

Н. Д. СОВЛОВ

---

ПОЧВООБРАЗОВАНИЕ  
И  
ЭКЗОГЕНЕЗ

---

---

---

Москва 1997

---

---

---

И. А. СОКОЛОВ

---

ПОЧВООБРАЗОВАНИЕ

И

ЭКЗОГЕНЕЗ

## ВВЕДЕНИЕ

---

До недавнего времени существовало, да и сейчас еще не изжито представление о том, что теоретические работы, в которых исследовались и устанавливались самые общие закономерности почвообразования, организации и функционирования педосферы, имеют чисто теоретическое научное значение, а для практики важны только конкретные знания, ориентированные на сегодняшнее землепользование, на уровень хозяйств или на уровень регионов. Эти популярные представления обычно не афишировались. Более того, в парадных публикациях всегда воздавалось должное классикам отечественной науки, творцам генетического почвоведения — одной из наиболее фундаментальных теоретических наук о Земле. Но в реальной жизни приоритет всегда отдавался работам, сулящим немедленный экономический эффект, или конъюнктурным. Теоретические работы обычно специально не планировались, не финансировались и выполнялись «в порядке личной инициативы». Они были своеобразным научным хобби исследователей.

В 80–90-е гг. XX в. ситуация во всем мире принципиально изменилась. Человеческая деятельность (техно- и агрогенез, военные действия, рекреация, производственные катастрофы и т. п.) стала мощным глобальным гео- и биосферным фактором. Ее последствия не только выпли на региональный, государственный и глобальный уровни, но стали причиной быстрых, часто необратимых процессов, ведущих к очень опасным для цивилизации и биосферы явлениям, вплоть до экологических кризисов и катастроф. Стало очевидно, что злободневными, практически значимыми стали абстрактные теоретические исследования в области происхождения, строения и жизни педосферы. Только знание общих законов позволяет надежно прогнозировать явления, глобальные по мощности и масштабам. Это поняли не только ученые, но и ведущие политики и бизнесмены. Во всем мире приоритетно финансируемыми становятся межнациональные программы, нацеленные на поиск фундаментальных эколого-географических закономерностей.

Все это в полной мере относится к нашей стране с ее гигантскими просторами, широким диапазоном природных условий, тесными ландшафтно-географическими и хозяйственно-экологическими связями между регионами и оставляющей желать лучшего

культурой экологических знаний на всех уровнях «принимающих решения».

Одним из основных направлений развития наук о Земле в настоящее время стал поиск решения проблемы оптимального землепользования, адаптированного к природным условиям. Очевидно, что фундаментальной научной базой для этой работы должно стать знание законов возникновения, функционирования, эволюции, структурной организации и географии природных и антропогенных ландшафтов или экосистем. Ландшафт представляет собой чрезвычайно сложную и многокомпонентную систему, которую очень трудно понимать и моделировать как единое целое. Хотя именно такое целостное понимание всех внутри- и межландшафтных взаимодействий (как природных, так и антропогенных) необходимо для принятия адекватных решений. Природа в какой-то мере облегчила решение проблемы (хотя бы в первом приближении), она создала феномен, который оказался в фокусе природных и природно-антропогенных взаимодействий. Этот феномен – почва. Особую роль почвы как зеркала ландшафта первым понял В. В. Докучаев. Это позволило ему стать основоположником не только новой науки – генетического почвоведения, но и создателем новой методологии познания природных явлений и закономерностей.

Почвоведение как фундаментальная наука естественным образом объединяет и синтезирует методологические основы всего комплекса наук о Земле и о биосфере. Почвоведение можно рассматривать как научную базу для познания закономерностей формирования, функционирования и пространственной организации экосистем во всем их природном и антропогенном разнообразии.

Вместе с тем докучаевское генетическое почвоведение переживает трудное время. Оно началось не сегодня, но продолжается более уже 40 лет. «Золотое время» почвоведения пришлось на начало века. Затем в естественный процесс развития науки вмешались малокомпетентные, но властные силы. Почвоведение из фундаментальной науки о биогеосферных явлениях и закономерностях вначале было сведено до уровня науки только биологического цикла, а затем и до уровня отраслевой сельскохозяйственной науки. Это имело очень тяжелые последствия. Сегодня одно из самых тяжелых – уход из жизни той генерации ученых, которая понимала истинное лицо и истинную роль почвоведения.

В настоящее время положение медленно выправляется. Почвоведение официально восстановлено в реестре фундаментальных наук. Создан и плодотворно функционирует факультет почвоведения в МГУ. Быстро прогрессирует Институт почвоведения и

фотосинтеза РАН. Сильный научный отдел имеется в Институте географии РАН.

Однако последствия «смутного времени» еще далеко не изжиты. До сих пор популярны представления о почвоведении как о естественной науке сельскохозяйственного цикла. Докучаевские идеи чаще используются как привычные лозунги, а не как руководство к действию, не как теоретическая научная база. Почвенный институт им. В. В. Докучаева по-прежнему остается ведомственным отраслевым институтом в системе РАСХН. В академических кругах почвоведение в лучшем случае рассматривается как наука биологическая.

Сознательно упрощая проблему, можно сказать, что длительное развитие почвоведения с перекосом в сторону агропочвенных и почвенно-биологических исследований отрицательно сказалось на судьбе науки в целом. Ее роль как интегральной науки биogeосферного цикла в настоящее время заметно ослабла. Естественный процесс гармоничного развития всех направлений почвоведения был нарушен.

Больше всего пострадали научные связи почвоведения с теми науками, в лоне которых почвоведение зародилось и наиболее плодотворно развивалось – с науками геологического цикла. В этом направлении административно-околонаучное мракобесие постаралось особенно сильно. Было время, когда ярлык «геологическое почвоведение» означал отлучение от «самой передовой в мире социалистической науки» и зачисление в лагерь «реакционной буржуазной науки» со всеми вытекающими отсюда последствиями. Эти времена давно прошли, но их влияние на уровень науки и научные взгляды чувствуется и сегодня.

Именно «геологическая составляющая» в относительно минимальной степени представлена в работах обобщающего концептуального характера, в целостной парадигме генетического почвоведения.

Идеями Докучаева создано генетическое почвоведение – новая наука. Вот уже более ста лет наука плодотворно развивается во всем мире. Одного этого достаточно, чтобы обессмертить имя ученого. Но (удивительный парадокс!) значение идей Докучаева и величие его фигуры с течением времени не уменьшаются, а наоборот, растут. И сегодня, по-видимому, уже можно говорить, что создание почвоведения – это не только не единственный, но, может быть, не самый главный результат его научной деятельности. Существует по крайней мере три пути проникновения влияния его идей.

1. Оплодотворение традиционных старых наук. Прежде всего географии, где его деятельность играла, по всеобщему признанию, этапную роль.

2. Возникновение новых наук, основанных либо непосредственно на докучаевских идеях, либо на идеях его учеников, наук дочерних по отношению к почвоведению (или наук – близнецов): ландшафтоведение, биогеоценология, учение об экосистемах, грунтоведение, геохимия ландшафтов.

3. Формирование новых отраслей знания – учения о биосфере и экзогеосфере. Наиболее продвинуто и общепризнано оформление учения о биосфере, в основе которого лежат представления Докучаева о биокосных телах и планетарной роли живого вещества, развитые его великим учеником – В. И. Вернадским. Фактически в настоящее время сложилась самостоятельная отрасль знания – наука о биосфере со своим объектом, методологией, задачами. И было бы ошибкой относить ее к любой из традиционных отраслей: химии, физике, биологии, геологии и т. п. Это очень важно осознать, так как организационная неоформленность этой отрасли, ее разбросанность по «чужим квартирам» и отсутствие собственной экологической ниши, безусловно, тормозят развитие этого, очень нужного именно сейчас, нового раздела науки. Подчеркиваю, не новой науки, а новой отрасли знания.

В аналогичной ситуации находится такой новый современный научный феномен, как общая экология. Это нечто вообще не укладывающееся в привычные понятия. Это «что-то», безусловно, существующее и вместе с тем не имеющее ни своего очевидного объекта, ни своей методологии. Это «нечто» с огромным диапазоном и теоретической базы, и методов, и совершенно конкретным фокусом схождения всех научных результатов, это одновременно и научное знание, и область его применения. Бесприютность или, что то же самое, «многоприютность» общей экологии, по-видимому, явление временное. В будущем оно, возможно, сохраниться, но вместе с тем очевидна необходимость единого центра – научного и организационного.

Менее общепризнано и менее оформлено возникновение аналогичной синтетической области знаний не с биологическим, а с геологическим уклоном – учения об экзогенезе и геодерме. Наиболее мощные ростки этого направления находятся в учении о литогенезе Страхова (1960). Нам представляется, что есть все основания говорить об интегральном системном единстве процессов седиментогенеза, выветривания (как экзогипергенного, так и эндогенного), почвообразования, денудации, геохимической миграции

и аккумуляции веществ, о единстве, представляющем собой глобальный процесс экзогенеза, формирующий кожу Земли или геодерму. Признание этого факта и разработка имеющего шанс на всеобщее признание целостного учения об экзогенезе – дело будущего. Для этого требуется гигант типа Докучаева, Вернадского, Страхова. Но понимание проблемы нужно уже сейчас. Прежде всего нам, почвоведом. Почвообразование и почвенный покров – неперемennые компоненты экзогенеза и геодермы. Они должны быть вписаны в эти более общие понятия: более общий процесс и формируемую им земную оболочку. Это позволит глубже понять саму суть процессов формирования почв и почвенного покрова. Все вышесказанное заставило нас предпринять первую попытку характеристики глобального экзогенеза.

Стало уже тривиальным справедливое утверждение о том, что наше время – это время дифференциации наук. Не столь тривиально, но, по-видимому, не менее справедливо утверждение о том, что наше время – это время интеграции наук. Возникновение учения о биосфере, общая экология, нарождающееся учение об экзогенезе и геодерме соединятся в единое учение о биогеосфере. А возможно, появится и более интегральное учение об экзосфере. И это не будет простой суммой знаний из геологии, гидрологии, метеорологии, почвоведения и т. п., это будет именно новое учение докучаевского типа – учение не о сумме, а о внутреннем единстве.

Поразительно, но Докучаев предвидел именно этот путь развития естествознания, который мы уже наблюдаем. И он, прогнозируя появление целого спектра новых наук интегрального типа, центральное место в нем отводил генетическому почвоведению. Он считал, что самой природой почва поставлена в фокусе всех природных взаимодействий, и именно поэтому она является зеркалом ландшафта, а почвоведение должно занимать центральное место в учении о природе и о взаимодействии природы и цивилизации.

Читатель! Наша с вами сверхзадача – формировать по мере сил эти новые отрасли знания и сделать все, чтобы сбылось предвидение Докучаева и почвоведение сохранило свое центральное место в науках биосферного и экзосферного цикла, то место, на которое ее вывели сам Докучаев и его школа. Задача очень трудная, но благородная, это, поистине, великая цель. Игра стоит свеч!

Эта книга генетически и содержательно связана предыдущей монографией автора «Теоретические проблемы генетического почвоведения» (1993), в которой на фоне относительно подробного анализа общих теоретических проблем коротко рассматривалась

проблема взаимосвязи почвообразования с процессом более высокого уровня организации – экзогенезом. Здесь же сравнительно подробный анализ проблемы «почвообразование и экзогенез» проводится на фоне очень краткой характеристики парадигмы генетического почвоведения в историческом аспекте. Этому вопросу посвящена первая глава книги.

Далее в предлагаемой читателям книге более подробно рассматривается вопрос, который в первой книге был только обозначен, – излагаются теоретические представления об основных закономерностях происхождения и организации почвенного покрова земного шара. Представления нетрадиционные. Автор делает попытку понять почвообразование и почвенный покров как подсистемы в системах более высокого уровня организации – экзогенезе и геодерме (экзосфере). Самые общие представления об экзогенезе и опыт характеристики его отдельных типов даются во второй главе. Специфической особенностью этой главы является стремление понять почвы и почвенный покров различных секторов и типов экзогенеза на уровне генетических моделей почвообразования и, соответственно, на уровне самых общих правил их генетического анализа (Соколов, 1993).

В остальных главах более подробно анализируются географо-генетические закономерности, характерные для тех мегаструктур почвенного покрова, выделение которых было обосновано в первой главе. Делается это с очень разной степенью детальности. Вулканическому почвообразованию была посвящена специальная монография (Соколов, 1979), основные теоретические положения которой не утратили своего значения. Для подробной характеристики почвенного покрова аридного сектора автор не располагает достаточным объемом личных наблюдений и материалов. Что касается остальных секторов, то в посвященных им главах рассматривается не вся характеризующая их информация, а освещаются только те проблемы, которые представлялись автору наиболее злободневными и дискуссионными в настоящее время. Почвообразование в криогенном секторе характеризуется на фоне всех остальных принципиально новых проблем, возникших за последнее время при изучении исключительно сложного и интересного мира почв Восточной Сибири и Дальнего Востока. Возможно, столь различная детализация имеет достаточно субъективный характер и связана с опытом работы автора и его научными пристрастиями.

Некоторые разделы книги подготовлены на основе статей, опубликованных ранее в соавторстве. В этих работах принимали участие друзья, коллеги и ученики автора: В. М. Алифанов,

Г. И. Быстров, Г. М. Быстряков, М. П. Верб, В. Д. Воробьев, И. М. Гаджиев, Д. А. Гиличинский, Б. П. Градусов, Л. А. Гугалинская, Г. И. Иванов, Л. Т. Козицкая, В. М. Корсунов, Н. М. Костенков, Е. В. Кулинская, В. В. Лежава, А. О. Макеев, С. В. Максимович, И. С. Михайлов, Е. М. Наумов, В. Д. Ремизов, А. Н. Симанова, В. О. Таргульян, Т. В. Турсина, Н. А. Тяпкина, Л. А. Фоминых, О. И. Худяков, И. Г. Цюрупа, В. Г. Чигир, Л. Л. Шишов.

Пользуясь случаем, приношу всем своим соавторам искреннюю благодарность. В процессе подготовки монографии тексты этих статей дорабатывались в соответствии с новыми материалами и концепциями.

# ПАРАДИГМА ГЕНЕТИЧЕСКОГО ПОЧВОВЕДЕНИЯ ОТ ДОКУЧАЕВА ДО НАШИХ ДНЕЙ

---

## ВОЗНИКНОВЕНИЕ НОВОЙ НАУКИ – ГЕНЕТИЧЕСКОГО ПОЧВОВЕДЕНИЯ

Более 100 лет тому назад возникла новая наука – генетическое почвоведение. Ее создал гений русского геолога В. В. Докучаева. Наверное, найдется немного таких наук, о которых можно сказать, что их начало было положено одним человеком. Докучаев признан отцом генетического почвоведения во всем мире. Хотя, конечно, новая наука возникла не на пустом месте. Существовала европейская агрогеология, изучавшая агрономические особенности различных поверхностных рыхлых отложений. Существовало агрономическое почвоведение, рассматривавшее почву как некий субстрат, от свойств которого зависит урожай, и изучавшее различные приемы повышения почвенного плодородия. Были высказаны предположения о растительно-наземном происхождении почв, и, в частности, черноземов. Географическими исследованиями было установлено закономерное изменение климатических условий от вечно холодных полярных областей к вечно теплым экваториальным и столь же заметные, климатически обусловленные изменения растительного и животного мира. И тем не менее вряд ли можно представить возникновение генетического почвоведения как постепенное развитие этих представлений и взаимообогащение этих наук. Это было научное открытие, взрыв с точным адресом, автором и датой. Работы Докучаева сразу и намного обогнали свое время. Именно поэтому в развитии генетического почвоведения было два периода: начальный короткий период непонимания и неприятия и затем яркий период всеобщего признания и бурного расцвета.

Все началось с незаурядной личности самого Докучаева и его блестящих работ, быстро возникла школа его прямых учеников и последовал расцвет почвоведения в России, затем началось проникновение генетического (русского, докучаевского – так его называли за рубежом) почвоведения за пределы России и быстрое распространение новой науки, появление ее убежденных сторонников

в США, Европе, Японии, Австралии. В настоящее время эта фундаментальная наука общепризнана; она развивается во всем мире; ее существование и ее необходимость настолько очевидны, что сейчас ее истоки нередко забываются, что, впрочем, естественно при общем признании.

Для того, чтобы новая наука могла зародиться, быть замеченной и расцвести в условиях, когда ее появление еще не было полностью подготовлено всем предшествующим развитием знаний и ее идеи еще не носились в воздухе, нужно было сочетание нескольких условий. Во-первых, существование гигантской страны с диапазоном природных условий от Арктики до жарких пустынь и влажных субтропиков, страны, для понимания природных основ сельского хозяйства которой было недостаточно ни традиционно-агропочвоведения с его обезличенным почвой-субстратом, ни агрогеологии с ее только геологическим разнообразием почв. Во-вторых, нужен был гениальный провидец, увидевший не только новую науку, но уверенно прозревший ее великое будущее в то время, когда само существование новой науки еще не было признано. Нужен был фанатически одержимый подвижник и одновременно трезвый, умный, энергичный, неустоимый организатор и популяризатор, способный заразить своими идеями и своей убежденностью не только молодых ученых – своих учеников, но и своих научных оппонентов, и высокопоставленных чиновников, от которых зависело организационное оформление и финансирование новой науки.

Научные озарения В. В. Докучаева сыграли огромную и во многом еще не полностью осознанную роль в развитии естествознания в всем мире. Среди его идей, оказавших максимальное влияние на развитие науки, наиболее принципиальное значение имели следующие:

1. Представление о том, что в природе все ее компоненты связаны между собой прямыми и обратными связями, т. е. все в природе взаимосвязано и взаимообусловлено. Эта взаимообусловленность присуща не только «дикой» природе – живой и неживой, но и человеку, цивилизации, которые вписаны в природу, составляют с ней неразрывное единство и должны находиться с ней в гармонии, обеспечивающей само существование как природы, так и цивилизации. Все явления и компоненты взаимообусловлены не только на Земле, но и связаны с космическими влияниями. Вся эта сложная природно-антропогенная взаимообусловленность находится в непрерывном развитии. Результатом этой взаимообусловленности и развития является гармония природы, взаимная «притертость» всех ее компонентов. Говоря современным языком,

эти идеи можно обозначить как концепцию системности и саморазвития природы и общества.

2. Представление о почве, во-первых, как о самостоятельном естественно-историческом теле, изучение которого должно проводиться по собственной методологии и стать задачей самостоятельной науки, во-вторых, как о биокосном природном теле, продукте взаимодействия косной и живой природы и, в-третьих, как о функции факторов почвообразования (породы, биоты, климата, рельефа и времени, в поздних работах – и человека), о таком теле, которое находится в фокусе всех природных взаимодействий и поэтому играет особую роль среди всех природных компонентов – роль зеркала и памяти ландшафта. Эти идеи не столько стали фундаментом, парадигмой новой науки – генетического почвоведения, но вышли далеко за рамки почвоведения и оказали огромное влияние на всю дальнейшую судьбу наук о Земле и жизни на ней.

В своих работах Докучаев определил объект новой науки, ее внутреннюю структуру, ее задачи, ее методологию, ее место среди других наук и основные закономерности, действующие в ее сфере, разработал первую научную классификацию почв (1949, 1954 и др.). Ниже мы попытаемся в этой последовательности рассмотреть суть исходных докучаевских концепций, их трансформацию по мере развития науки и их современное состояние.

