушает баланс и функции природных экосистем, которые раньше поддерживали сами себя. Точный механизм взаимодействия «почва-растение» изучен только частично (J. Bouma, Нидерланды). Необходимо знать точные требования растений к почве. Эти знания нужны для обеспечения устойчивости экосистем, особенно там, где характер использования земель меняется.

Почвы являются слишком общими и настолько фундаментальными, что мы редко осознаем многие их атрибуты, которые испытываем в повседневной жизни (D. Arnold, США). А поскольку они являются комплексными системами, то обладают и общими свойствами, которые присущи для большинства систем, включая такие, как **сопротивляемость**, т.е. способность поддерживать текущие условия (свойства); **время (длительность) состояния** – способность запасать и освобождать соединения; **продуктивность** – способность для произрастания растений и формирования

урожая; **упругость** – противостояние разрушению (или восстановление после разрушения); **отзывчивость** (или реагирование, реактивность) – способность к внешнему улучшению качества; **гибкость** – многообразие использования свойств почв; **устойчивость** – свойство поддержания динамического равновесия между взаимодействиями.

Некоторые стоящие в отдалении темы – это способы устойчивого земледелия, интегральные индикаторы почвенной деградации, а также экологическая эффективность и экономически подходящие методы для почвенной защиты (J. Dumanski, Канада; F. Makeschin, Германия). Сельскохозяйственное производство (распашка, пастбища, лесоводство) представляет собой вторжение и существенно нарушает природные экосистемы. Регенеративная способность почв в природных условиях значительно ниже, чем этого требует современное общество. Когда почвы испытывают воздействие, превышающее пределы их упругости, они не способны вернуть форму продуктивного состояния. Без дополнительного внешнего вклада сельское хозяйство продолжает оставаться одним из основных активных воздействий. Разработка устойчивого сельскохозяйственного производства является базой для сбалансированных взаимоотношений между производством и системой управления.

Большинство почвенных **классификационных систем** основано в середине прошлого столетия и начало использоваться с 60-х годов XX в. на основе генетических принципов. Н. Breuning-Madsen (Дания) акцентирует внимание на том, что морфологический подход не дает удовлетворительных результатов на сильно преобразованных (антропогенных) почвах. Почвенная классификация сфокусирована на природных почвах (геоформах), но это не вполне корректно для старопашотных почв. Тем не менее почвенная служба распространяет свои рекомендации (почвенное управление) на некоторый ряд почвенных типов (серий), различая феноформы (J. Bouma, Нидерланды). Почвенная химия и физика таких почв не отражают в необходимой степени исходные почвенные процессы, которые способствовали образованию почвы и благодаря которым получили

свое название (WRB). В пахотных почвах некоторые профильные параметры не диагностируются или, наоборот, при коренных мелиорациях не отражают современных почвообразовательных процессов (например, глей на дренированных почвах или изменение качественного состава гумуса на известкованных почвах). В результате классификация почв и информация, полученная на основе их морфологического описания, могут ввести в заблуждение и снизить уровень информации. Кроме того, морфологическое описание и классификация в некоторой степени основаны на свойствах, которые являются субъективными. В связи с этим требуется осмысление и разработка методов процесс-ориентированной диагностики современных почвенных процессов и адаптации их к современным почвенным картам.

Модификации классификационных систем были сделаны во многих странах. Основываясь на экспериментах и расширенных знаниях, они смещались с генетического подхода к использованию количественных почвенных свойств как дифференцированного критерия (E. Dobos, Венгрия). Этот диагностический подход с параметрическими определениями передает лучше цифровую базу данных и служит их гармонизации (согласованности). Результаты глобальных изменений окружающей среды делают необходимым сбор и интерпретацию **глобальной почвенной информации** (E. Dobos, Венгрия). Обеспечение определенных почвенных данных для общества в информационном мире – это серьезный вызов и задача будущего почвоведения. Почвоведы призваны увеличить вклад в решение реальных проблем, позволяющих заставить науку и политику работать на развитие и регулирование жизни. В последнее десятилетие управление питательным режимом сельскохозяйственных растений или освоение земель являются хорошим примером в этом направлении (D. Anderson). Агроэкосистемы и другие управляемые экосистемы, исследование их воздействия на окружающую среду, энергетические потоки и динамика – все это необходимо не только лучше понять в отношении главной отдачи (урожая), но и оценить значение че-

повеческого вмешательства в природные экосистемы.