## **ЭЛЕМЕНТЫ ПАРАДИГМЫ НОВОЙ НАУКИ И ИХ РАЗВИТИЕ**

### **ОБЪЕКТ ИЗУЧЕНИЯ**

Докучаев определил почву как самостоятельное естественно-историческое тело, сформировавшееся под влиянием пяти факторов-почвообразователей: почвообразующей породы, живых организмов, климата, рельефа и времени (Докучаев, 1936, 1949, 1951, 1994 и др.). Оговаривалось, что почва формируется на месте и в субэральных условиях. Это определение стало классическим. По сути дела, именно с него началось оформление новой науки. В дальнейшем это определение объекта не претерпело принципиальных изменений. Все попытки его улучшения сводились к дополнениям, уточнениям, но не меняли его по существу. Интересно подчеркнуть, что так и не удалось предложить более или менее общепринятое субстантивное и формализованное определение понятия «почва». Все они оказывались или недостаточными, как, например, известные определения почвы как гумусовых горизонтов или как парагенетической ассоциации горизонтов, представленной на по-

верхности гумусовым горизонтом, или избыточными, например, определение почв как тел, обладающих плодородием.

Каким же образом развивалось исходное понимание почвы? По-видимому, основным побудительным мотивом такого развития было известное изначальное противоречие между определением объекта и той реальной совокупностью объектов, которые входили в сферу научных интересов почвоведения. Это противоречие существует уже в работах самого Докучаева, который специально подчеркивал, что далеко не все рыхлые субстраты, на которых произрастают растения, могут считаться почвами с научной точки зрения. В качестве примеров таких плодородных, но непочвенных образований он приводил обычно аллювий р. Нил, на котором выросла египетская цивилизация, торфяники и искусственные субстраты («почвы» цветочных горшков). И вместе с тем все эти тела он включал в сферу интересов почвоведения и в почвенные классификации в качестве полупочв или даже непочвенных образований.

В дальнейшем эта ситуация не только сохранилась, но и усугубилась. Стали выделяться подводные почвы, почвы, искусственно созданные человеком, органогенные почвы и т. п. В классификацию почв включались даже твердые и жидкие субстраты для выращивания растений в условиях закрытых помещений.

Представляется, что в основе этого противоречия лежат два обстоятельства: а) объективная необходимость включить в сферу интересов почвоведения непочвенные образования и б) отсутствие четкой границы между почвами и различными непочвенными природными и антропогенными телами, рыхлыми геологическими наносами, торфяниками, солевыми корами, искусственными субстратами и т. п.).

Отсутствие четкой границы в природе не позволяет разработать достаточно строгое и тем более формализованное определение почвы как природного феномена и объекта самостоятельной науки. Для того, чтобы отразить эту реально существующую ситуацию, было предложено рассматривать почву как природное тело, физические и понятийные границы которого имеют очень размытый характер. Только центральный образ «почвы» строго отвечает их исходному докучаевскому определению. Все остальные тела, входящие в сферу научных интересов почвоведения, не полностью соответствуют этому определению. Реально почвоведение изучает все природные и антропогенные тела, которые выполняют основные биосферные функции почв: а) обеспечивают существование растительных организмов как первого и поэтому главного

звена трофических цепей, т. е. обеспечивают само существование биосферы, и б) служит экраном, ослабляющим все негативные по отношению к биосфере природные (в том числе, космические) и антропогенные воздействия. Почвенный покров, или более широко – геодерма, это – кожа Земли. Это послужило основанием вслед за Докучаевым различать (Соколов, 1991, 1993): собственно п о ч в ы – самостоятельные субэкральные естественно-исторические тела, образующиеся на месте в результате преобразования почвообразующих минеральных пород под влиянием биоты и климата; п с е в д о п о ч в ы – тела, выполняющие экологические и биосферные функции почв, но почвами не являющиеся, т. е. не отвечающие определению центрального образа объекта: различные геологические, биологические и антропогенные субстраты; п о л у п о ч в ы – тела промежуточного характера между почвами и псевдопочвами, формирующиеся при участии процессов почвообразования, но по тем или иным причинам не вполне отвечающие определению понятия почвы. Эти тела могут иметь самую разную природу (геологическую, биологическую, антропогенную и др.). Определенное единство они образуют только с точки зрения почвоведения, так как формируются при участии почвообразовательных процессов (аллювиальные, вулканические, органогенные и тому подобные почвы); э к о п о ч в ы – самое широкое понятие, охватывающее все предыдущие, все тела, выполняющие биосферные функции почв.

Важно понимать, что основой для теоретических построений в области почвоведения должны быть, в первую очередь, собственно почвы. Закономерности, установленные для собственно почв, только в той или иной степени присущи полупочвам и могут быть совсем не характерны для псевдопочв. Недопонимание этого обстоятельства не раз приводило и приводит к возникновению острых, но малопродуктивных теоретических дискуссий.

## ЗАДАЧИ И ЦЕЛИ НАУКИ

Основной задачей почвоведения Докучаев считал изучение почв «как таковых»: познание закономерностей их генезиса, связи с факторами почвообразования и географического распространения. Это принципиально отличало докучаевский подход от господствовавшего в то время взгляда на почвы только как на объект сельскохозяйственной деятельности и послужило причиной острых дискуссий. В пылу полемики часто высказывались нарочи-

то крайние точки зрения. Сам Докучаев акцентировал внимание на научном генетическом подходе только в силу существовавшей необходимости утвердить его правомерность. Но он не противопоставлял его традиционному утилитарному изучению почв, как бывало в дальнейшем; более того, он считал генетическое почвоведение научной базой почвоведения сельскохозяйственного. Докучаев писал: «Мы должны изучать почвы научно, мы должны уловить законы их распространения и развития. Уметь предсказывать их появление... На этой основе сказать, в чем их недостатки, что с ними делать» (Докучаев, 1993). Этот взгляд на почвоведение как на фундаментальную науку с целым набором самых различных прикладных направлений (агрономическое, мелиоративное, санитарное, лесное и т. п.) в настоящее время общепринят. Вместе с тем почвоведение очень заметно усложнило спектр решаемых проблем. Одной из основных задач почвоведения стало не только изучение закономерностей возникновения и распространения почв, т. е. изучение почв «как таковых» (по выражению Докучаева) и использование этих знаний в сельскохозяйственных целях, но и познание биосферно-экологических функций почв.

## СТРУКТУРА НАУКИ

Заметно усложнилась структура почвоведения. Как самостоятельное научное направление оформилось экологическое почвоведение (Добровольский, Никитин, 1986; Карпачевский, 1993; Соколов, 1993). Проблемы окружающей среды с момента возникновения новой науки были в центре внимания почвоведов. Но перемены, которые произошли в мире, резко увеличили удельный вес экологических задач в общем круге решаемых научных проблем. В настоящее время перед цивилизацией стоят две основные глобальных проблемы: а) обеспечение населения планеты продовольствием и б) сохранение окружающей среды. Экологическое почвоведение изучает почвы как основное условие существования и функционирования биосферы, основное условие сохранения человеческой цивилизации и жизни на Земле.

Произошла дальнейшая дифференциация науки по нескольким направлениям. Наиболее очевидно традиционное разделение по методам изучения и изучаемым компонентам: физика почв, химия почв, минералогия почв, биология почв и т. п. Более четко обособились прикладные ветви почвоведения, возникли и плодотворно развиваются самостоятельные направления почвове-

дения на стыке с другими природоведческими науками. Эти направления имеют собственную методологию и круг решаемых проблем.

Исключительное разнообразие почв и условий их формирования послужило причиной возникновения таких направлений, как тропическое почвоведение, криопедология, и т.п., занимающихся той или иной частью почвенного покрова.

Интересно, что несмотря на очевидное усложнение структуры науки и ее дифференциацию по критериям, «лежащим на поверхности» (методы, регионы, группы почв, прикладные аспекты и т. п.), внутренняя структура почвоведения не претерпела принципиальных изменений. Обобщая теоретические итоги докучаевского и раннего последокучаевского периодов развития науки, Л. И. Прасолов писал о педографии, педогенезисе, педогеографии, педоэкологии и педофизиологии как основных разделах науки о почве (Прасолов, 1978). Принципиально близкий, но несколько более детализированный результат был получен (Соколов, 1993) в результате стремления представить внутреннюю структуру почвоведения «на пересечении» основных методологических подходов (субстантивного, функционального, эволюционно-генетического и экологического) и основных уровней структурной организации педосферы (почвенного профиля и почвенного покрова (табл. 1).

Таблица 1. Внутренняя структура генетического почвоведения

| Подход к изучению | Уровень организации педосферы |                                              |
|-------------------|-------------------------------|----------------------------------------------|
|                   | почвенный профиль             | почвенный покров                             |
| Субстантивный     | Педография                    | География почв                               |
| Функциональный    | Педофизиология                | Учение о функционировании почвенного покрова |
| Генетический      | Педогенезис                   | Учение о генезисе почвенного покрова         |
| Экологический     | Экология почв                 | Экология почвенного покрова                  |

Развитие этих основных разделов почвоведения на разных этапах было неравномерным. Центральным с момента возникновения почвоведения и до наших дней было учение о генезисе и географии почв и почвенного покрова. Именно эти разделы имели прямой выход в классификацию и картографию почв и, тем самым, находили быстрое практическое применение. В учении о почвенных процессах стабильно высок интерес к пищевому и водно-тепловому

режимам почв, определяющим их плодородие. Изучение почвенных процессов и режимов для генетических целей оказалось эффективным для понимания генезиса свойств с малыми характерными временами (оглеение, Al-Fe-гумусовое оподзоливание, засоление и т. п.). Заметная активизация генетических стационарных исследований имела место в конце 50–начале 70-х гг. Основной целью этих исследований было стремление на основе изучения процессов и режимов понять строение почвенного профиля, научиться прогнозировать направление почвообразовательного процесса и управлять им. В это время происходила определенная переоценка возможностей стационарных методов для решения генетических вопросов. После того, как стало очевидно, что для почв, возраст которых измеряется тысячелетиями, а формирование их проходило через несколько серьезно различающихся этапов, многие проблемы генезиса в принципе не решаются стационарными методами, былой интерес к ним, к сожалению, заметно ослаб. К сожалению потому, что изучение жизни почв имеет огромное самостоятельное научное значение, оно необходимо как самоцель. В настоящее время наблюдается новый пик активности стационарных исследований, направленных на познание биосферной функции, антропогенной трансформации и деградации почв и поиск путей их реабилитации.

Еще Докучаев считал одной из важнейших задач почвоведения познание закономерных соотношений между характером и распределением почв и факторов почвообразования. Для его последователей эти идеи послужили толчком к возникновению педоэкологии или экологии почв (Волобуев, 1963; Прасолов, 1978; Соколов, 1985, 1993). В общей структуре генетического почвоведения экология почв представляет собой связующее звено между географией почв и учением о генезисе почв. Познание механизмов формирования почвенных свойств служит генетической основой для объяснения зависимости почв от факторов (и факторов от почв), т. е. объяснения экологических законов; в свою очередь, экологические закономерности являются основой для понимания законов географии почв. Единство генезиса, экологии и географии почв составляет теоретическое ядро генетического почвоведения как фундаментальной науки.

## МЕТОДОЛОГИЯ НАУКИ И ПОНЯТИЙНО-ТЕРМИНОЛОГИЧЕСКИЙ АППАРАТ

Методологической основой генетического почвоведения, по Докучаеву, было представление о неразрывном

единстве всех компонентов природы, включая деятельность человека, о непрерывном развитии этого единства в результате внешних и внутренних воздействий и о почве как интегральном результате этого взаимодействия – зеркале и памяти ландшафта. Эта концепция не только полностью выдержала проверку временем, но и стала методологической основой современного системного биогеосферного научного направления, послужило толчком к возникновению ряда новых наук в рамках этого направления (ландшафтоведение, биогеоценология, геохимия ландшафтов и др.). Не претерпела принципиальных изменений, но заметно усложнилась методологическая база основных разделов почвоведения.

В учении о генезисе почв методологической основой остается представление Докучаева о том, что почвенные свойства формируются из исходной почвообразующей породы в результате ее изменения почвенными процессами, возникающими под влиянием факторов почвообразования. Этот докучаевский тезис принято выражать в виде формулы «факторы–свойства» или «факторы–процессы–свойства» (Герасимов, 1976). Длительное время этот тезис фактически реализовывался в упрощенной формуле «наблюдаемые факторы–современные процессы–свойства». Представления об истории для понимания генезиса большинства наиболее распространенных почв почти не привлекались. Об истории вспоминали для объяснения какого-то конкретного свойства, которое явно противоречило наблюдаемым факторам и представлениям о современных почвенных процессах (например, так называемый второй гумусовый горизонт в дерново-подзолистых почвах), либо для понимания почв, наличие которых не соответствовало общим представлениям о почвообразовании в данной природной обстановке (например, подзолистые почвы в тундровой зоне). Эти случаи рассматривались как сравнительно редкие исключения из общего правила. По мере изучения общих закономерностей эволюции природной обстановки в голоцене и накопления фактических материалов об эволюции почв становилось все более очевидным, что традиционные упрощенные представления явно недостаточны. В настоящее время исходная докучаевская формула приобрела более сложное выражение: «факторы и процессы от момента зарождения почвы до настоящего времени–наблюдаемые свойства» (Соколов, Таргульян, 1976; Соколов, 1993 и др.). С нашей точки зрения, эта формула представляет собой не принципиально новое решение методологической проблемы, а более корректное выражение исходных докучаевских позиций. Время как длительность и история поч-

вообразования и эволюции природы рассматривается и в работах самого Докучаева. Просто эти взгляды впоследствии были поняты не в полном объеме и несколько упрощены. В настоящее время тезис о том, что почвенный покров суши образован в основном полигенетичными почвами, можно считать доказанным (Ковда, 1973; Соколов, 1984, 1993).

Логичным следствием изложенных выше представлений стало стремление расчленить единую совокупность почвенных свойств в зависимости от их соответствия наблюдаемым или бывшим факторам почвообразования, с одной стороны, и от характерного времени их формирования – с другой, а значит, и от методологии их генетического анализа. В зависимости от истории и условий формирования необходимо различать такие группы свойств: **литогенные** – унаследованные от исходных пород, **педогенные** – появившиеся в результате процессов почвообразования. Педогенные свойства могут быть: а) унаследованными от бывших этапов эволюции – «почва-память»; б) сформировавшимися под «усредненным влиянием» современных факторов – «почва-отражение»; в) отражающими циклическую динамику современных факторов – «почва-жизнь». В зависимости от характерного времени формирования целесообразно различать свойства: а) динамичные – характерное время значительно меньше продолжительности отдельных этапов ауто- или аллоэволюции; б) устойчивые – характерное время сопоставимо с продолжительностью этапов эволюции и в) консервативные – характерное время значительно больше отдельных этапов эволюции почв.

Более четко оформились методологические представления о разнообразии генетических моделей почвообразования (Соколов, 1993). Первоначально считалось, что для большинства автономных почв справедливы следующие допущения: а) материалом для формирования почвенных горизонтов послужила порода, подстилающая профиль; следовательно, о свойствах, возникших в результате почвообразования можно судить, сравнивая свойства почвенных горизонтов между собой и с подстилающей породой (сравнительно-горизонтный анализ); б) состояние наблюдаемых факторов почвообразования и характер современных почвенных процессов находятся в гармонии с устойчивыми почвенными свойствами (эти представления ярко отразились в определении основного классификационного таксона – почвенного типа), следовательно, изучая современные факторы и современные процессы, мы можем понять генезис почв; в) процесс почвообразования с момента возникновения не нарушался ни денудацией, ни седиментогене-

зом (случаи такого нарушения рассматривались только при их наличии в очень явной форме – эродированные почвы, аллювиальные почвы). Считалось, что в почвенном покрове суши Земли преобладают почвы, формирующиеся по законам этой простой генетической модели, т. е. большинство почв может быть понято на основе правил генетического анализа, соответствующих этой модели.

В действительности в почвенном покрове суши преобладают сложные модели: полигенетичные, синлитогенные, синденудационные, криогенные, хемогидрогенные и др. Для этих генетических моделей нельзя использовать правила, выработанные для простых моделей (сравнительно-горизонтный анализ, понимание свойств как результата современных процессов и т. п.). Каждая модель требует своих собственных правил генетического анализа. Общая методология генетического почвоведения должна учитывать это обстоятельство, она должна исходить из понимания того, что генетическому анализу любого почвенного профиля должно предшествовать установление генетической модели его формирования, а следовательно, и правил, применимых для его понимания. Эта простая мысль до сих пор часто недопонимается. Например, до сих пор делаются попытки понять генезис дерново-подзолистых и серых лесных почв (полигенетичность и палеосинлитогенность которых практически доказаны), исходя из правил простых моделей и на основе сравнительно-горизонтного анализа.

Значительно усложнились представления о почвенных процессах. Предложены различные варианты их систематизации в зависимости от степени сложности и результатов их деятельности: микро- и макропроцессы, элементарные процессы, процессы признако-, горизонто- и профилеобразующие и т. п. (Герасимов, 1976; Роде, 1947). Возникло понятие о характере времени процессов и сделаны первые попытки их систематизации на этой основе (Соколов, Таргульян, 1976). Среди всего разнообразия научных понятий, шифруемых термином «почвенные процессы», предложено различать два основных: «процесс-результат» и «процесс-механизм». Изучая процесс-механизм мы добываем новое знание; использование понятия «процесс-результат» – это изложение уже известного факта в «процессной терминологии» без появления нового знания (Соколов, 1993).

Существенно усовершенствованы система методов экологии и почв и понятийно-терминологический аппарат этого раздела науки (Волобуев, 1963; Иенни, 1948; Прасолов, 1978; Соколов, 1985, 1993 и др.). Сравнительно-экологический подход осознан как

методологическая основа для понимания генетических и географических закономерностей. Утвердилось понятие о почвенно-экологическом пространстве как абстрактном многомерном пространстве с факторами почвообразования в качестве координат. Разрабатываются не только качественные, но и количественные методы познания почвенно-экологических закономерностей.

Принципиальное значение имело возникновение самого понятия экологического пространства как пространства абстрактного, многофакторного, в котором распределены почвы и где их распределение является результатом взаимодействия почв и факторов и может служить удобным объектом для познания этих взаимодействий и управляющих ими законов. В наиболее явной форме представление о почвенно-экологическом пространстве появились в работах Иенни (1948), который впервые предметом самостоятельного научного анализа сделал не конкретные географические, а общие почвенно-экологические закономерности. До него поиск экологических закономерностей обычно сопровождал географическому анализу, хотя элементы почвенно-экологического научного подхода и выводы почвенно-экологического характера содержались уже в работах самого Докучаева и его учеников – Сибирцева, Глинки, Неуструева, Афанасьева и многих докучаевцев первого поколения. В еще более явной форме самостоятельность почвенно-экологического пространства как объекта познания находим в работах Волобуева (1963). Не менее плодотворно это понятие использовалось Е. Н. Ивановой и ее научной школой. В наших работах (Соколов, 1993) предложено терминологическое оформление понятия о почвенно-экологическом пространстве и разработана система понятий для его дифференциации: почвенно-экологическая ниша, экологический диапазон, экологическое поле, экологическая секвентность, экологический ареал, экологическая рефлекторность, экологическая сенсорность и др. Большинство этих понятий в «скрытом виде» уже существовали в науке и активно использовались, но их самостоятельность далеко не всегда осознавалась. Не было определений понятий и их терминологического обособления.

Методологической основой экологии почв является сравнительно-экологический подход – изучение распределения почв в пространстве факторов. Еще раз подчеркнем, что первоначально такое изучение носило в значительной мере интуитивный характер, было продуктом географических работ и как самостоятельная научная теоретическая и методологическая проблема не осознавалась. Хотя в этом отношении уже Докучаев поставил проблему

своей знаменитой формулой  $P = f(P \cdot R \cdot B \cdot K \cdot V)$ , т. е. почва является функцией пород, рельефа, биоты, климата и времени. Длительное время эта формула воспринималась только как удобная визуализация классического концептуального определения самого понятия почва, но не как уравнение, в принципе подлежащее решению.

Иенни был одним из первых, кто всерьез начал решать эту формулу. Он использовал в основном уравнения регрессии и простые графики. Большая часть выводов вскрывала простые зависимости одного свойства от одного фактора: мощность гумусового горизонта – от длительности почвообразования и т. п. Этапную роль сыграли работы Волобуева (1963 и др.). Широко известны его графики, характеризующие распределение почв в поле гидротермических условий. Огромной заслугой В. Р. Волобуева было то, что он осознал глобальность проблемы и стремился установить самые общие законы экологии почв. Его теоретические и методические решения были нацелены именно на это.

Сейчас мы можем отметить два основных принципиальных момента, которые не учел В. Р. Волобуев. Во-первых, в своих построениях он недоучитывал роль почвообразующих пород. В единой системе объединялись почвы на плотных породах, на песках, на глинах, на карбонатных породах, на ферраллитных корках выветривания и т. п., но их распределение в экологическом пространстве интерпретировалось только как результат влияния гидротермических условий. Во-вторых, в качестве координат гидротермического поля были выбраны запасы тепла и количество осадков. Последующие работы показали, что значительно более корректные и содержательные выводы можно получить в том случае, если использовать не сумму осадков, а значения коэффициента увлажнения, соотношение поступления влаги и ее потерь на испарение. Кстати, упрощенное представление о северном почвообразовании в работах Волобуева сложилось не только из-за недостатка конкретных знаний, слабой изученности почв Субарктики в то время, но и в результате неудачного выбора координат, что резко сужало экологическое пространство Севера, где диапазон поступления осадков сравнительно невелик, но диапазон условий увлажнения мало отличается от более теплых регионов, что и определяет реальное многообразие почв Севера, которое при подходе Волобуева предвидеть было невозможно. Более того, возникало ошибочное представление о сужении здесь экологического диапазона и соответственно уменьшения разнообразия почв и сложности почвенного покрова.

Значительно более емким и наглядным оказался метод почвенно-экологических матриц, который применяли Е. Н. Иванова и Н. Н. Розов. В качестве координат они брали не только климат, но и рельеф, и почвообразующие породы. К сожалению, в их работах цели классификации, сами по себе очень важные и интересные, выходя на первый план, подавляли собственно почвенно-экологический анализ таких матриц, а их использование, как показал наш опыт, очень продуктивно. Мы составляли глобальные матрицы и в отличие от наших предшественников использовали при этом значительно более широкий спектр пород, что позволило подойти к поиску самых общих законов экологии почв. Недостаток метода – его громоздкость, а принципиальный недостаток – невольная дискретизация всех закономерностей, имеющих в принципе континуальный характер, т. е. невольное огрубление реальной картины. Тем не менее почвенно-экологические матрицы в настоящее время, пожалуй, наиболее популярный метод эколого-генетического анализа. Очевидно, очень перспективен многофакторный математический анализ, но опыта его применения пока нет.

Полностью подтвердилось представление В. В. Докучаева о равноправии пяти основных факторов почвообразования (породы, климат, биота, рельеф, время). Осознана бессмысленность поиска так называемого «ведущего фактора», так как исключение любого из этих основных факторов приводит к тому, что исчезает и почва как самостоятельное естественно-историческое тело. В этом смысл тезиса о равноправии факторов, как утверждал и сам В. В. Докучаев.

Вместе с тем утверждение этой концепции проходило в острых дискуссиях. Дело в том, что уже в исходных формулировках и концепциях Докучаева скрывалось известное противоречие: с одной стороны, все факторы почвообразования признавались равноправными и равнозначными, с другой – в явной или скрытой форме и у самого Докучаева, и у его учеников на первое место выходил климат как первопричина зональности, которую Докучаев считал основным законом почвообразования. В дальнейшем это скрытое противоречие стало одной из причин известной дискуссии о «ведущем факторе почвообразования». В этой дискуссии обозначились два направления: а) обсуждение принципиальных различий самой сущности факторов и б) возможность ранжирования факторов по их почвообразовательному значению и выделению ведущего фактора.

Обсуждение первой темы было достаточно конструктивным и результативным. Совершенно справедливо говорилось о том, что три фактора – биота, климат и порода – являются носителями вещества и энергии и могут рассматриваться как **п р я м ы е ф а к т о р ы**, участвующие в почвообразовании. Рельеф играет роль перераспределителя вещества и энергии, но сам в почвообразовании не участвует. Время представляет собой всеобщую форму существования материи. Человеческая деятельность, в отличие от всех остальных факторов, имеет не стихийный, а сознательный характер. Эти уточнения развивают представления, но не противоречат им и не меняют существа дела.

Заметно расширился круг явлений, которые стали рассматриваться как факторы почвообразования. Помимо пяти основных (повсеместных, обязательных) факторов стали выделяться дополнительные локальные факторы. Среди них особую роль играет человеческая деятельность. О том, что человек является полноправным участником природного процесса и может выступать в роли фактора почвообразования, писал еще Докучаев. С тех пор роль человеческой деятельности резко возросла. Помимо традиционных форм влияния на почвенный покров (уничтожение растительности, активизация эрозии, осушение, вторичное засоление, опустынивание, создание культурных почв и т. п.), появились новые формы, к сожалению, в основном, негативные, такие как загрязнение почв тяжелыми металлами, ядохимикатами, радионуклидами, переуплотнение, антропогенная слитизация и т. п. Нередко высказывается мнение о том, что в настоящее время весь почвенный покров планеты испытывает заметное влияние человеческой деятельности. По крайней мере в отношении химического загрязнения это утверждение не вызывает сомнений.

Среди естественных дополнительных (локальных) факторов наиболее важны и широко распространены криогенез и вулканическая деятельность. Они же и наиболее изучены. Принципиальное значение имеет тот факт, что оба эти локальные почвообразователя обычно оказывают влияние на почвообразовательный процесс в течение всего периода почвообразования; они синхронны почвообразованию. В качестве самостоятельного локального фактора почвообразования имеет смысл рассматривать поступление влаги и веществ с грунтовым потоком. Роль этого явления хорошо изучена и оценивается всегда достаточно высоко. Неоднократно высказывалась мысль о необходимости выделения почв, формирующихся в этих условиях на самых высоких уровнях генетических классификаций. Высказана гипотеза о весьма существенной роли

различных гидротермальных процессов в формировании почв и кор выветривания (Разумова, 1977; Соколов, 1992). По-видимому, кроме известных типов элювия (орто-, пара- и неозлювий), можно говорить о термоэлювии – элювии, преобразованном допочвенными гидротермальными процессами. Локальным, но регионально весьма существенным самостоятельным фактором почвообразования стал считаться синхронный почвообразованию золовый и флювиальный седиментогенез (Фридрианд, 1982; Соколов, 1991, 1993).

Роль этих явлений – криогенеза, вулканизма, неотектоники, гидротермального процесса, седиментогенеза, «антропогенеза» – всегда оценивалась очень высоко. Методологически принципиальным представляется то, что их влияние было понято как приводящее к образованию почв не только характеризующихся набором специфических свойств, но и развивающихся по своим собственным законам, в какой-то мере отличным от законов формирования почв под влиянием только докучаевских пяти основных факторов почвообразования, что и послужило толчком к появлению представлений о различных моделях почвообразования.

Уже Докучаев рассматривал время как, с одной стороны, длительность процесса и, с другой стороны, как его историю. Внимание к этим двум аспектам почвообразующей роли времени было различным. Вначале основное внимание уделялось длительности процесса, его скорости, возможности определения возраста почв по степени сформированности почвенных свойств (обычно по содержанию гумуса и мощности гумусовых горизонтов). Представления об эволюции почв в связи с изменением во времени условий почвообразования носили в основном дедуктивный характер. В последние десятилетия ситуация заметно изменилась. На фоне по-прежнему самого серьезного внимания к изучению скорости и длительности почвообразования резко возросло значение работ по изучению его истории. Первостепенную роль сыграло возникновение системы методов, позволяющих достаточно надежно воссоздать основные этапы эволюции почв (Александровский, 1983 и др.). В основе этой методологии лежит изучение почв, погребенных различными природными или антропогенными механизмами.

В рамках проблемы «время и почвообразование» дискутировались три общие проблемы: 1) возможность саморазвития почв; 2) существование климатического как конечной стадии развития почв; 3) соотношение в почвенном покрове моно- и полигенетических почв и соответственно соотношение методов, основанных на актуалистических и исторических подходах. Не останавливаясь на детальном

анализе истории этих дискуссий и всех аргументах, коротко охарактеризуем наши современные представления.

Дискуссия о саморазвитии во многом возникла из-за недостаточной строгости и противоречивости исходного определения понятия саморазвития. Отрицание этого процесса аргументировалось тем, что почва всегда развивается под влиянием факторов и поэтому саморазвития в принципе быть не может. Справедливость утверждения очевидна. На такое определение саморазвития вряд ли имеет научный смысл именно в силу своей очевидности. Изначально саморазвитие понималось как развитие почв за счет внутренних процессов при стабильном состоянии факторов почвообразования. Еще точнее – развитие, в процессе которого движущей силой изменения почв и факторов выступают не явления, независимые от почв, а сами почвенные процессы, развитие, при котором активным компонентом эволюции служат не климат, не сукцессии, не эрозия или тектоника и тому подобные факторы почвообразования, а именно сами почвы, тогда как факторы меняются под влиянием эволюции (саморазвития, аутоэволюции) почв. При таком понимании термина саморазвитие столь же очевидно существует и не раз становилось предметом научного анализа, а результаты оказывались интересными не только теоретически, но и практически.

В концепции климакса не вызывает особых дискуссий сам факт так называемой ступенчатой эволюции под влиянием саморазвития. Кстати, концепция климакса неразрывно связана с признанием факта саморазвития. Климас – стадия именно саморазвития. Это плато на кривой эволюции, замедление процесса, состояние, квазиравновесное с факторами. Дискутируется моно- или поликлимаксность этого процесса. Вслед за В. А. Ковдой, А. А. Роде и другими мы считаем, что весь фактический багаж почвоведения и общая теория свидетельствуют о справедливости концепции поликлимаксности. В случае признания справедливости представлений о моноклимаксности нам пришлось бы признать возможность полной обратимости, замкнутости процесса почвообразования. Теоретическая несостоятельность такой возможности была показана Роде (1948).

Всем нам памятна дискуссия о соотношении принципов историзма и актуализма в познании почв. По-видимому, эта дискуссия по существу некорректна. Эти принципы не исключают, а дополняют друг друга и не могут вообще противопоставляться. Сейчас это достаточно очевидно. Другой вопрос – соотношение в реальной природе моно- и полигенетичных почв. В этом отношении в

наших взглядах произошли принципиальные изменения. Еще недавно предполагалось, что моногенетичные почвы преобладают в почвенном покрове. Формула Докучаева «факторы–процессы–свойства» понималась как «современные факторы–современные процессы–современные свойства». Так мы объясняли наши «зональные почвы», так определяли почвенный тип, так построены учебники. Специальные исследования и теоретический анализ показали, что на земном шаре преобладают полигенетичные почвы. Это поставило целый ряд очень серьезных теоретических и методологических проблем, большая часть которых далека от разрешения. Это широкое поле для новых теоретических исследований.

Наиболее принципиальные изменения произошли в наших знаниях и теоретических концепциях, касающихся роли почвообразующих пород в почвообразовании. Еще недавно роль пород сильно недооценивалась. Сказывались последствия «смутного времени», когда обвинение в нелояльности к Вильямсу и ярлык «геологическое почвоведение» грозили очень серьезными неприятностями.

Общие теоретические аспекты проблемы «почвообразование и геологический фактор» длительное время не получали должного развития. Эта ситуация очень хорошо отражается в современных учебниках почвоведения, где раздел «почвообразующие породы» представляет собой сжатое изложение сведений по геологии и минералогии и в минимальной степени характеризует роль геологических явлений и закономерностей в формировании почв как тел биокосных.

Вспомним основные направления, по которым осуществляется влияние фактора «породы» на почвообразование и по которым могут анализироваться закономерности почвенно-геологического цикла.

*Первое направление – прямое наследование.* Почвенный профиль наследует очень многое из тех свойств, которые были присущи исходным почвообразующим породам. Эти **л и т о г е н н ы е** (унаследованные от пород) почвенные свойства могут играть весьма существенную роль в общем комплексе почвенных свойств. Литогенные свойства имеют очень существенное, часто определяющее, хозяйственное и экологическое значение. Достаточно напомнить, что такие в основном литогенные свойства почв, как их валовый химический состав, литолого-петрографический и минералогический составы, стратиграфическое строение, мощность мелкоземистой толщи и т. п. предопределяют и условия трофности, и водно-физические свойства, и основные мелиоративные особенности почв, тем самым обуславливают возможности и направления использования последних.

В связи с этим очевидна научная и практическая значимость правильного ответа на два вопроса: а) какими свойствами обладали исходные породы до начала почвообразования и б) какие свойства в общем современном комплексе почвенных свойства имеют литогенную природу и унаследованы от исходных пород. В подавляющем большинстве случаев на эти вопросы ответы далеко не очевидны и их получение – дело достаточно трудное. Методология изучения литогенных свойств почв и воссоздания свойств исходных пород разработана слабо. Популярны представления о том, что большинство почв формируются по правилам простых генетических моделей и под почвенным профилем находится неизменная почвообразующая порода, которая может рассматриваться как субстрат, аналогичный тому, из которого сформировался почвенный профиль. Специальная проработка этого вопроса показала, что на суше Земли преобладают почвы, которые формируются по правилам различных сложных генетических моделей и для которых породы, залегающие по профилю, не являются почвообразующими (Соколов, 1993).

Наиболее сложно обстоит дело с диагностикой литогенной природы свойств, которые выглядят как педогенные, а именно литогенных пedomорфных свойств. Напомню наиболее яркие примеры. Литогенная двучленность пород в ледниково-перигляциальных областях, которая традиционно рассматривалась как результат почвообразования и породила известную дискуссию между концепциями оподзоливания и лессиважа. Представление о глинистых минералах как о минералах вторичных, сингенетичных почвенному профилю или гипергенной коре выветривания (в действительности основную роль в формировании глинистых минералов играли процессы эндогенной природы). Практически общеприняты в почвоведении гипотезы почвенного происхождения латеритов, плинтитов и красных ферраллитных кор выветривания (в действительности это феномены, генетически связанные с гидротермальным процессом). Даже концепция почвенно-геохимического континентального соленакопления претерпела принципиальные коррективы после исследования пустынь Центральной Азии, развитых на исходно незасоленных породах и не характеризующихся мощными проявлениями континентального соленакопления.

Как в отечественной, так и в зарубежной литературе очень слабо разработана теория классификации литогенных почвенных свойств. Эти свойства могут послужить основанием для выделения как самых высших классификационных уровней – типов, классов,

порядков, больших почвенных групп (например, ареносоли, ферралитные, дерново-карбонатные, текстурно-дифференцированные почвы и другие), так и самых низких таксономических уровней – разновидностей, фаз и других таксонов низшего уровня, выделяемых по гранулометрическому составу и характеру почвообразующих пород. Теоретическое обоснование правил учета в классификации литогенных почвенных свойств разработано очень слабо. С нашей точки зрения, наиболее логичное решение – разработка классификации литогенно-унаследованных свойств как самостоятельного компонента базовой субстантивно-генетической классификации почв (Соколов, 1993).

*Второе направление – совмещение процессов почво- и породообразования во времени и пространстве.* На земном шаре широко распространены территории, в пределах которых педогенез и литогенез синхронны и сингенетичны. На таких территориях широко распространены поверхностные образования, которые сформированы этими двумя группами процессов и под их же совместным влиянием продолжают свое развитие – синлитогенные почвы или педолиты. В. В. Докучаев называл их полупочвами (пустыни, вулканические области, поймы рек и т. п.). Законы формирования синлитогенных почв, генетические модели их формирования принципиально отличны от законов формирования почв простых генетических моделей. Методология их изучения основывается на использовании концепций и методов как почвоведения, так и учения о литогенезе.

Не менее сложную для научного понимания группу образуют синденудационные почвы, формируемые одновременно процессами почвообразования и денудации. Теоретические аспекты их генетической интерпретации разработаны еще слабее.

*Третье направление – предопределение направления почвообразовательного процесса.* Исходные свойства почвообразующих пород не только образуют комплекс литогенно-унаследованных почвенных свойств, но и оказывают принципиальное влияние на формирование собственно педогенных почвенных свойств, на направление почвообразовательного процесса. Это, казалось бы достаточно очевидное и тривиальное, утверждение в действительности далеко не всегда понимается и уж во всяком случае понимается не однозначно. Напомним, что еще недавно были весьма популярны представления о «зональном почвенном типе», который должен формироваться в данной климатической зоне на любых почвообразующих породах (Афанасьев, 1933). Принципиально близки к этим представлениям концепция климакса как единого стабильно-

го результата эволюции (становления) ландшафта и почв в процессе их саморазвития в стабильных климатических условиях.

Заметное влияние этих представлений можно найти в утверждении о том, что основным механизмом влияния пород на почвообразование является обмен веществом между исходной породой и продуктами почвообразования. При этом этот процесс активен только на первых стадиях почвообразования, а в зрелых почвах он затухает, и влияние пород выражается только в обмене веществом между почвой и почвообразующей породой.

В действительности влияние пород гораздо разнообразнее и глубже. В настоящее время надежно установлено, что полной конвергенции в результате почвообразования не происходит. На разных почвообразующих породах в одних и тех же условиях климата формируются разные типы почв. Это явление может быть определено как литогенная матричность почвообразования. Предложена концепция зонального литогенного спектра автономных почв, характеризующего почвообразующий потенциал климата. Установлено, что в условиях гумидного климата степень литогенного разнообразия почв максимальна. Соответственно максимальна и роль литогенной матрицы в структуре почвенного покрова на всех уровнях его организации (Неуструев, 1930; Ливеровский, 1978; Соколов, 1990 и др.).

*Четвертое направление – формирование литогенных почвоподобных тел или экпочв.* Геодерма суши Земли образована не только собственно почвами. «Кожа Земли» имеет сложный состав, в котором, кроме почв, широко представлены тела биологической (торфа) или геологической (свежие рыхлые наносы, обнаженные породы) природы, выполняющие экологические и биосферные функции почв. Они обеспечивают жизнь растений, служат экраном на пути поступающих из атмосферы веществ, влияют на все остальные компоненты ландшафта, используются в хозяйственном отношении. Эти тела генетически связаны с почвами во времени и пространстве целым рядом образований промежуточного характера. Вместе с собственно почвами и полупочвами они образуют ту генеральную совокупность объектов, которую реально изучает почвоведение, – экпочвы. Совершенно очевидно, что роль собственно почвенных процессов в формировании всех этих природных тел принципиально различна, различно и соотношение почвенных процессов и процессов иной (геологической или биологической) природы. Это, в свою очередь, означает, что изучать все эти объекты и образуемую ими геодерму или кожу Земли (принципиальным компонентом которой является почвенный по-

кров) необходимо с использованием сложной комплексной методологии, основанной на концепциях и системах методов, разработанных не только в почвоведении, но и в других науках биосферного и геосферного циклов.