Проблемы в области **генетического почвоведения** сформулировал В. Торгульян (Россия). Наиболее широко распространенный подход в изучении почв основан на известной Докучаевско-Иеневской триаде: *фактор — процесс — показатели (свойства)*. Основная трудность эмпирического и теоретического использования этого подхода заключается во временной интерпретации его данных. Дело в том, что зачастую используются (берутся в расчет) существующие на нынешнем этапе факторы и процессы, которые воздействуют на почвообразование, и меньше внимания обращается на другие периоды почвообразования. Наша общепринятая почвенно-генетическая концепция для так называемых зональных почв является в основном моногенетической, тогда как мы понимаем, что реальная история большинства мировых почв является полигенетической. Понимание комплексности существующих и предшествующих эволюционных процессов в триаде *фактор — процесс — показатель* является очень важным для разумного управления почвами и их консервации. Мы также должны уметь построить процессориентированные прогнозы и сценарии почвенных систем в будущем под действием различных типов природных и антропогенных воздействий.

Количественное почвоведение, так называемая **педометрика**, является основой в современном развитии почвоведения (E. Dobos, Венгрия). Она нашла применение как в цифровых почвенно-картографических технологиях, так и в моделировании почвенных процессов и переменных. До настоящего времени наше понимание почвенных процессов представляло собой комплект качественных правил, которые (мы верим) были верными и объясняли природу и свойства почв в данных экологических условиях. Педометрики пытаются определить количественно эти законы и взаимосвязи, исследуя сами законы (правила), объяснить пространственную и временную вариабельность и изменения почвенных свойств, предсказать их тренды (направления) в будущем.

Расширение сферы исследований имеет место в **учении об антропо-**

**техногенных почвах** и о **почвенных отложениях** (антросоли, техносоли, черноземы, урбаноземы и т.д.). Во всех этих исследованиях основой является почвенно-генетическая процессориентированная парадигма, т.е. взаимосвязь факторов, процессов и показателей (свойств), которая дает нам возможность объяснять образование комплекса параметров, предсказывать возможное поведение этих параметров или изменение их в почвенном теле во времени (В. Торгульян, Россия). Другим новым исследовательским направлением генетического почвоведения является почвоведение земных поверхностно-выветрелых отложений и сапролитов, т.е. илестых отложений, которые тесно связаны с экологией, геологией, гидрологией и гидрогеологией, — так называемых критических зон ландшафта.

Возможно, самым молодым разделом генетического почвоведения является изучение **внеземных поверхностно-выветрелых отложений** на Луне, Марсе и Венере. Первые публикации о лунных почвах уже появились. Такие исследования могут помочь объяснить то, как различные планетарные поверхностно-выветрелые отложения (регозоли) трансформируются на месте отложения под влиянием различных жестких условий этих планет. Хотя почвообразование формально невозможно без биоты и воды, в этих объектах формируется вертикальная анизотропная последовательность горизонтов (или так называемые почвоподобные тела, *sifon*), регистрирующая воздействие жестких планетарных воздействий окружающей среды.

Также новая область почвенных исследований — **природные биотоксиканты** (O. Borggaard, Дания). Для защиты от бактерий, насекомых, животных и других живых организмов многие растения производят токсины (природные пестициды), которые могут быть высокотоксичными, канцерогенными или обладать другими вредным действием. Знания о поведении (связях, мобильности, устойчивости) этих соединений в почвах очень скудные и должны быть улучшены в отношении поиска путей защиты качества воды и пищи. Еще более ненадежными (обрывочными), но особенно важными являются знания о поведении в почвах



продуктов деградации этих природных токсинов (метаболитов) и многих синтетических пестицидов. Требуется разработка новых растительных сообществ, отвечающих тем изменениям, которые происходят в почве и которые могут противостоять природным токсинам в экосистемах, т.е. не адаптированы к этим токсинам и поэтому могут являться ксенобиотиками.

В современных условиях преобладают **прикладные исследования**, которые сфокусированы на «моментальных» результатах, поскольку финансируются частными структурами, индустрией. Проведение фундаментальных исследований становится уделом энтузиастов. В связи с опасностью такой ориентации науки в различных странах проблемами долговременных теоретических исследований должны заниматься федеральные структуры. Почвоведы по сути дела исследуют черный ящик со всеми теми компонентами, которые находятся в почве. Результаты будут более успешными и более информативными, если к дискуссии привлекать почвоведов-генетиков (D. Anderson, Канада), которые насыщают науку целым комплектом учений, прочными знаниями процессов внутри горизонта, педона, ландшафта и т.д.