Актуальным стратегическим направлением развития почвоведения становится в настоящее время разработка единой теоретической концепции экопочв (с собственно почвами как понятийным центром) и геодермы (с почвенным покровом как понятийным центром).

В этом общем стратегическом направлении уже сейчас наметились некоторые злободневные проблемы тактического плана:

- разработка системы методов для надежного разделения всей совокупности почвенных свойств на собственно педогенные и литогенно-унаследованные и установления (поневоле гипотетического) свойств, которые были присущи той толще почвообразующей породы, из которой сформировался почвенный профиль;

- разработка классификации почв по их литогенно-унаследованным свойствам и единой базовой субстантивно-генетической классификации экопочв (всех природных и антропогенных тел от собственно почв до непочвенных образований, выполняющих экологические и биосферные функции почв и вместе с почвами образующих геодерму);

- разработка принципов и методов картографирования литогенно-унаследованных почвенных свойств и литогенных экопочв. Особую актуальность эта проблема приобретает, когда речь идет об экологически значимых педоморфных литогенных свойствах, таких как мощность легкой части профиля текстурно-дифференцированных почв, которая до сих пор оценивается как степень оподзоленности; наличие и глубина залегания латерита и плинтита в тропических почвах, которые принято считать результатом современного или древнего гидроморфного почвообразования; ферраллитный состав и красный цвет почв на древних корках выветривания, которые рассматриваются как норма автономного тропического почвообразования и др. Все эти характеристики мы до сих пор пытаемся картографировать, исходя из почвенно-генетических принципов, что порождает массу противоречий и не позволяет отразить на картах реально существующие пространственно-территориальные закономерности. Методы картографирования этих свойств должны быть адекватны их генетической (литогенетической) природе;

- теоретическая разработка проблемы хозяйственно-экологической интерпретации литогенных почвенных свойств и лито-

генных компонентов геодермы. Отдельные фрагменты этой общей большой проблемы изучаются давно и плодотворно – агроэкологическая характеристика пород и материалов, используемых для рекультивации антропогенно-нарушенных территорий, агроэкологическая характеристика поверхностных отложений на территориях, подверженных эрозии и дефляции, флювиальных отложений и т. п. Делаются плодотворные попытки дать агроэкологическую оценку почв по их минералогическому составу (Градусов, 1995; Чижикова, 191 и др.).

Целостное теоретическое осмысление проблемы требует развития таких незаслуженно скомпрометированных и полузабытых направлений, как экологическая и агрономическая геология (и минералогия?).

В настоящее время было бы правильное говорить не только о породе как факторе почвообразования, а о геологическом факторе почвообразования во всех аспектах его проявления: почвообразующие породы, диагенетические допочвенные процессы их преобразования, сингенетичные почвообразованию геологические процессы, геохимическая аккумуляция веществ и др.

Обобщая сказанное выше, можно полагать, что одним из актуальных стратегических направлений развития почвоведения является восстановление и развитие научных и организационных связей и со всем комплексом наук о Земле, начиная от расширения и повышения уровня географо-геологической подготовки будущих почвоведов в высших учебных заведениях и кончая организацией совместных работ и научных форумов. В некоторых разделах почвоведения, где эти связи хорошо налажены, положительные результаты очевидны (палеопочвоведение, криопедология, геохимия почв). Необходимость резкого расширения и углубления подобных контактов и их взаимная плодотворность определяется самой сутью почвоведения как фундаментальной науки интегрального характера, самой природой поставленной в центр всех взаимодействий в биосфере как науки о земле – «зеркале и памяти ландшафта».

Очень плодотворно шло развитие учения о почвообразующей роли рельефа. На основе представлений и генетической соподчиненности почв родилось учение о почвенных catenaх, о мезо- и микроструктуре почвенного покрова и возникла новая наука – геохимия ландшафта. Определенную оживляющую роль в этом сыграла дискуссия о специфичности горного почвообразования. В настоящее время она уже не столь актуальна. Достаточно ясно, что горные почвы – понятие не генетическое и не классификационное,

если речь идет о генетических, а не факторно-генетических классификациях, а географическое. Специфичны не компоненты, а их комбинаторика, т. е. почвенный покров.

Очень большое внимание было уделено роли климата. Именно климатические закономерности почвообразования длительное время были в центре внимания. Это связано с тем, что на первом этапе развития генетического почвоведения главное внимание уделялось поиску наиболее общих географических закономерностей. Такой закономерностью считалась климатическая зональность. Роль климата в то время понималась несколько упрощенно, часто даже гипертрофированно. Среди параметров климата на первое место ставились тепловые энергетические ресурсы. Наиболее общей закономерностью считалось наличие на земном шаре термических поясов, которые автоматически трансформировались в почвенно-климатические как закономерность первого уровня.

Эта концепция была дискуссионна не только в почвоведении, но и в географии. Григорьев (1954, 1970), Григорьев и Будыко (1956) убедительно показали, что основным фактором, определяющим не только качественную направленность, но и интенсивность физико-географического процесса, является не столько термика, сколько условия увлажнения. Эта закономерность в настоящее время убедительно доказана и в почвоведении. Ливеровский (1978) показал отсутствие почвенно-генетического единства термических поясов. Работами Высоцкого (1901), Фридланда (1959) и нашими (1986, 1990, 1993) доказано, что зональность почвенного покрова Русской равнины, которая формируется на фоне изменения и запасов тепла, и увлажнения обусловлена в первую очередь именно увлажненностью. Закономерная секвентность почв в ряду подзол-серая-чернозем-каштановая, в принципе, возможна даже против термического градиента. М. А. Глазовская высшей категорией считала почвенно-геохимическое поле, коррелирующее с увлажнением. Наиболее общей закономерностью в педосфере является ее дифференциация на педокосм аридного и педокосм гумидного почвообразования. Еще ранее это было показано Страховым (1960) для литогенеза.

*Расширение экологического пространства.* По мере развития наших знаний и расширения диапазона почвенных географо-генетических исследований существенно обогащались наши знания и о причинах разнообразия почв, и о количестве факторов почвообразования. Как уже говорилось выше, в настоящее время в качестве таковых, помимо пяти докучаевских факторов и человеческой деятельности, рассматриваются: современный континентальный

литогенез и денудация, криогенез и вечная мерзлота, вулканическая и гидротермальная деятельность, грунтовые воды и геохимический поток вещества. Не касаясь конкретных закономерностей и почвообразующей роли каждого фактора, остановимся только на самых общих проблемах, возникающих в связи с расширением почвенно-экологического пространства:

1. В отличие от пяти докучаевских факторов, которые обязательны и ни один из которых не может быть исключен, только что перечисленные факторы в принципе для формирования почв не обязательны. Это позволяет все факторы почвообразования разделить на две группы: а) обязательных (повсеместных) и б) факультативных (дополнительных или локальных).

2. Многие из этих факторов при своем активном воздействии не только влияют на почвообразование, но могут подавлять его и могут формировать поверхностные тела, которые, строго говоря, не являются почвами. Докучаев определял их как полупочвы или свежие молодые отложения различного генезиса; обнаженные денудацией породы, солевые коры, криолиты и т. п. Все эти тела связаны с почвами телами промежуточного характера (полупочвами): аллювиальными, вулканическими почвами, солончаками, смытыми и намытыми почвами и т. п. Кроме того, все эти тела выполняют основные экологические и биосферные функции почв — создают условия для произрастания растительности и служат экраном на пути атмосферных загрязнителей, т. е. выполняют функцию кожи Земли или геодермы. Все эти тела — и почвы, и непочвы, хотим мы того или нет, реально уже включены в сферу интересов почвоведения. Предложено понятие «экопочвы», охватывающее как собственно почвы так и все остальные тела полупочвенной или даже непочвенной природы, выполняющие биосферные функции почв. Совершенствуя теоретические концепции почвоведения, мы должны считаться с этим обстоятельством. При этом, с нашей точки зрения, совершенствуя теоретическую базу науки, нужно одновременно иметь в виду и реальное расширение представлений об объекте почвоведения, и тот факт, что центральным объектом науки, ее ядром, должно оставаться учение о собственно почве как самостоятельном природном теле, не имеющем резких границ с другими телами, образующими геодерму, ни на физическом, ни на понятийном уровнях.

3. Участие дополнительных факторов меняет сами законы почвообразования, те самые общие механизмы и их соотношения, в результате которых формируется почвенный профиль. А это значит, что должна меняться и методология почвенно-генетического

анализа, т. е. самые общие правила, которыми мы руководствуемся при генетических исследованиях. Это дало основание предложить концепцию генетических моделей почвообразования. Коротко ее суть заключается в следующем. Все многообразие генетических моделей почвообразования можно разделить на две группы: простые и сложные. Простая модель: породы однородны, факторы от 0-момента до момента наблюдения не менялись. Правила анализа: 1) погоризонтное сравнение состава и его сопоставление с составом горизонта С характеризует результаты почвообразования и является его и только его итогом; 2) причиной возникновения профиля послужили наблюдаемые факторы, изменение в характере и интенсивности почвенных процессов было обусловлено только саморазвитием почв; 3) изучение современных почвенных процессов и режимов дает существенную информацию для понимания генезиса почвенных твердофазных свойств. Сложные модели: почвообразование происходило на неоднородных породах, прерывалось или осложнялось литогенезом и/или денудацией, в процессе почвообразования менялись его факторы, почвообразованию предшествовало выветривание непочвенной и даже не гипергенной природы и т. п. Достаточно даже одной из этих причин, чтобы правила, которые мы используем для понимания генезиса почвенных свойств, оказались недостаточными, тем более они недостаточны или даже непригодны, когда мы имеем дело с целой комбинацией осложняющих факторов.

В настоящее время предложена типизация сложных моделей и сформулированы правила их генетического анализа. Выделены следующие типы моделей: синлитогенные (с подразделением на флювиальные, золовые, криогенные, вулканогенные), синденудационные, синтурбационные, сингидротермальные, синхемогенные, антропогенные, полигенетичные, комбинированные. Все они могут быть палео- (палеосинлитогенные, палеогидротермальные и т. п.). Их характеристика опубликована (Соколов, 1993), поэтому здесь мы на них подробно останавливаться не будем. Подчеркнем только два обстоятельства:

1. В отличие от столь популярных до сих пор представлений о преобладании простых моделей, установлено, что на земном шаре преобладают различные типы сложных моделей.

2. Сложные модели не только не могут анализироваться по правилам простых, но каждый тип сложной модели требует своих собственных правил анализа. Наиболее трудно понять эти правила для почв, формирующихся по типу комбинированных моделей, таким образом, генетическому анализу должен всегда предше-

вать этап установления модели формирования почв и выбора адекватных правил анализа.

Не столь очевидно решение традиционно дискуссионной проблемы так называемого «ведущего фактора». Казалось бы, указание Докучаева на то, что все почвообразователи в равной степени нужны для формирования почв и ни один из них не может быть исключен закрывает проблему и делает дискуссию бесплодной. С этой точки зрения обсуждение вопроса «какой фактор важнее» так же не имеет смысла, как и вопрос о том, что важнее для жизни: вода, воздух или пища. Однако с удивительным постоянством тезис о равноправии факторов в литературе уживается с утверждением о ведущей роли одного из факторов. На роль ведущего выдвигались то порода, то климат, то биота. Часто говорилось о ведущей роли биоклиматического фактора. По-видимому, это закономерно и имеет определенный смысл, который нужно найти, понять.

Нам представляется, что это противоречие связано с тем, что когда мы одновременно говорим о равноправии факторов почвообразования и о ведущем факторе почвообразования, мы в действительности одним и тем же термином «почвообразование» обозначаем два разных понятия. В первом случае мы подразумеваем абстрактное понятие о почве как самостоятельном природном теле и о процессе его образования. В этом случае этот тезис совершенно справедлив – все факторы в равной степени не могут быть исключены и с этой точки зрения, в этом смысле ни равноправны. Во втором случае имеется в виду разнообразие почв, так как тезис о возможности ранжирования факторов по их роли в почвообразовании всегда аргументируется сравнением почв, результатами почвообразования в разных условиях, только так его можно поставить в принципе. Иными словами, речь идет не о единстве, а о многообразии результатов почвообразования и о причинах этого многообразия. В таком случае постановка вопроса о сравнительной роли факторов в возникновении разнообразия не только уместна, но и совершенно необходима.

Обсуждаемое традиционное противоречие решается раздельной формулировкой докучаевского постулата: 1. Все пять докучаевских факторов в равной степени не могут быть исключены, почва всегда формируется и живет под их влиянием, в этом смысле все они равноправны. 2. Разнообразие почв также определяется всеми пятью факторами, однако степень их влияния всегда различна. Закономерности влияния факторов и поиск ведущего фактора дифференциации почвенно-экологического и почвенно-географического пространства являются предметом интересного и нужного

научного анализа. Например, в равной степени верны утверждения: а) почвы Русской равнины сформированы при равноправном влиянии всех факторов почвообразования и б) зональность почв Русской равнины (т. е. их разнообразие и пространственная локализация) определяются в первую очередь климатом.

Заметно усовершенствовалась система методов изучения географии почв. Огромную роль сыграло появление дистанционных аэрокосмических методов. Вместе с тем теоретические основы методологии географии почв не претерпели принципиальных изменений. Они базируются на познании зависимости почв от доступных прямому изучению факторов почвообразования, составлению на этой основе почвенных карт и их научном анализе. Для познания «скрытых» закономерностей используется вероятностно-статистические методы.

Традиционно трудной методологической проблемой остается генерализация крупномасштабных карт и составление на этой основе мелкомасштабных и обзорных карт. В эту процедуру практически всегда закладывается какая-то научная концепция, которая, естественно, находит отражение на обзорной карте. Само по себе это не вызывает возражений. Но нередко при научном картографическом анализе эти карты используются для доказательства справедливости исходной концепции. Некорректность такого приема очевидна: карта может только иллюстрировать или визуализировать исходную теоретическую концепцию, но не доказывать ее справедливость.

## МЕСТО ПОЧВОВЕДЕНИЯ В СИСТЕМЕ НАУК

Полностью подтвердились предсказание Докучаева о судьбе генетического почвоведения и о его месте в системе науки. Около 100 лет назад В. В. Докучаев предвидел становление «учения о тех многосложных и многообразных соотношениях и взаимодействиях, а равно и о законах, управляющих вековыми изменениями их, которые существуют между, так называемыми, живой и мертвой природой ... и человеком, гордым венцом творения... Находясь по самой сути дела можно сказать в самом центре всех важнейших отделов современного естествознания ... и, таким образом, естественно, сближая и даже связывая их, эта очень иная, но зато исполненная чрезвычайного, высшего, научного интереса и значения, дисциплина с каждым годом делает все новые и новые успехи ... и уже недалеко то время, когда она, по праву и великому для судеб человечества значению, займет самостоятельное и вполне почетное ме-

сто, со своими собственными, строго определенными задачами и методами... Ближе всего к упомянутому учению, составляя может быть, главное центральное ядро его, стоит новейшее почвоведение, понимаемое в нашем, русском смысле слова» (Докучаев, 1994, с. 183–184). Пророчество Докучаева сбылось. Эта новая наука получила всемирную известность как учение о биосфере, разработанное его учеником В. И. Вернадским (1926). К этому учению вплотную примыкает современная экология – наука об условиях жизни организмов, включая человека. Генетическое почвоведение сыграло огромную роль в становлении этих научных дисциплин и составляет неотъемлемую часть их «центрального ядра».

### ОСНОВНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ В ПЕДОСФЕРЕ

В рамках раздела невозможно не только проанализировать, но и просто перечислить те *основные конкретные закономерности генезиса, экологии и географии почв*, которые были установлены в докучаевское и последокучаевское время. Остановимся только на тех, которые представляют, с нашей точки зрения, наиболее общий интерес.

Принципиально изменились представления о генезисе большинства почв так называемого «зонального» ряда почв Русской равнины (тундровых, подзолистых, серых, черноземов, каштановых). Установлены их полигенетичность и наличие свойств, унаследованных от основных этапов истории голоцена и позднего плейстоцена (Александровский, 1988; Алифанов, Иванов, Соколов, 1995). В максимальной степени это относится к текстурно-дифференцированным почвам. Оказалось, что а) текстурно-дифференцированный профиль подзолистых и серых лесных почв существовал к началу атлантического оптимума и б) в течение второй половины голоцена, начиная с оптимума, на исходно однородных породах текстурно-дифференцированный профиль не формируется. Это дало основания для проверки гипотезы об их исходной дифференциации. Была усовершенствована система методов диагностики исходной литологической неоднородности. Ее применение к изучению большинства тех эталонных объектов, на основе которых сформировались традиционные представления педогенной дифференциации подзолистых почв (процессами лессиважа и/или оподзоливания), показало, что а) все эти объекты сформированы на исходно двучленных породах, б) исходная литологическая граница между горизонтами A2 и Bt за время почвообразования не изменила своего положения и в) изменение гранулометрического

состава исходных слоев под влиянием почвообразования было столь малым, что установить его с достаточной достоверностью не удастся. Этот факт позволил понять многие необъяснимые ранее географические закономерности и предложить более корректные решения классификационно-терминологической проблемы (Соколов, 1988).

Принципиально изменились представления о роли антропогенных процессов в формировании почв. Выяснилось, что антропогенно-деградационное почвообразование может протекать очень быстро и иметь не только уже хорошо известные формы (эрозия, вторичное засоление, срабатывание торфяной залежи и т. п.). Достаточно неожиданным оказалась быстрая деградация черноземов (которые всегда считались одним из наиболее устойчивых к трансформации типом почв) при их химизации и орошении за счет слитизации, дегумификации и абиотизации. Реабилитация черноземов стала одной из самых актуальных генетических проблем.

Обоснована гипотеза не почвенно-гипергенного, а гидро-термального происхождения так называемых древних пестроцветных кор выветривания (аллитных, ферритных, ферраллитных, латеритных и т. п.). Это позволило принципиально по-новому оценить основные закономерности генезиса, экологии и географии почв тропиков и субтропиков, предложить принципиально новые классификационные, терминологические решения, основанные не на литогенных свойствах (аллитность, ферраллитность, красноцветность, латеритность и т. п.), а на собственно педогенных свойствах (гумусовый профиль, почвенный поглощающий комплекс, педогенные генетические горизонты и др.). Это обещает сделать общую классификацию почв мира внутренне менее противоречивой, ликвидировав известное традиционное противоречие в принципах классификации почв тропических и внетропических площадей.

Бурно и нередко в остродискуссионной форме развивались представления о закономерностях экологии почв. Максимальное внимание было уделено климату и биоте. Почва и почвенная биота представляют собой настолько взаимообусловленную систему, что рассматривать растительность (пусть даже условно) как независимый от почв фактор почвообразования очень трудно. Чаще приходится говорить о почвенно-биологических закономерностях. Основными направлениями изучения в этой области были распределение почв в экологическом поле климатических параметров, коэволюция почв и биоты при изменениях климатических условий,

фитогенные структуры почвенного покрова, биологическая диагностика почв, влияние биоты на гумусообразование и внутрипочвенное выветривание. В последнее время популярны исследования-прогнозы возможных изменений системы «почва-биота» при глобальных климатических изменениях и проблема реабилитации почвенной биоты, загубленной различного рода загрязнителями.

Традиционным для русского почвоведения было стремление понять почвенно-климатические макрозаконмерности. Начало этой традиции было положено учением Докучаева о почвенно-климатической зональности, которое справедливо рассматривалось как концептуальный центр генетического почвоведения. Впоследствии зависимость почвообразования от климата не раз становилось предметом изучения не только качественными, но и количественными методами (Иванова, 1956; Иенни, 1948; Волобуев, 1963; Соколов, 1993).

Было подтверждено, что первостепенное значение среди всех факторов, определяющих распределение почв в современном экологическом и географическом пространстве, имеет именно климат. Среди климатических характеристик главную роль играет увлажненность (Соколов, 1993). В полном экологическом пространстве обособляются два принципиально различных мира почв: педокосм аридного и педокосм гумидного почвообразования. Аридный педокосм – мир аккумулятивных, насыщенных, нейтрально-щелочных, карбонатных и/или засоленных ксероморфных почв; гумидный педокосм – мир элювиальных, выщелоченных, кислых, ненасыщенных, ферриаллитных мезоморфных и гидроморфных почв. Можно говорить о самостоятельности мира почв сбалансированного увлажнения. Специфичным для этого педокосма является относительно максимальные для каждого термического уровня биологическая продуктивность и степень гумусированности почв. Таким образом, решающим макроклиматическим фактором является не количество тепла и не количество осадков, а их соотношение, которое определяет реальную атмосферную увлажненность территории и тип водного режима почв. Термические условия сами по себе ответственны, скорее, за интенсивность, но не за направление почвообразовательных процессов. Различен характер климатически обусловленных границ в почвенно-экологическом пространстве: границы, зависящие от изменения увлажненности макроклимата имеют принципиальный качественный характер, хорошо заметны; термически обусловленные границы очень постепенные, размытые, скорее, количественные, чем качественные (Фридрианд, 1959; Соколов, 1993).

В природе все факторы почвообразования действуют не изолированно. Они связаны между собой и с почвообразованием прямыми и обратными связями. Это делает все выводы о роли отдельных факторов в какой-то мере условными и недостаточными для понимания реальных почвенно-экологических закономерностей. Хорошо известна закономерность так называемой взаимокompенсации факторов (Глазовская, 1981), когда различное их сочетание приводит к принципиально близкому результату: типичный пример – проникновение по кварцевым пескам подзолистых почв в условия полуаридного климата. В более общей форме можно говорить о законе сложной иерархии факторов (Соколов, 1993): степень универсальности влияния факторов на почвообразование определяется не только характером каждого отдельного фактора, но и соотношением всех остальных факторов; в полном экологическом пространстве факторы образуют сложную и неоднозначную иерархическую систему.

Степень универсальности влияния пород, рельефа и времени в условиях аридного и гумидного климата оказывается принципиально разной. В гумидном климате основное разнообразие направлений почвообразования связано с разнообразием почвообразующих пород (закон максимальной литогенной дивергенции почвообразования в условиях гумидного климата); в аридном климате разнообразие почв обусловлено в первую очередь разнообразием рельефа (закон максимальной топогенной дивергенции почвообразования в условиях аридного климата).

Можно следующим образом генетически объяснить эти закономерности. Гумидное почвообразование имеет в основном элювиально-иллювиальный и метаморфический характер, поэтому разнообразие продуктов почвообразования в первом приближении соответствует исходному разнообразию почвообразующих пород, почвенно-генетическая конвергенция исходных свойств минимальна. Вместе с тем как автономное, так и гетерогенное почвообразование происходит в условиях достаточного или избыточного увлажнения, поэтому спектр автономных и гетерогенных типов почвообразования в гумидном климате принципиально не различается.

Иные закономерности присущи аридному почвообразованию, которое имеет, в основном, аккумулятивный характер. Исходная порода выступает в качестве субстрата, на котором происходит аккумуляция. Почвообразование заметно нивелирует различия свойств пород при почвообразовании. Хотя и в аридном климате не происходит полной конвергенции: на принципиально

различающихся породах почвообразование существенно различно (например, на лёссах – черноземы, каштановые почвы, на кварцевых песках – серопески или примитивные почвы сосновых боров).

Стали более понятны закономерности аутоэволюции (саморазвития) и аллоэволюции (подчиненного развития) почв. Аутоэволюция почв и почвенного покрова происходит под влиянием внутренних процессов и не обусловлена изменением независимых от почв факторов почвообразования. Этот процесс в принципе бесконечный, не имеющий внутреннего механизма завершения (Роде, 1948; Ковда, 1973; Соколов, 1993). Процесс саморазвития происходит неравномерно, он имеет пульсирующий характер. Стадии относительно быстрого изменения свойств (стадии становления), сменяются стадиями относительно медленного развития или квазиравновесного с факторами состояния (так называемого климакса). Следствием поликлиматичности саморазвития почв является возможность существования нескольких разновозрастных климатических типов почв в одних и тех же условиях климата, пород и рельефа. Эта закономерность характерна в основном для условий длительного саморазвития, которое имеет место в тропических и субтропических гумидных обстановках.

Развитие почв, подчиненное изменению факторов (аллоэволюция), имеет полициклический характер: почва одновременно участвует в нескольких циклах эволюции – климатических, геологических, геоморфологических, сукцессионных, антропогенных (Ковда, 1973). Следствием поликлиматичности аутоэволюции и полициклическости аллоэволюции почв является разновозрастность и полигенетичность почв: почвенный покров суши Земли образован разновозрастными почвами, среди которых преобладают почвы полигенетичные. Этот факт имеет, по крайней мере, два методологических следствия: а) при выяснении почвенно-генетических закономерностей с использованием сравнительно-экологического подхода (и одного из его методов – сравнительно-географического) сравниваться должны почвы, имеющие принципиально близкий возраст, если изучается роль климата, пород или рельефа и б) правильное понимание почв и почвенного покрова возможно только на основе исторического подхода, включающего в себя и принцип актуализма.

Общий закон разновозрастности и полигенетичности может быть конкретизирован применительно к различным природным обстановкам. В ледниково-перигляциальных областях почвы и почвенный покров сравнительно молоды (голоцен–верхний плейстоцен), но очень полигенетичны. Почвы прошли сложную подчи-

иенную эволюцию в быстро и контрастно меняющейся обстановке – от перигляциальной криоаридной до современной. Голоцен был периодом относительного литологического покоя, поэтому почвенный покров ненарушенных территорий монокхронен.

В тропических и субтропических гумидных условиях почвенной покров очень древний (сотни тысяч и миллионы лет). Тем не менее эволюция почв и почвенного покрова обусловлена, преимущественно, процессами саморазвития, так как климатическая обстановка длительное время оставалась сравнительно стабильной. Преобладают моногенетичные и аутополигенетичные почвы. Относительный литологический покой способствовал сохранению на поверхности древних гидротермальных кор выветривания аллитных, ферритных, ферраллитных, латеритных и т. п., на которых формируются почвы, наследующие эти весьма устойчивые к дальнейшим гипергенным преобразованиям свойства.

В аридных условиях почвы и почвенный покров молоды, их обновление обусловлено высокой активностью дефляции эолового и аэриального седиментогенеза. Региональность и даже локальность этих процессов приводят к полихронности (разновозрастности) почвенного покрова и полигенетичности почв. Специфическим компонентом почвенного покрова являются здесь древние почвы, которые были погребены и затем обнажены дефляцией и вновь функционируют как современные. Многие свойства таких почв являются реликтовыми.

Сравнительно молод (голоцен и моложе), но всегда полихронен почвенный покров криогенных областей. Большинство почв здесь алло- аутополигенетичны. Механизм обновления почв и почвенного покрова – синхронный почвообразованию криолито-генез.

В условиях современного вулканизма почвенный покров очень молод (обычно десятки и сотни, реже первые тысячи лет). Почвы имеют сложный полигенетичный профиль. В почвенном покрове выделяются регионы различного возраста, но монокхронные внутренние.

На качественно новый уровень поднялись наши знания о разнообразии почв Земли и о закономерностях их географического распространения. Но они не перестали быть дискуссионными. Стоит подчеркнуть, что дискуссионны не фактические знания о разнообразии почв и их пространственной локализации (в настоящее время почвенные исследования охватили практически все природные обстановки, существующие на Земле, а использование аэро-космических методов позволило достаточно точно отразить их

географическую приуроченность), дискуссионны теоретические попытки понять общие законы экологии, генезиса и географии почв и визуализировать эти законы в форме обзорных почвенных карт. В самой общей форме можно следующим образом оценить существующую в настоящее время ситуацию.

В географии почв реально существуют два направления: а) изучение географических закономерностей распространения тех или иных почв – почвенная ареалогия и б) изучение закономерностей формирования почвенного покрова и географии типов почвенного покрова – учение о структуре почвенного покрова. Почвенная ареалогия до сих пор развивается в значительной мере стихийно. Этот раздел науки не имеет сформулированных общих законов, своей методологии, своего понятийно-терминологического аппарата. Пока он существует как сумма знаний о конкретных закономерностях географии почвенных типов.

Теоретические работы в области географии почв касаются главным образом закономерностей структуры почвенного покрова. Длительное время в центре внимания было стремление познать самые общие закономерности мега- и макроструктуры почвенного покрова Земли. Предложено несколько моделей глобальной структуры почвенного покрова: зонально-поясная (Герасимов, 1964; Иванова, 1976); зональная (Докучаев, 1994); фациально-провинциальная (Герасимов, 1966); почвенно-геохимических областей и секторов (Глазовская, 1973); эволюционно-историческая (Ковда, 1973); секторов экзогенеза и моделей почвообразования (Соколов, 1993). Каждая из этих теоретических моделей отражает определенный круг закономерностей формирования такого сложного объекта, как почвенный покров суши. Эти модели не столько конкурируют друг с другом, сколько дополняют друг друга, что позволяет надеяться на создание в ближайшем будущем синтетической глобальной модели структуры почвенного покрова.

Исследование мезо- и микроструктуры почвенного покрова одно время находились в тени ярких работ по глобальным почвенно-географическим закономерностям. Развитие крупно- и средне-масштабной почвенной картографии потребовало соответствующих теоретических исследований и обобщений. В настоящее время учение о микроструктуре почвенного покрова представляет собой хорошо разработанный раздел географии почв (Фридрианд, 1972). Вместе с тем исторически сложилось так, что учение о мега- и макроструктуре почвенного покрова и учение о его микро- и мезо-структуре развивались в определенной степени независимо друг от друга. Это привело к известному разрыву между ними. Сейчас ак-

туально их объединение, их синтез в единое учение о структуре почвенного покрова.

В географии почв существуют две давно осознанные, но до сих пор не решенные теоретические проблемы: а) нахождение понятийных и физических границ между почвенным покровом и горизонтально анизотропными почвами; б) разработка классификации структур почвенного покрова. Имеется несколько условных решений этих проблем, но достаточно теоретически обоснованных и общепринятых не существует.

Специально остановимся на проблеме почвенной зональности. Сам Докучаев считал зональность основным законом географии почв. Всю дальнейшую дискуссию в самом первом приближении можно представить себе как стремление, с одной стороны, защитить этот тезис Докучаева и, с другой стороны, попытаться понять все многообразие географических закономерностей, не укладывающееся в исходные докучаевские представления. В значительной мере эта дискуссия была обусловлена разночтениями в толковании того объема понятий, которые обозначались термином «зональность».

Термином «зональность» Докучаевым шифровалась сложная система различных научных понятий и закономерностей, большая часть которых была полностью подтверждена в дальнейшем: представление о системной организации природы, о рефлексорности и сенсорности почв и почвенного покрова, о роли климата как фактора, определяющего наиболее общие закономерности формирования почвенного покрова, и др. Но, кроме того, термином «зональность» была обозначена и вполне определенная конкретная географическая закономерность, установленная Докучаевым при изучении почв Восточно-Европейской равнины и распространенная на всю территорию земного шара. Докучаев считал, что наличие в почвенном покрове широтных зон (полос, поясов), представляет собой глобальную закономерность. Это утверждение и послужило причиной дискуссии. Одни отстаивали справедливость закона зональности (Герасимов, 1976; Глинка, 1927; Иванова, 1976; Сибирцев, 1901), доказывая это фактами из области общетеоретических представлений (действительно справедливых), другие говорили о необходимости уточнения и ограничения закона зональности, так как выяснилось, что почвенные зоны характерны только для определенных условий и не являются глобальной закономерностью.

Зональность возникает при условии относительно однородных на больших территориях пород и рельефа и направленном

изменении увлажненности климата, как это имеет место на большинстве великих материковых равнин (Глазовская, 1973; Ковда, 1973; Ливеровский, 1978; Прасолов, 1978; Соколов, 1993). Разночтение очевидно.

Можно таким образом подвести итоги этой дискуссии: а) большая часть теоретических представлений, развивавшихся Докучаевым как учение о зональности почв, выдержала проверку временем и дала толчок к их осознанию и оформлению в качестве самостоятельных научных понятий и закономерностей (системная организация природы, сложная иерархия факторов, климатическая сенсорность покрова и др.), б) зональность в узком понимании (как климатически обусловленная мегаструктура почвенного покрова) является одной из форм структуры почвенного покрова, но не имеет глобального характера как закономерность первого порядка.

### КЛАССИФИКАЦИОННАЯ ПРОБЛЕМА В ПОЧВОВЕДЕНИИ

Докучаевым создана первая научная классификация почв. Ее принципы полностью сохранены в большинстве существующих классификаций: а) генетический подход, б) разделение на самом высшем уровне почв и непочвенных образований (но включение в классификацию как тех, так и других), в) использование концепции о типах почвообразования (в явной или скрытой форме) для разделения собственно почв на первом по значению уровне. Вместе с тем классификационная проблема всегда была дискуссионна, и эта дискуссионность по мере развития наших знаний не теряет своей остроты. До настоящего времени не существует общепринятой классификации почв мира. Большинство стран пользуется своей национальной классификацией. Предложено и продолжает совершенствоваться несколько вариантов общемировых почвенных классификаций.

Наиболее популярна и наиболее совершенна классификация почв мира, разработанная американской службой охраны почв (Soil Taxonomy, 1975). Достоинства этой классификации достаточно очевидны: а) ее таксономическая система основана на генетических принципах, что обеспечивает ее высокий научный уровень; б) почвы диагностируются по их собственным количественно измеряемым (по стандартным методикам) свойствам, что обеспечивает объективность и воспроизводимость результатов; в) классификация представляет собой исчерпывающую систему, включает в себя все почвы мира, что делает возможным ее использование в любых регионах и любых природных обстановках; г) используется

специально разработанная рациональная терминология; полное наименование почвы соответствует ее месту в таксономической классификационной системе; д) терминология основана на корнях мертвых языков, что снижает проблему национального престижа, резко повышая шансы на признание этой классификации в качестве международной; е) имеется краткий удобный для использования ключ-определитель, который периодически совершенствуется и переиздается.

Несмотря на очевидные достоинства американской классификации и ее широкую известность, она редко используется в странах со сложившимися научными школами и устоявшимися национальными научными классификациями. Не получила она официального признания и на международном уровне. Считается, что международная классификация должна создаваться коллективными усилиями ученых, принадлежащих к разным научным и национальным школам. Поэтому для разработки международной классификации почв созданы и функционируют различные международные научные группы. Нам представляется, хотя реальные шансы на официальное научное признание у классификации, которая будет разработана в результате деятельности этих групп, максимальны, научное значение этой «коллективной» классификации будет итогом компромисса между учеными и потому неизбежно будет носить эклектичный характер. Кроме того, максимальные шансы на общее согласие имеют достаточно традиционные научные взгляды и подходы. Оригинальные и новые научные идеи далеко не сразу получают общее признание. Это обстоятельство объясняет консервативность классификаций, полученных в результате коллективных компромиссов и договоренностей. Существующий опыт работы международных научных коллективов подтверждает эту мысль. Хотя такие работы, безусловно, имеют большую значимость, способствуя взаимообогащению и взаимопониманию участников, их теоретическое значение сравнительно невелико.

Коротко охарактеризуем состояние классификационной проблемы на родине генетического почвоведения. После появления первой научной классификации Докучаева последовал буквально «взрыв» новых классификационных решений (Высоцкий, 1901; Глинка, 1927; Коссович, 1910; Сибирцев, 1901). Все они были основаны на генетических принципах, все они в форме почвенных классификаций стремились отразить те или иные законы генезиса, экологии и географии почв. Последние два обстоятельства (общая генетическая платформа и взаимная дополняемость) позволяют оценить этот этап как период создания научной базы для будущего

объединения разных классификационных подходов в единую генетическую почвенную классификацию. Очень важно подчеркнуть, что русская генетическая школа с момента возникновения решала классификационную проблему не как национальную, а как общенаучную. Именно это надолго сделало отечественную классификационную школу безусловным лидером в мировой науке.

Следующий этап мощного развития классификационной проблемы в нашем почвоведении приходится на 40–60-е гг. XX в. Это был период многочисленных попыток объединить все теоретические достижения первого этапа в единые классификационные решения (Волобуев, 1963; Герасимов, 1976; Глазовская, 1981; Иванова, 1976; Ковда, 1973 и др.). Предлагаемые классификации имели различные «оттенки» (географический, экологический, геохимический, эволюционно-исторический, генетический), но их объединяло то, что все они исходили из широко понятых генетических принципов представляли собой исчерпывающие схемы классификаций почв мира. Это позволило отечественной классификационной школе длительное время удерживать лидирующее положение и оказывать влияние практически на все национальные школы.

Ситуация начала меняться в конце 60-х гг. Развитие почвенной съемки во всем мире, резкое расширение самых различных международных работ сделали необходимым доведение общих теоретических схем до формализованных конструкций, обеспечивающих объективную воспроизводимость классификационных решений. Потребовалось создание классификации почв мира, в которой все таксономические уровни – от самых низких, которые используются при почвенных съемках для практических целей, до высших, кажущихся теоретическими абстракциям, – количественно диагностировались бы по единым методикам и по достаточно устойчивым во времени почвенным свойствам.

Эти задачи первыми осознали и решили американские почвоведы. Произошла смена лидера. И дело не только в том, что американские почвоведы первыми поняли ситуацию и выбрали верное направление научного поиска. Решение этой проблемы потребовало создания мощного научного коллектива, длительно и целенаправленно обобщающего фактический материал по почвам всего мира и работающего с огромным, по нашим меркам, финансированием. В наших условиях создание подобного коллектива было нереально тогда и еще более нереально в настоящее время.

В последние годы в нашей стране работы по созданию классификации почв мира формально прекращены. Официально разрабатывается только классификация почв России. Вместе с тем

авторские попытки предложить более совершенные принципы и схему классификации почв мира продолжают (Фридланд, 1982; Соколов, 1993). С нашей точки зрения, эти теоретические разработки имеют ряд принципиальных достоинств, однако существующие объективные и субъективные обстоятельства не позволяют рассчитывать на доведение этих теоретических схем до состояния, когда классификация может быть использована не только для теоретического осмысления, но и для практического использования.

Докучаевым была сделана попытка разработать свод законов почвообразования (1949, 1994 и др.). Подобные попытки предпринимались в дальнейшем (Розанов, 1977; Соколов, 1986, 1993). Нельзя сказать, что этот опыт был вполне успешным и привел к достаточно признанным результатам. Однако стремление понять основные законы возникновения, организации и функционирования педосферы и привести их в какую-то иерархическую систему представляется закономерным. «Мы должны изучать почвы научно, мы должны уловить законы их происхождения и развития. Уметь предсказывать их появление... На этой основе сказать, в чем их недостатки, что с ними делать» (Докучаев, 1994, с. 115) – научное кредо, завещенное нам основоположником генетического почвоведения – фундаментальной науки биосферного цикла.