В решении экологических проблем перед почвоведомы стоят важные задачи **популяризации и рекламы** почвенных знаний среди широких масс населения (D. Anderson, K. Coughen, H. Eswaran). Мы, почвоведы, должны лучше осуществлять связь нашей науки с другими науками. Люди должны знать и ценить почвы для того, чтобы сохранить землю и почвенную биоту. Почвоведы часто говорят на незнакомом для большинства людей языке, передергивая технические детали, используя свой собственный жаргон. В будущем почвоведы должны развивать направления вне технической образованности, делая почвы более интересными, более насущными для всех: для наших студентов, для большого учебного сообщества, для сообщества пограничных наук. Это очень трудная задача, но это вызов, который мы должны принять. С другой стороны, мы видим, что многие студенты выбирают курс почвоведения, приходя из других дисциплин (экономика, биология, токсиколо-

гия), поскольку им требуется определенное почвоведческое образование.

Среди высказываний видных ученых почвоведов прозвучали определенные опасения по поводу перекосов в осуществлении почвенных исследований (R. Coughlan, Камбоджа). Развивающиеся страны будут всегда лабораторией, в которой испытываются «хорошие идеи» ученых из развитых стран. Это, конечно, позитивно (хорошо) за исключением тех случаев, когда стратегии, которые могут работать в определенных ситуациях, применяются ко всем ситуациям сторонниками-энтузиастами. Любые новации нуждаются в строгом испытании, поскольку существует ряд непредсказуемых последствий для фермеров, если эта теория неверна. В некоторых работах обсуждаются вопросы **почвенной терминологии**, или так называемого явления приклеивания и переклеивания ярлыков (H. Lin, США; J.S. Samra, Индия). Эти процессы усиливают путаницу и непонимание в среде профессиональных ученых и по сути дела ничем не оправданы.

Alex McBratney (Австралия) ставит вопрос: может быть, время Jenpu сменилось? Сегодня большинство почвоведов следует определенной парадигме (образцу, или теории Докучаева-Иени). Однако если этот подход изжил себя (как считают сторонники энергетического подхода), то вопрос, поставленный Bratney, действительно актуален и, несомненно, бросает вызов. Вопрос в том, сможем ли мы найти такой ответ, который приведет в движение все направления развития почвоведения.

Почвоведение, как и многие другие науки, было не на высоте в последнее десятилетие XX в. (H. Eswaran, США). Убеждение, что биотехнология преодолет все проблемы сельскохозяйственного производства, снизило авторитет почвоведения. Однако перспективы современных биотехнологий имеют определенные ограничения. Поэтому будущее почвоведения зависит от того, как хорошо мы обеспечим выравнивание и стабильность научного прогресса. Почвоведение должно сохранить свою подлинность все время, демонстрируя свое значение (ценность) другим наукам. Наше будущее зависит от нашей способности привлекать население к реше-

нию проблем. Почвоведение было сильным, когда выгода (польза) для общества была общепризнанной целью. Чтобы сохранить науку живой, мы должны давать результаты, которые полезны для общества. Мы должны поощрять и гарантировать большой диалог между учеными, политиками и обычным населением. Мы должны задать себе вопросы: кто мы? Для чего нужна наука? В каком направлении мы должны двигаться и как это решать? Что такое польза для общества?

Книга, на основе которой написана эта работа, издана благодаря помощи Fridrich Nietzsche. Он высказал одну мудрую идею: «Будущее влияет на настоящее так же сильно, как прошлое». Это позволяет надеяться, что будущие желания и намерения, выраженные авторами этой книги, повлияют на наше будущее. Вопрос в том, сможем ли мы как сообщество почвоведов определить часть нашего собственного будущего.

Сможем ли мы повернуть будущее в желаемом направлении? Некоторые авторы верят, что сможем. Я думаю, они правы. Почвоведение в будущем будет отличаться от того, что мы сделали, и от того, что мы делаем сейчас, но оно будет. У нас никогда не было так много вопросов к почвоведом и так много возможностей для того, чтобы принести вклад в сегодняшнее общество.

#### Библиографический список

1. The Future of Soil Science / IUSS 2006. PO Box 353, 6700 AJ Wageningen, The Netherlands. 165 p.
2. Karpachevskiy L.O. Some Theoretical Questions of a History of a Soil Cover and Civilization / L.O. Karpachevskiy, T.A. Zubkova, Y.N. Ashinov // Abstracts 18<sup>th</sup> World Congress of Soil Science. July 9-15, 2006. Philadelphia: <http://www.colostate.edu/programs/IUSS/18wcsc/index.html>. 113-4.