## **ПОЧВООБРАЗОВАНИЕ – КОМПОНЕНТ ЭКЗОГЕНЕЗА, ПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ – КОМПОНЕНТ ГЕОДЕРМЫ**

---

### **ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ, ОСНОВНЫЕ КОНЦЕПЦИИ И ПОНЯТИЯ**

Почвенный покров представляет собой саморазвивающуюся систему открытого типа. Вместе с тем он является подсистемой системы более высокого уровня организации. В качестве таковых достаточно традиционны представления о почве как компоненте биосферы и ландшафта. Биосферная и ландшафтообразующая роль почв, закономерности прямых и обратных связей, которыми почвы связаны с ландшафтом и биосферой, имеют давнюю историю изучения и изучены весьма основательно.

Не столь традиционны представления о почвообразовании как компоненте экзогенеза. Напомним, что под экзогенезом мы понимаем закономерное единство процессов, преобразующих верхнюю часть литосферы, ее поверхностную оболочку, и формирующих геодерму, в состав которой входят минеральные, органогенные и органо-минеральные тела: обнаженные денудацией изверженные плотные породы, рыхлые отложения различного генезиса, почвы, торфа и др. Компонентами экзогенеза являются все процессы, образующие геодерму: седиментогенез, эффузивный и эруптивный вулканизм, денудация, почвообразование, выветривание, гидротермальный метасоматоз, гидрогенные миграция и аккумуляция веществ, торфообразование, минерализация и др. Основные положения концепции экзогенеза, его региональная характеристика и некоторые конкретные закономерности были рассмотрены ранее (Соколов, 1973; Соколов, Градусов, 1981; Соколов, 1993). Было бы заманчиво попытаться понять почвенный покров одновременно и как компонент ландшафта и биосферы, и как компонент геодермы – продукта экзогенеза. Можно полагать, что отражением интегральной биосферной, ландшафтной и экзосферной роли почвы как той точки, в которой сфокусированы все природные взаимодействия, должно быть структурирование на глобальном уровне как геодермы, так и почвенного покрова.

Сделаем попытку выделить основные типы экзогенеза и охарактеризовать их пространственную локализацию.

Материал, изложенный в этой главе, может рассматриваться в качестве теоретической основы всей книги, поскольку именно в ней формулируются главные научные концепции, которые в дальнейшем либо получают развитие, либо становятся той аксиоматикой, в рамках которой ведутся все дальнейшие рассуждения.

Цель исследования – попытаться найти самые общие закономерности организации педосферы. Это нужно, в первую очередь, для того, чтобы «... заставить думать о вещах в таких группах ..., а об этих группах в таком порядке, который всего скорее позволил бы нам припомнить и всего лучше утвердил бы в нашем уме их законы» (Милль, цит. по: Глинка, 1935, с. 297). Это должны быть группы, «относительно которых возможно высказать наибольшее число общих предположений и притом предположений более важных, чем можно утверждать относительно всех других групп» (там же). Формулировка по форме несколько старомодна (и речь шла о целях классификации), но научная суть проблемы передается очень точно и полно.

Существует и сугубо практическая сторона проблемы. В настоящее время человеческая деятельность стала глобальным фактором трансформации окружающей среды, экологические последствия техногенеза вышли за региональные и государственные границы и стали мощным ландшафтообразующим и геополитическим фактором. Человечество вплотную подошло к тому рубежу, за которым изменения могут принять катастрофический, обвальный и необратимый характер. Решение двух основных глобальных проблем – продовольственной и сохранения окружающей среды – возможно только на основе глобальных межгосударственных программ, научным фундаментом которых должно стать знание общих законов организации и функционирования педосферы как основного компонента биосферы.

Попытки решить поставленную проблему предпринимались неоднократно. Первая попытка была сделана В. В. Докучаевым (1954). Его зональная модель строения почвенного покрова Земли сохранила научное значение до наших дней, основные идеи учения о зональности в той или иной степени трансформированные, и поныне лежат в основе всех географических наук. Общей особенностью существующих моделей высшего уровня организации педосферы было стремление найти единую для всей суши взаимосвязь между масштабом выявления (уровнем организации) и его факторной обусловленностью. Были предложены различные схемы: климатические (Герасимов, 1966; Розов, 1979 и др.), литолого-геоморфологические (Прасолов, 1922), эволюционно-исторические

(Ковда, 1973; Розанов, 1977). Они различаются по принятым принципам структурирования педосферы (климатические, биоклиматические, литологические, топографические, эволюционно-исторические), но едины в том отношении, что для разделения педосферы на высшем уровне используют закономерности, обусловленные только одной причиной (климатом, рельефом, историей или породой). Аналогичная ситуация наблюдается и в ландшафтоведении.

Достоинства такого подхода очевидны и не требуют обоснований. На первый взгляд это единственно возможный путь, соответствующий законам формальной логики. Однако нам кажется, что определенный интерес может представлять и другой путь: вначале не задаваясь строгой схемой, структурировать педосферу на интуитивно-экспертном уровне, а затем теоретически проанализировать полученный результат. Существуют определенные предпосылки для того, чтобы не считать этот путь безнадежным. Известно, что почвообразующая роль различных факторов может меняться в очень широком диапазоне в зависимости от их сочетания. Ранее были установлены законы компенсации факторов (Глазовская, 1981) и сложной иерархии факторов (Соколов, 1986). Известно также, что когда речь идет о наиболее сложных природных взаимодействиях, экспертные решения и оценки могут не уступать формализованным математическим моделям и даже превосходить их не только по оперативности, но и по степени адекватности отражения природных явлений. Был соблазн при публикации «начать с конца» – результаты анализа проделанной работы объявить ее теоретическими предпосылками. Мы не поддались на этот соблазн. Нам представляется, что интуитивный этап в работах с высоким уровнем абстрагирования необходим и не нужно этого скрывать. Более того, ученый должен доверять интуиции и развивать интуитивное мышление как механизм выработки гипотез и первых этапов научного анализа сложных проблем. Очень коротко, без аргументации, условимся об основных понятиях и терминах и оговорим исходные теоретические позиции, в рамках которых будем вести обсуждение.

Совокупность природных и антропогенных тел, образующих тонкую пленку на поверхности суши Земли, обеспечивающих существование растительности и принимающих на себя биосферные, атмосферные, космические, антропогенные и другие воздействия, представляющих собой кожу Земли, будем обозначать терминами педосфера, геодерма, почвенный покров. Эти термины будем считать почти синонимами, поскольку каждый из них имеет свои оттенки. Не ставя себе целью дать строгие определения, в даль-

нейшем, когда речь будет идти о самых общих проблемах, будем использовать в основном термин «педосфера»; когда будут обсуждаться вопросы, относящиеся в первую очередь к собственно почвам и в меньшей степени к остальным телам, выполняющим экологические и биосферные функции почв (педолитам, реголитам и другим экопочвам) – термином «почвенный покров». Такое разграничение не является строгим.

Понятие и термин «структура почвенного покрова» (СПП) будем использовать в традиционном широком смысле, понимая под ним все закономерности пространственной организации почвенного покрова любой генетической природы и любого масштаба выявления и уровня организации (Соколов, Шипов, 1987). Подчеркнем, что при таком понимании учение о структуре почвенного покрова не вполне совпадает с географией почв, хотя и полностью ею поглощается. География почв включает в себя ареалологию, изучающую не территориально-структурную дифференциацию геодермы, а закономерности географического распространения различных почв. Граница между учением о СПП и ареалологией размыта: ареалология почвенных комбинаций может рассматриваться как принадлежность и того, и другого раздела географии почв.

Педосфера представляет собой саморазвивающуюся систему открытого типа и одновременно одну из главных подсистем в системе более высокого уровня организации – экзосфере. Под экзосферой суши Земли будем понимать неразрывное единство сопряженных во времени и пространстве литосферы, педосферы, биосферы, атмосферы и гомосферы. Гомосферу мы рассматриваем как начальный этап формирования ноосферы, когда деятельность человека уже приобрела значение глобального фактора эволюции экзосферы, но еще не стала разумной. Попытаемся понять самые общие закономерности организации педосферы как отражение законов экзосферного уровня и как фокус взаимной интеграции закономерностей формирования компонентов экзосферы.

Традиционную формулу докучаевского генетического почвоведения «факторы–процессы–свойства» постараемся развратить во времени и применить к пониманию пространственно-временной структуры педосферы и в самом первом приближении экзосферы. Иными словами, современную пространственную организацию педосферы и экзосферы будем понимать как результат их формирования и эволюции на всех этапах эволюции суши под влиянием меняющейся среды.

Можно говорить о трех основных этапах формирования экзосферы Земли.

Первый, самый продолжительный этап (более 3 млрд. лет) завершился примерно 600 млн. лет назад. Формировались абиогенная экзосфера и абиогенная геодерма. Мощные толщи поверхностных реголитов возникли в результате экзогенного выветривания (физического или химического под действием агрессивных атмосферных осадков), гидротермального метасоматоза, вулканических извержений, водного и золотого седиментогенеза и других. Начиная с фанерозоя, на суше появляется новый мощный фактор – биогенез. Возникает педосфера как результат взаимодействия литосферы и биосферы. Педосфера становится мощным фактором эволюции биосферы и влияет на все ее компоненты. Третий этап – гомосферный, самый короткий, так как одним из репахущих факторов глобальной экзосферы человеческая деятельность стала только в последние десятилетия, но и самый бурный, так как возникновение гомосферы внесло принципиально новый мотив в формирование экзосферы. Природа – саморегулирующаяся система, все ее компоненты за длительное время «притерлись» друг к другу и образуют гармоническое единство, о котором писал В. В. Докучаев (1954). Антропогенные воздействия нарушают эту гармонию. Природа не выработала механизмов противодействия чуждым ей техногенным нарушениям. Их последствия наступают быстро, катастрофично, необратимо, и обычно они трудно предсказуемы. Это в полной мере относится к почвенному покрову.

Современная геодерма – результат взаимодействия процессов, действовавших на протяжении всей ее истории – от начального абиогенного этапа и до наших дней. Помимо собственно педогенеза геодерма формировалась и формируется всей совокупностью процессов экзогенеза (седиментогенез, диагенез, выветривание, денудация, гидрогенная миграция и др.), эндогенеза (гидротермальный метасоматоз в самом широком понимании) и антропогенеза (техно- и агрогенез).

Педосфера и литосфера теснейшим образом сопряжены во времени и пространстве как с актуалистической, так и с эволюционно-исторической точек зрения. Педосфера в целом наследует итоги допочвенного этапа развития геодермы. История почвенного покрова любой территории – это история превращения пород в почвы. Современная геодерма образована закономерным чередованием почв и пород в пространстве и во времени: в плане и в вертикальном профиле геодермы почвы постепенно сменяются породами; почвообразование и экзогенез былых эпох готовили матери-

ал для современных почв и реголитов, современное почвообразование готовит материал для будущих пород.

Условимся о соотношении понятий «генезис» и «эволюция». Генезис – понятие более широкое и включает в себя процессы формирования почв и почвенного покрова в их взаимодействии и исторической последовательности, осмысленные и охарактеризованные на уровне конкретных механизмов и их комбинаций любой сложности. Эволюция – это генезис, обобщенный до уровня макропроцессов (по А. А. Роде) или элементарных почвенных процессов (по И. П. Герасимову) и более высоких уровней обобщения. Полная генетическая характеристика почв и почвенного покрова начинается с происхождения и свойств исходных пород, включает все этапы и процессы почвообразования, в том числе и современные процессы и режимы, и заканчивается прогнозом эволюции.

Высшим уровнем абстракции при обобщении генетических знаний является представление о генетических моделях почвообразования (Соколов, Симакова, 1990; Соколов, 1993). В моделях почвообразования синтезированы самые общие педогенетические закономерности и их соотношение с литогенезом, денудацией, биогенезом и другими экзо- и эндогенными процессами (как естественными, так и антропогенными), формирующими почвы и почвенный покров. Принадлежность к той или иной генетической модели определяет методологию и общие правила генетического анализа почв и почвенного покрова. Установлено, что почвы, сформированные по закономерностям простых генетических моделей, на которые традиционно ориентировалось генетическое почвоведение, встречаются сравнительно редко. Простые модели скорее исключение из правила, чем само правило. На сцене преобладают различные варианты сложных моделей: полигенетичные, синлитогенные, синденудационные, гидрогенно-аккумулятивные, органогенные, гидротермальные, криогенные, комбинированные и др.

## **ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ГЕОДЕРМЫ И ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА**

В едином профиле сочетаются в разной степени устойчивые свойства твердой фазы и динамичные свойства (режимы и процессы). Устойчивые свойства могут быть литогенными (унаследованными от пород) и педогенными (возникшими в результате почвообразования). Литогенные свойства могут быть как

эндогенными (возникшими под влиянием процессов магматической природы), так и экзогенными (сформированными процессами экзогенеза). Педогенные свойства твердой фазы могут быть реликтовыми (сформированными при иных условиях бывших этапов почвообразования – «почва-память») и современными (отражающими современное сочетание факторов – «почва-отражение»). Все эти группы свойств имеют определенную степень свободы по отношению друг к другу, требуют собственной методологии генетического изучения и характеризуются собственными закономерностями генезиса и географии. В настоящей работе мы рассматриваем почвенный покров как единое целое без покомпонентной дифференциации. Это делает анализ более цельным и лаконичным, но и более условным и абстрактным.

В результате применения изложенного подхода к теоретическим предпосылкам геодерма суши разделилась на пять секторов. Все названия в значительной мере условны (табл. 2, рис. 1).



**Р и с. 1. Мегаструктура геодермы.**

Сектор (тип экзогенеза): 1 – гумидно-тропический; 2 – ледниково-перигляциальный; 3 – аридный; 4 – криогенный; 5 – вулканогенный

### **ГУМИДНО-ТРОПИЧЕСКИЙ СЕКТОР**

Геодерму образуют следующие характерные компоненты:

- а) древние почвы на коренных почвообразующих породах,
- б) древние почвы на гидротермальных корках выветривания, в) мо-

лодые почвы на флювиальных реголитах, г) гидрогенные твердые коры, образованные, в основном, оксидами железа (латериты). Такой состав определяется сочетанием характерных факторов: а) длительной стабильностью биоклиматических условий с теплым влажным климатом, высокой биологической продуктивностью и геохимической активностью биоты, б) отсутствием механизмов тотальной денудации и покровного седиментогенеза, т. е. механизмов «омоложения» геодермы.

Модальными в этом секторе являются почвы на продуктах гидротермального метасоматоза, но имеет смысл начать с характеристики почв на коренных породах, так как именно они представляют собой традиционную для сравнительно-географического и сравнительно-экологического подходов «нормальную» модель почвообразования. Эти почвы описываются обычно как бурые или камбисолы. Принято считать, что отсутствие признаков ферраллитизации и бурая окраска этих почв объясняются их более молодым возрастом по сравнению с красными ферраллитными почвами. Наши наблюдения и обобщение литературных материалов не позволяют нам согласиться с этой популярной точкой зрения и принять эту гипотезу в качестве универсальной.

Характерными генетическими свойствами почв на коренных породах являются: бурый цвет, малая мощность, слабая дифференциация профиля, резкая граница между гомогенизированным мелкоземистым почвенно-элювиальным слоем и плитой плотных пород, контрастность различий между почвенно-элювиальным слоем и породой по литологическому, минералогическому и химическому составам.

В условиях влажно-тропического климата отсутствуют или резко ослаблены основные механизмы физического выветривания – криогенез и термоградиентная дезинтеграция пород. Основными агентами разрушения плотных пород являются химические, биохимические и биологические, которые воздействуют на массивную породу, не измельченную физическим выветриванием. Этим объясняется малая мощность почвенно-элювиального слоя (обычно 40–50 см) и его резкая граница с плитой массивных пород.

Результатом длительного преобразования почвообразующих пород процессами биогенной аморфизации минералов, элювирования и биогенизации явился относительно маломощный (40–60 см) элюитный супергоризонт (почвенно-элювиальный слой), в котором формируются генетические почвенные горизонты: гумусовый, реже элювиальный и иллювиальный.

## Мегаструктура геодермы

| Сектор<br>(тип<br>экзогенеза)        | Характерные<br>компоненты<br>геодермы                                                                                                                                                                                                        | Характерные черты экзогенеза                                                                                                           |                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                           |                                                                |                                                    | Характер-<br>ные<br>факторы                                                                                                 |                                                                                                                      |
|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                      |                                                                                                                                                                                                                                              | почвообразование                                                                                                                       |                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                           | седименто-<br>генеза                                           | денудации                                          |                                                                                                                             | выветри-<br>вания                                                                                                    |
|                                      |                                                                                                                                                                                                                                              | генетиче-<br>ские<br>модели                                                                                                            | направ-<br>ление                                                                                                          | особен-<br>ности<br>структуры<br>поч-<br>венного<br>покрова                                                                                                                                               |                                                                |                                                    |                                                                                                                             |                                                                                                                      |
| 1                                    | 2                                                                                                                                                                                                                                            | 3                                                                                                                                      | 4                                                                                                                         | 5                                                                                                                                                                                                         | 6                                                              | 7                                                  | 8                                                                                                                           | 9                                                                                                                    |
| 1. Гумид-<br>но-<br>тропиче-<br>ский | 1. Древние<br>почвы на<br>мощных гид-<br>ротермаль-<br>ных хорах<br>выветривания<br>2. Древние<br>мелкоземис-<br>тые мало-<br>мощные поч-<br>вы на корен-<br>ных породах<br>3. Древние<br>эндогидро-<br>генные коры<br>(латернты,<br>кирасы) | 1. Постгид-<br>ротермаль-<br>ные<br>2. Аутопо-<br>лигенетич-<br>ные<br>3. Гидро-<br>генио-<br>аккумуля-<br>тивные<br>(эндоген-<br>ные) | 1. Элюви-<br>ное тоталь-<br>но-<br>элювиаль-<br>ное био-<br>турбацион-<br>ное<br>2. Элюви-<br>ально-<br>иллювиаль-<br>ное | 1. Лито-<br>генная<br>макро-<br>структур-<br>ность, кон-<br>трастность,<br>поликом-<br>понент-<br>ность, рез-<br>кость гра-<br>ниц, «псев-<br>донелогич-<br>ность»<br>2. Моно-<br>хронность,<br>древность | Отсутствие<br>механизмов<br>покровного<br>седименто-<br>генеза | Отсутствие<br>механизмов<br>тотальной<br>денудации | 1. Важная<br>роль био-<br>генного<br>выветрива-<br>ния<br>2. Догипер-<br>генный<br>гидротер-<br>мальный<br>метасома-<br>тоз | Стабильно-<br>сть влажно-<br>тропическо-<br>го климата<br>во времени и<br>простран-<br>стве<br>Древность<br>геодермы |

| 1                            | 2                                                                                                                                          | 3                                                                                     | 4                                                      | 5                                                                                                                           | 6                                                                                                           | 7                                                                                                   | 8                                                                                                                    | 9                                                                                                        |
|------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2. Ледниково-перигляциальный | 1. Голоценовые почвы на ледниковых и перигляциальных отложениях<br>2. Голоценовые щебнистые почвы на коренных породах<br>3. Торфяные почвы | 1. Палеогенные по-лигенные<br>2. Алло-и аутопигенные<br>3. Простые<br>4. Органические | Максимальное разнообразие направлений почвообразования | 1. Климатогенные мезо- и макроструктуры<br>2. Полигенные микроструктуры<br>3. Монохронность, голоцен-плейстоценовый возраст | 1. Периодический (с диапазоном $1 \times 10^4$ лет)<br>покровный седиментогенез<br>2. Голоценовый почво-вой | 1. Периодическая (с диапазоном $1 \times 10^4$ лет) тотальная денудация<br>2. Голоценовый почво-вой | 1. Биогеохимическое почвенное внутрисогенное выветривание<br>2. Термоградентное и криогенное физическое выветривание | 1. Контрастная смена климатических условий во времени и пространстве<br>2. Четвертичное почвообразование |
| 3. Аридный                   | 1. Молодые почвы на эоловых реголитах<br>2. Примитивные почвы на коренных породах<br>3. Эоловые реголиты и недолиты                        | 1. Синлитогенные и/или синденудационные эоловые<br>2. Гидрогенно-аккумулятивные       | 1. Гумусоаккумулятивное<br>2. Галогенное               | 1. Макроструктурность и малая контрастность, комплексность<br>2. Полихронность                                              | Покровный эоловый седиментогенез                                                                            | Тотальная эоловая денудация                                                                         | 1. Термоградентное и физическое выветривание                                                                         | Аридный климат                                                                                           |

| 1                  | 2                                                                                                        | 3                                                                            | 4                                                                                                                                     | 5                                                                                                                                                      | 6                                                                    | 7                  | 8                                 | 9                                                      |
|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|--------------------|-----------------------------------|--------------------------------------------------------|
|                    | 4. Солевые коры и со-<br>лочак                                                                           |                                                                              |                                                                                                                                       | 3. Участие древних «ископаемых почв»                                                                                                                   |                                                                      |                    |                                   |                                                        |
| 4. Криоген-<br>ный | 1. Криоморф-<br>ные почвы<br>2. Криопедо-<br>литы, крио-<br>литы, глицо-<br>литы<br>3. Торфяные<br>почвы | 1. Криотур-<br>бационные<br>и криосин-<br>литогенные<br>2. Органи-<br>ческие | Большое<br>разнообра-<br>зие крио-<br>генных и<br>некрио-<br>морфных<br>(некриоген-<br>ных) на-<br>правлений<br>почвообра-<br>зования | 1. Криоген-<br>ные микро-<br>и нано-<br>структуры<br>2. Поли-<br>хронность,<br>голоцено-<br>вый хроно-<br>диапазон<br>(от юных<br>до голоце-<br>новых) | 1. Криосе-<br>диментогенез<br>2. Эоловый<br>палеоседи-<br>ментогенез | Криодену-<br>дация | Криоген-<br>ное вывет-<br>ривание | Континен-<br>тальный<br>климат и<br>вечная<br>мерзлота |

| 1                | 2                                       | 3                                               | 4                                              | 5                                              | 6                                                    | 7                              | 8                                                                          | 9                                                |
|------------------|-----------------------------------------|-------------------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------------|--------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| 5. Вулканический | 1. Вулканические почвы                  | 1. Синлитогенные полигенетические вулканические | Гумус-аллофановое элювиальное-иллювиальное или | 1. Крупноконтурность и ма-лая контра-стность   | Современ-ный вул-каногенно-осадочный седименто-генез | Отсутствие тотальной денудации | 1. Актив-ное биогео-химическое почвенное внутритро-ризонтное выветри-вание | 1. Современ-ный вулка-низм<br>2. Гумидный климат |
|                  | 2. Вулканиче-ские педоли-ты и реголи-ты | 2. Органо-генные                                | тотально-элювиаль-ное                          | 2. Макро-полихрон-ность и мн-хромоно-хронность |                                                      |                                |                                                                            |                                                  |
|                  | 3. Вулканиче-ские лавы и туфы           | 3. Гидро-термальные                             |                                                | 3. Голоце-новый хронодиа-пазон мак-рострук-тур |                                                      |                                | 2. Гидро-термаль-ный мета-соматоз                                          |                                                  |
|                  | 4. Торфяные почвы                       |                                                 |                                                |                                                |                                                      |                                |                                                                            |                                                  |
|                  | 5. Почвы на лавках и гид-ротерма-литах  |                                                 |                                                |                                                |                                                      |                                |                                                                            |                                                  |

Среди агентов почвенного выветривания главная роль принадлежит, по-видимому, биоте – изменению минералов в желудочно-кишечном тракте педофауны (дождевых червей в первую очередь) и под влиянием корневых выделений растений. С деятельностью червей связана и гомогенизированность почвенно-элювиального слоя (элюитного супергоризонта). Огромная длительность стабильного по направленности и непрерывности почвообразования объясняет глубокую геохимическую и минералогическую измененность исходных пород. Резкая геохимическая и минералогическая измененность почвенного материала по сравнению с исходной породой парадоксальным образом сочетается с отсутствием морфологических признаков высокой агрессивности почвенных растворов. Мы склонны объяснять этот парадокс 1) слабой агрессивностью почвенных растворов, 2) преобладающей ролью «прямого» биогенного выветривания, 3) биогенной гомогенизацией и 4) длительностью почвообразования. Выветривание носит тотально элювиальный характер с остаточным относительным накоплением устойчивых минералов, относительным накоплением оксидов железа и алюминия и биогенных элементов (последних – только в гумусовом горизонте).

Генезис этих почв может быть описан по законам простых аутополигенетических генетических моделей. Это значит, что для оценки почвообразования мы можем сравнивать состав почв с составом подстилающих пород (исключение составляют исходно неоднородные породы). При генетических интерпретациях можно не учитывать влияние сингенетических процессов седиментогенеза и/или денудации. Турбационные процессы носили биогенный характер, они присущи данному направлению почвообразования. Отсутствовала гидрогенная аллохтонная аккумуляция. Полигенетичность может быть связана только с саморазвитием (аутозволучией).

Генезис этих почв может быть понят только с учетом их глубокой древности. По-видимому, имеет смысл разделять простые и простые древние генетические модели почвообразования.

Преобладают в почвенном покрове гумидно-тропического сектора почвы на гидротермальных корях выветривания. Традиционно именно они считались нормой влажно-тропического почвообразования. Для их обозначения наиболее популярны термины «красные ферраллитные почвы», «оксисоли», «нитосоли». Наши исследования позволили предложить гипотезу их формирования на гидротермальных корях выветривания (Соколов, 1992; Соколов, Михайлов, 1992). Широкое (но не повсеместное) распространение

этих кор именно в гумидно-тропическом секторе мы объясняем, в первую очередь, отсутствием здесь механизмов тотального обновления поверхности денудацией и/или покровным седиментогенезом. Это позволяет сохраняться на поверхности таким материалам, возникновение которых обусловлено не постоянно действующими факторами, а явлениями, периодичность которых достигает сотен тысяч и миллионов лет. Именно такова периодичность тектонически активных эпох с резкой активизацией всех механизмов гидротермального метасоматоза (Набоко, 1958; Разумова, 1977; Сауков, 1975 и др.). Почвы на гидротермальных корях выветривания характеризуются такими унаследованными от гидротермального этапа развития геодермы свойствами, как большая мощность рыхлой толщи, ее глинистость и постепенность перехода к коренным плотным породам, ферраллитный состав, преобладание в окраске красных тонов, наличие на различной глубине в разной степени выраженных горизонтов латерита и/или плинтита.

Собственно педогенные свойства принципиально близки свойствам почв предыдущей группы, но выражены они слабее, что связано с инертностью продуктов гидротермального метасоматоза к почвенным процессам (преобладание устойчивых минералов, защищенность поверхности минералов пленками красных высокотемпературных оксидов железа). Геохимические различия между почвенными горизонтами и гидротермальной корой выветривания не столь контрастны, переход более плавный.

Генетическая модель почвообразования более сложная. Понимание собственно почвенных свойств возможно только на фоне «генетического прочтения» допочвенного профиля гидротермальной коры выветривания. Такая палеогидротермальная модель почвообразования очень трудна для педогенетического анализа, так как почвенный профиль формируется по уже существующему и дифференцированному на горизонты профилю гидротермальной коры выветривания. Исходные коренные породы в неизменном состоянии либо отсутствуют, либо находятся на большой глубине.

Молодые почвы формируются на современных флювиальных отложениях конусов выноса. К этим территориям приурочено и большинство антропогенных почв, среди которых наиболее специфичны почвы рисовых плантаций. Все эти почвы синлитогенны, их понимание требует учета синхронно действующих процессов флювиального седиментогенеза, диагенеза и почвообразования (синлитогенная модель почвообразования).

Рыхлые реголиты сравнительно редки. Быстрое освоение рыхлых пород пышной тропической растительностью делает абиотичную стадию очень кратковременной. Флювиальные реголиты ежегодно отлагаются в поймах (периодически субаквальных руслах?) во время влажного сезона и обнажаются в сухое время года. Локальные ареалы реголитов приурочены к территориям интенсивного антропогенного воздействия.

Характерными компонентами геодермы влажно-тропического сектора являются твердые коры железистого, алломжелезистого и кремниевых составов (латериты, панцыри, кирасы). Они могут формироваться в самых разных условиях рельефа: на водораздельных плато, склонах, равнинах. Наши наблюдения и обобщение литературных материалов не позволяют присоединиться к традиционным представлениям о гидрогенном почвенно-геохимическом происхождении этих феноменов и их обнажении в результате эрозии. Гипотеза о гидротермальном их происхождении нам представляется более корректной (Соколов, Шишов и др., 1990; Соколов, 1992).

Дифференциация почвенного покрова влажно-тропического сектора (вне территорий речных долин) имеет в основном литогенную природу: она обусловлена составом коренных пород, степенью и характером их допочвенной измененности гидротермальным процессом. Границы почвенных контуров резкие, их формы и размеры часто лишены «почвенной логики», так как предопределены геологическими закономерностями. Климатические различия мало контрастны, границы очень плавные. Роль рельефа (вне антропогенно-нарушенных территорий и речных долин) сравнительно второстепенна. Заметим, что все это создает известные трудности для понимания и картографирования почвенного покрова тропических стран нашими почвоведом.

### ЛЕДНИКОВО-ПЕРИГЛЯЦИАЛЬНЫЙ СЕКТОР

Геодерму образуют почвы: 1) маломощные щебнистые на коренных породах; 2) на ледниковых, флювиогляциальных и перигляциальных отложениях; 3) на современных аллювиальных отложениях и 4) торфяные. Характерные факторы почвообразования: 1) периодическое оледенение и периодическое омоложение поверхности процессами тотальной денудации и/или покровного седиментогенеза; 2) контрастное изменение биоклиматических условий почвообразования во времени и пространстве и 3) литолого-геоморфологическая стабильность голоцена.

Эти условия определяют: а) почти полное отсутствие древних кор и преобладание почв позднелейстоценового и/или голоценового возраста; 2) полигенетичность большинства почв и 3) климатогенное разнообразие почв и преобладание климатогенных макроструктур в почвенном покрове.

Почвы на коренных породах приурочены к областям ледниковой экзарации. Общими особенностями этих почв являются: плейстоценовый или более молодой возраст (обычно голоценовый), малая мощность, высокая щебнистость, относительно малая геохимическая контрастность по сравнению с породой, подстиление глыбово-щебнистым элювием пород. В отличие от почв гумидно-тропического сектора, орто- и паразювиальные почвы ледниково-перигляциального сектора глубже и сильнее изменены физической дезинтеграцией и слабее – биогеохимическими процессами. Это объясняется их относительной молодостью, меньшей биогенностью и наличием мощных факторов физического выветривания, в первую очередь – криогенеза.

Исключением могут быть подзолы. Сильно кислая реакция и хелатирующая способность растворов формируют маломощный, но геохимически очень контрастный профиль этих почв.

Большинство почв на коренных породах может быть описано в правилах простых и/или полигенетичных моделей почвообразования. Полигенез этих почв изучен слабо. Известно существование почв с реликтовыми (плейстоцен-голоценовыми?) мюльгумусовыми горизонтами и мощных подзолов на песках в тундре и лесостепи (реликты атлантического оптимума?).

Господствуют в пределах сектора почвы на ледниково-перигляциальных отложениях. Широко распространены текстурно-дифференцированные почвы на поверхностных плащеобразных отложениях проблематичного генезиса (Соколов, 1986). Общими особенностями этих почв являются: в той или иной мере выраженная слоистость пород, литофиль, наследуемый почвенным профилем, полигенетичность и часто наличие погребенных горизонтов, плейстоцен-голоценовый возраст. Почвы формируются на мощных рыхлых отложениях. Геохимическая и минералогическая измененность исходных пород сравнительно невелика, переход к породе очень постепенный.

Для понимания генезиса этих почв приходится работать по правилам очень сложных генетических моделей – палеосинлитогенных и полигенетичных. Почвенный профиль не представляет собой ни просто парагенетическую ассоциацию горизонтов, ни продукт изменения тех пород, которые находятся под почвенным

профилем. К этим почвам, строго говоря, не применимы такие традиционные методы генетического анализа, как сравнительно-горизонтный и балансовый. Многие дискуссионные генетические противоречия и разночтения обусловлены именно методологической некорректностью изучения этих почв.

Генетическая модель этих почв должна включать сведения: а) о начальном синлитогенном почвообразовании или о допочвенном литогенезе; б) о позднеплейстоценовом–раннеголоценовом криогенном этапе почвообразования, в) об эволюции почв в голоцене от криоаридного до атлантического и бореального этапов, г) о современном (в том числе, антропогенном) почвообразовании.

Аллювиальные почвы формируются по правилам сложных синлитогенных моделей. Для данного сектора характерно преобладание бескарбонатных и незасоленных аллювиальных почв с хорошо сформированными органогенными горизонтами. Это обусловлено пресным составом паводковых вод и относительно невысоким содержанием в них взвешенных наносов.

В условиях затруниженного дренажа и/или дополнительного увлажнения широко распространены органогенные почвы – торфяники. Обычные правила генетического анализа для этих почв вообще не применимы; их формируют только процессы биологические – синтез и трансформация органического вещества.

Минеральные реголиты для геодермы ледниково-перигляциального сектора не характерны. Они имеют в основном антропогенное происхождение и приурочены к ареалам интенсивного техногенеза. Естественные процессы денудации и седиментогенеза локализованы в поймах рек.. Эрозия заторможена растительным покровом.

Почвенный покров этого сектора наиболее сложен как по составу, так и по структурной организации. Наиболее интересной характеристикой почвенного покрова является его климатическая (и палеоклиматическая) дифференциация. Именно в пределах этого сектора наиболее ярко выражены климатические мега- и макроструктуры почвенного покрова, обусловленные различиями в обеспеченности теплом (пояса), в увлажнении (зоны и подзоны) и степени континентальности климата (фации). Лито- и топогенные структуры почвенного покрова обычно характеризуются меньшими размерами. Нередко климатические и литолого-геоморфологические закономерности дифференциации почвенного покрова оказываются территориально близки, так как те и другие корреспондируют с географическими закономерностями ледниково-перигляциальных явлений. Весьма характерна и микрорельефная

почвенного покрова и ее полигенетичность: топогенная, палеокриогенная, фитогенная, зоогенная, галогенная и др. По-видимому, не случайно именно этот сектор оказался тем научным полигоном, на основе изучения которого сложились основные концепции географии почв: учение о зональности и фациальности, концепция комплексности и учение о микроструктуре почвенного покрова.

### АРИДНЫЙ СЕКТОР

В составе геодермы преобладают молодые синлитогенные почвы на эоловых отложениях, б) реголиты и примитивные почвы, в) солончаки и солевые коры. Общие особенности почв: молодость, унаследованность силикатного и в меньшей степени солевого компонента, малая гумусированность, галоморфность, маломощность, постепенный переход к породе. Характерные факторы почвообразования: аридность климата, малая биологическая продуктивность и сезонность биологической активности, интенсивность дефляции и флювиального литогенеза.

Почвенный покров образован в основном молодыми синлитогенными почвами. Разреженность растительности и наличие фенопауз в периоды засух создают условия для развития дефляции и эолового седиментогенеза. Здесь практически отсутствуют почвы, длительно формирующиеся в спокойном режиме. Рано или поздно они либо денудировются, либо погребаются. Эти этапы обычно периодически сменяют друг друга. Генетическое понимание этих почв возможно только в рамках синлитогенных и/или синденудационных моделей.

В поймах рек преобладают частослоистые флювиальные педолиты. Их формирование обусловлено высоким содержанием взвесей в паводковых водах.

Характерными компонентами геодермы являются непочвенные образования и примитивные почвы: рыхлые реголиты, обнаженные коренные породы, солончаки, солевые коры. Эта закономерность объясняется, с одной стороны, активностью эолового литогенеза и гидрогенной аккумуляцией солей, с другой – замедленностью освоения и закрепления пород растительностью, преобразования пород в почвы и удаления солей из ландшафта.

### КРИОГЕННЫЙ СЕКТОР

Геодерму образуют: а) криоморфные почвы, б) некриоморфные почвы, в) органогенные почвы, г) криопедолиты и крио-

литы, д) обнажения коренных пород. Характерным фактором почвообразования являются современные криодинамические процессы и вечная мерзлота в условиях холодного континентального климата. Почвообразование протекает синхронно и сингенетично с криогенным выветриванием, криотурбацией, криогенной денудацией и криоседиментогенезом. К особенностям почвенного покрова относятся разнообразие направлений почвообразования, преобладание молодых и синлитогенных почв, широкое распространение непочвенных образований и педолитов, разнообразные криогенные формы микроструктур почвенного покрова.

Криоморфные почвы формируются при максимальном влиянии вечной мерзлоты и промораживания. Профиль подвержен активным криотурбациям, нередко почвообразование прерывается криосолифлюкционными процессами. В максимальной степени выражена криокомплексность почвенного покрова. Горизонтное строение нехарактерно. Обычно профиль анизотропен не только в вертикальном, но и в горизонтальном направлении. Признаки докриогенного почвообразования обычно отсутствуют, они стерты криотурбацией. Наиболее криотурбированные почвы могут иметь гомогенизированные морфоны. Наличие мерзлоты исключает нисходящую миграцию влаги, создавая водоупор. Характерен латеральный тип элювирования, которому способствует сеть полигональных трещин. Гenezис почв может быть изучен и понят только в рамках криогенных моделей почвообразования.

Некриоморфные почвы формируются на породах с хорошим внутренним дренажем. В этих условиях роль криогенных процессов резко ослаблена в связи с затрудненностью активного криогенного переноса влаги и отсутствием мерзлотного водоупора. Развиваются почвы, характерные для других секторов (подзолистые и параподзолистые Al-Fe-гумусовые, палевые, буроземные и др.). Большинство этих почв формируются по правилам аутополигенетичных, простых, реже – полигенетичных моделей почвообразования.

Мерзлота, низкие температуры, повыщенный гидроморфизм – все это тормозит минерализацию опада и способствует формированию торфяных почв, которые занимают большие площади не только на равнинах, но и в горах (так называемые сухо-торфяные почвы).

Широко распространены разнообразные криопедолиты и криогенные непочвенные образования. Это связано с высокой активностью криогенных процессов нарушения покрова и медленным темпом его восстановления. Наиболее характерны криосолифлюк-

ционные реголиты и курумы. Курумы – «каменные моря» и «каменные потоки», образованные крупными глыбами пород, часто господствуют на водоразделах и горных склонах, слагают гольцовые террасы. Их формируют процессы криогенного растрескивания, криогенной сортировки и вымораживания крупных глыб на поверхность, криосолифлюкции, вызывающей их медленное движение даже по очень пологим уклонам.

Специфическим феноменом криогенного сектора является широкое распространение на равнинах и прилегающих к ним склонах мощных сингенетических ледово-лёссовых толщ – едом. Они формировались в течение всего четвертичного периода сингенетическими процессами седиментогенеза, почвообразования и образования жильных льдов. В настоящее время поверхность едом представляет собой чередование в самых разных соотношениях криогидроморфных почв, торфяников и мелких термокарстовых озер.

### ВУЛКАНОГЕННЫЙ СЕКТОР

В составе геодермы преобладают: а) вулканические почвы на кластических вулканогенно-осадочных отложениях, б) почвы на эффузивах основного состава, г) вулканические педолиты, реголиты и плотные породы, в) торфа.

Характерный фактор почвообразования – современная вулканическая деятельность и современный вулканогенно-азральный литогенез в условиях гумидного климата.

Вулканические почвы отличаются широким комплексом специфических свойств: сложным полигенетическим почвенным профилем, состоящим из нескольких погребенных элементарных профилей, специфическими минералогическим составом и водно-физическими свойствами, фульватным гумусом, низкой емкостью катионного обмена, своеобразным режимом трофности и др. (Соколов, 1973). Генезис этих почв может быть описан в правилах вулканогенных моделей почвообразования.

Генетически весьма сложны и специфичны почвы на эффузивах основного состава. Эти почвы формируются на породах, которые исходно представляют собой профиль, дифференцированный допочвенными геологическими процессами на горизонты, мощность которых сопоставима с почвенными, а свойства таковы, что их легко принять за педогенные. В процессе извержения меняются состав магмы и характер извержения (выбросы пеплов, излияния). В результате изверженные породы исходно неоднородны, формируется первичный профиль. Уже в этом первичном «профиле

извержения» могут быть псевдопочвенные (педоморфные) признаки – продукты предшествовавшей извержению глинизации и рубефикации пород. В процессе остывания и отвердения излившихся магматических расплавов формируется «профиль остывания»: сверху вниз уменьшается содержание вулканического стекла, увеличивается доля окристаллизованных минералов, нарастают плотность и твердость. Податливость последующим процессам гидротермального и почвенного выветривания верхних горизонтов профиля остывания (рыхлых, пористых, стекловатых) значительно выше, чем нижних (плотных, массивных, окристаллизованных).

Взаимодействие верхних горизонтов излившейся магмы с метеорными водами формирует профиль гидротермальной коры выветривания. Горизонты этого профиля в различной степени рубефицированы, ферраллитизированы и глинизированы допочвенными гидротермальными процессами. Степень измененности пород этими процессами обычно максимальна в средней части профиля.

Сформированный этими тремя группами процессов (извержения, застывания и гидротермального выветривания) профиль и является материнской породой для почвообразования и гипергенного выветривания.

Степени сохранности и формы литогенного профиля могут быть различными. В тропических областях обычно все три типа допочвенных профилей хорошо читаются в современном почвенном профиле. В ледниково-перигляциальных и криогенных областях они обычно нарушены или даже уничтожены, но их следы в виде обломков с гидротермальными кутанами, исходной глинизованности пород и т. п. и в этих областях весьма характерны.

Для почвенного покрова типичны выровненность и постепенность переходов. На больших территориях почвообразование развивается на плаще разновозрастных и одинаковых по составу пород, что снимает хроно- и литогенную мезо- и микропестроту почвенного покрова. Провальная фильтрационная способность резко ослабляет эрозионные процессы и нивелирует влияние рельефа на водный режим, что делает затруднительным формирование топогенных структур почвенного покрова. Дифференцирующими факторами оказываются климат, макрорельеф, особенности вулканогенно-осадочного литогенеза. Они формируют крупно-контурный покров с преобладанием размытых границ.

С вулканизмом связано широкое распространение непочвенных и полупочвенных образований: свежих реголитов, вулканических лав, гидротермальных метасоматитов и т. п. Их доля в почвенном покрове по мере удаления от действующих вулканов посте-

пенно уменьшается: вблизи вулканов они господствуют в составе геодермы.

## **ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СЛЕДСТВИЯ КОНЦЕПЦИИ «ЭКЗОГЕНЕЗ И ПОЧВООБРАЗОВАНИЕ»**

Попытаемся понять научный теоретический смысл структурирования геодермы, который изначально был выполнен на полуйнтуитивном экспертном уровне. Общим принципом анализа послужила традиционная формула докучаевского генетического почвоведения «факторы–процессы–свойства», развернутая во времени и приложенная к высшему уровню организации не только почвенного покрова, но и геодермы во всей ее сложности. При выделении секторов приняты во внимание не только особенности почвенного покрова, но и соотношение почв со всеми остальными компонентами геодермы как в пространстве, так и во времени. По сути дела сделана попытка понять самые общие закономерности экзогенеза и организации геодермы как продукта экзогенеза. Такой результат был предопределен тем центральным положением, которое занимают почва и почвенный покров в ландшафтной оболочке Земли.

Собственно почвенная характеристика секторов выполнена не столько на уровне их конкретного компонентного состава, сколько на уровне научной методологии их осмысления и генетической модели их формирования.

Генетическая модель почвообразования определяется соотношением собственно почвообразовательных процессов с геологическими и биологическими процессами (денудацией, седиментогенезом, торфонакоплением, геохимической миграцией веществ, гидротермальным метасоматозом и перераспределением веществ) и временем (длительностью и историей экзогенеза и педогенеза). Генетическая сущность почвенного покрова и геодерма каждого выделенного сектора требует своих собственных методологических подходов с учетом специфики секторов:

– тропический сектор – это мощная допочвенная трансформация геодермы гидротермальными процессами, отсутствие тотального омоложения геодермы, древность, решающая роль прямого биогенного выветривания и биотурбационных процессов, тотальное элювирование;

– ледниково-перигляциальный сектор – это периодическое, но редкое омоложение геодермы тотальной денудацией и/или покровным седиментогенезом, литолого-геоморфологический покой в

голоцене, быстрая и контрастная эволюция биоклиматических условий почвообразования в голоцене и их современное разнообразие;

- аридный сектор – постоянное омоложение дефляцией и эоловым седиментогенезом, заторможенность биохимического выветривания, галогенез, ослабленный биогенез;

- криогенный сектор – активность современных криогенных процессов массообмена (денудации, седиментогенеза, турбаций) и омоложения, наличие мерзлотного водоупора, криогенное выветривание;

- вулканогенный сектор – периодическое погребение покровным вулканогенно-осадочным литогенезом, специфика почвообразования на вулканогенно-осадочных отложениях.

Каждому сектору присущи свои самые общие закономерности генезиса и организации почвенного покрова и свои собственные специфические правила его научного изучения и понимания на фоне более общих закономерностей и более общих правил. Повидимому, не случайно в рамках почвоведения как единой науки происходит полустихийное обособление таких разделов, как тропическое почвоведение, криопедология, а научной базой уже оформившегося мелиоративного почвоведения является «аридное почвоведение», формально о себе пока не заявившее.

Наиболее сложны закономерности формирования геодермы в пограничных областях, где интегрируются специфические особенности экзогенеза двух (и даже более) секторов. Соответственно, сложны и правила генетического анализа таких пограничных территорий.

Интересной новой характеристикой секторов, которая приложима к любым территориальным и/или концептуальным обособлениям в геодерме и педосфере, является их возраст: возрастное разнообразие компонентов, контрастность их возраста, возраст модальных почв:

- тропический сектор – преобладание древних почв, монохронность, локальность молодых и юных почв, хроноконтрастность геодермы (компоненты либо древние, либо юные);

- ледниково-перигляциальный сектор – господство голоценовых почв, монохронность, малая хроноконтрастность, отсутствие древних почв, локальность юных (синлитогенных) почв;

- аридный сектор – преобладание юных и молодых почв и большое разнообразие их возраста в этом очень узком возрастном диапазоне, пестрота разновозрастных (но молодых почв), отсутствие древних почв, локальная денудационная обнаженность древних

компонентов геодермы и их различных горизонтов; высокая полихронность почвенного покрова при малом хронодиапазоне;

– криогенный сектор – господство разновозрастных молодых и юных почв и криопедолитов, высокая полихронность при малом хронодиапазоне, локальность зрелых голоценовых почв (на породах неблагоприятных для активных криодинамических процессов);

– вулканогенный сектор – только молодые и юные почвы и педолиты, полихронность макроструктур почвенного покрова (определяемая различными очагами вулканизма) при малой хроно-контрастности, практически абсолютная монокронность почвенного покрова в пределах отдельных его макроструктур (приуроченных к одному очагу вулканизма).

Как подчеркивалось выше, названия секторов – это имена-ярлыки, но не их полная факторно-экологическая характеристика. Для понимания факторно-экологической обусловленности секторов нам потребовалось использовать пять альтернатив: 1) наличие или отсутствие тропическо-субтропических термических условий климата, 2) наличие или отсутствие ледниковых и ледниково-перигляциальных условий; 3) наличие или отсутствие криогенеза, 4) наличие либо гумидных (и субгумидных), либо аридных условий климата, 5) наличие или отсутствие вулканогенно-осадочного седиментогенеза. Очевидно, что эти альтернативы в принципе по отношению друг к другу имеют дополнительный характер. Следовательно, при традиционном подходе каждую из них следовало бы сделать самостоятельным уровнем в иерархической системе и выделить все их возможные комбинации. При этом нам пришлось бы выделить 32 структурных компонента в почвенном пространстве (как в реальном географическом, так и в абстрактном факторно-экологическом). В действительности таких компонентов (секторов) оказалось только пять, их полная факторно-экологическая обусловленность такова: 1) *тропический и субтропический гумидный* внеледниковый некриогенный невулканический, 2) *ледниково-перигляциальный* внетропический гумидный и субгумидный некриогенный невулканический, 3) *аридный* тропический и внетропический криогенный и некриогенный вулканогенный и невулканогенный, 4) *криогенный* внетропический гумидный и субгумидный ледниково-перигляциальный и внеледниково-перигляциальный вулканический и невулканический, 5) *вулканический* гумидный тропический и внетропический ледниково-перигляциальный и внеледниково-перигляциальный криогенный и некриогенный.

Интересно понять, почему же оказалось ненужным выделение остальных 27. Дело в том, что:

- в пределах тропического и субтропического климата отсутствуют территории с ледниково-перигляциальным прошлым и криогенным настоящим;

- в аридном климате эоловые процессы стирают память о бывших ледниково-перигляциальных условиях и/или бывших гидротермальных процессах; заторможенность педогенеза нивелирует термические различия: эоловый процесс нейтрализует роль вулканогенно-осадочного седиментогенеза; заторможенность выветривания не дает проявиться минералогическим особенностям вулканических пород; отсутствие влаги сводит на нет роль криогенеза;

- ледниково-перигляциальный процесс стирает память о бывших эпохах криогенеза и гидротермальных процессах;

- в условиях активного вулканогенно-осадочного седиментогенеза стирается память о былом экзогенезе; молодость пород и их специфичность в значительной мере нивелируют термические различия;

- активный криогенез затупевывает влияние вулканизма, а интенсивный вулканогенно-осадочный литогенез – влияние криогенеза;

- криогенез делает не столь существенным наличие бывших ледниково-перигляциальных условий и стирает память о былом почвообразовании.

Интересно, что для понимания общих закономерностей структурирования педосферы нам не потребовалось учитывать влияние рельефа, которое, безусловно, очень велико и должно найти отражение на более низких уровнях СПП. Не обсуждая этот интресный факт, подчеркнем, что и при построении генетических почвенных классификаций понятие «горные почвы» классификационным не является.

Основные методологические следствия предложенной концепции для почвоведения достаточно очевидны: а) необходимость использования адекватной модели для генетического анализа почв и почвенного покрова различных секторов; б) целесообразность разработки самостоятельного иерархического компонента для классифицирования литогенных (унаследованных) почвенных свойств в рамках базовой почвенной классификации; в) актуальность разработки методологии картографирования литогенных почвенных свойств и изучение их экологических функций.

Представляется, что настоящая теоретическая разработка может уже сейчас оказаться интересной и с практической точки

зрения по крайней мере в двух аспектах: 1) на ее основе может быть усовершенствовано преподавание почвоведения в высших учебных заведениях и 2) она может использоваться для построения глобальных экологических прогнозов.

Предложенная концепция позволяет более логично организовать материал при построении системы лекций и занятий по почвоведению. Становится очевидной необходимость существенно расширить преподавание геологических дисциплин. При подготовке специалистов с региональной направленностью необходимо предусмотреть углубленное знакомство с соответствующими разделами геологических наук (четвертичная геология, гидротермальный метасоматоз, геохимия, мерзловедение и т. п.). Будущий специалист должен быть готов к использованию методологии изучения и картографирования почвенного покрова различных секторов геодермы.

В настоящее время практически все прогнозы рассчитаны на самое ближайшее будущее. Между тем, по-видимому, сохранение и развитие цивилизации требуют не только пространственно глобальных прогнозов, но и предвидения весьма отдаленного будущего, в особенности таких принципиальных и катастрофических перестроек природной среды, как оледенение, резкое усиление тектонической активности, вулканизма и т. п. Развитие интеллекта и технической вооруженности резко увеличивает ответственность перед будущими поколениями. Цивилизация должна быть готова к возможным глобальным потрясениям и задолго до них искать пути возможного предотвращения катастроф и/или нейтрализации их последствий. Переход от гомосферы к ноосфере – это и переход от регионально-сиюминутного мышления к глобально-эпохальному.

Выделенные секторы различаются не только естественным почвообразованием, но характеризуются также специфическими особенностями освоенных почв и проблемами, связанными с их освоением и использованием.

В подавляющем большинстве почв тропического сектора (палеогидротермальных) основные запасы элементов питания сосредоточены в маломощных гумусовых горизонтах и в составе надземной фитомассы. При сведении лесов и распахке происходит необратимая потеря питательных веществ за счет а) их отчуждения в составе древостоя, б) выноса в результате быстрой минерализации органического вещества и малой поглощательной способности почв. Резервы питательных веществ практически отсутствуют, так как в минералогическом составе преобладают устойчивые и инертные минералы с низким содержанием биологически активных эле-

ментов. Возделывание всех сельскохозяйственных культур требует регулярного внесения удобрений преимущественно в невымываемых формах. Это относится и к так называемым рисовым почвам, на которых возделывается рис в условиях ежегодного затопления. Затопление пресными светлыми водами не ведет к улучшению пищевого режима почв. Существенное изменение почв и почвенного покрова в тропическом секторе в условиях агрогенеза происходит а) в результате резкой активизации эрозионных процессов, б) при инженерных работах, связанных с планировками и террасированием, и в) при освоении мезоморфных почв под культуру риса.

В ледниково-перигляциальном секторе с его исключительным разнообразием литолого-петрографических и биоклиматических и соответственно почвенных условий трудно выделить какие-то общие, главные закономерности антропогенного почвообразования и освоения почвенного покрова. Разнообразие антропогенных почв колеблется здесь от высокоплодородных аккумулятивно-гумусовых окультуренных до бесплодных деградированных; от осушенных торфяных и/или минеральных до орошаемых; от почв, принципиально близких бывшим естественным, до новых типов антропогенных почв.

Подавляющее большинство антропогенных почв аридного сектора формируется под влиянием регулярных поливов мутными слабоминерализованными водами. Свежие агроирригационные наносы поддерживают их плодородие даже без применения минеральных удобрений на невысоком, но устойчивом уровне. Генетически культурно-поливные почвы резко отличаются от исходных естественных автоморфных почв и в первом приближении принципиально близки аллювиальным почвам аридного сектора. Сельскохозяйственное освоение почв аридного сектора сопряжено с мощными негативными последствиями: вторичным засолением при развитии орошения, дефляцией и опустыниванием при богарном земледелии и скотоводстве. Эти явления очень широко развиты в настоящее время, а в прошлом они неоднократно приводили к обнищанию целых регионов и гибели городов и государств.

Освоение почвенного покрова криогенного сектора требует обязательного учета геокриологических условий. При высоком залегании льдистой вечной мерзлоты освоение почв сопровождается резкой активизацией термоэрозии, термокарста, криосолифлюкции и других денудационных процессов, сопровождающихся глубокой деградацией почв или их уничтожением. Естественное восстановление почв в криогенных условиях идет очень медленно. Проблемы освоения и охраны почв здесь особенно тесно сопряжены друг с

другом. Во всех случаях использование почв криогенного сектора в земледелии связано с необходимостью тепловых мелиораций и внесением повышенных (так называемых северных) доз минеральных удобрений. Последнее обусловлено особенностями питания растений на холодных почвах. В большинстве случаев почвы криогенного сектора отличаются малой мощностью генетических горизонтов. При их распашке принципиально нарушается почвенный профиль, что приводит к формированию новых типов антропогенных почв.

Вулканические почвы как объект сельскохозяйственного освоения и использования весьма специфичны. Они характеризуются благоприятными водно-физическими свойствами. Хорошая фильтрационная и высокая водоудерживающая способности создают благоприятный водный и воздушный режимы: они почти всегда хорошо аэрированы и содержат достаточное (но не избыточное) количество усвояемой влаги. Однако условия питания растений на вулканических почвах обычно неблагоприятны. Их низкая поглощательная способность (за исключением почв на постмагматогенных гидротермалитах с высоким содержанием ила смектитового состава) способствует выносу доступных форм азота и калия. Запасы калия частично возобновляются за счет его высвобождения при выветривании пористых стекол. Обилие аморфных форм оксидов железа и алюминия способствует связыванию фосфора в неусвояемые растениями и нерастворимые формы. Поэтому вулканические почвы при освоении обычно быстро теряют свойственное им высокое естественное плодородие и для получения высоких урожаев требуют регулярного внесения всех питательных веществ в невымываемых формах.

## ПОЧВЫ И ПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ СИБИРИ – КЛЮЧ К РЕШЕНИЮ ОБЩИХ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ

---

Основные концепции генетического почвоведения и понятийно-терминологический аппарат этой науки формировались в основном на основе изучения почв Восточно-Европейской равнины, где и зародилось генетическое почвоведение. Здесь были впервые установлены основные закономерности почвообразования, которые, как предполагалось, могут рассматриваться как глобальные. Начало почвенных исследований в Сибири означало не только расширение географии научного поиска, но и, что значительно более принципиально, это означало изучение широкого экологического пространства и более сложных генетико-географических закономерностей. Длительное время традиционные представления о Восточно-Европейской равнине как об эталонной территории тормозили теоретическую мысль: все, даже принципиально новые, природные феномены исследователи стремились уложить в рамки установленных ранее закономерностей и понятий. Это стремление далеко не всегда давало положительные результаты. Существенно более широкое и сложное экологическое пространство почвообразования в Сибири по сравнению с Восточно-Европейской равниной позволяет утверждать, что Сибирь представляет собой более надежный «научный полигон» для установления новых и проверки установленных ранее теоретических концепций.

Все общие закономерности, справедливые для Сибири, справедливы и для Восточно-Европейской равнины, но не все закономерности Восточно-Европейской равнины обязательны для Сибири. Общие закономерности, установленные для Сибири, имеют большие шансы оказаться глобальными именно в связи с исключительной широтой и сложностью экологического пространства. Поэтому неудивительно, что обобщение новых данных по столь сложной в экологическом, генетическом и географическом отношениях территории оказалось невозможным в рамках ранее существовавших теоретических концепций. Потребовалась разработка таких теоретических концепций и такого, соответствующего этим

концепциям, понятийно-терминологического аппарата, которые были бы универсальными и могли бы применяться на территориях любой сложности.

Принципиальное расширение географического и экологического ареалов почвенно-генетических исследований в связи с работами за рубежом, особенно в тропических областях, еще раз показало, что далеко не все теоретические концепции, возникшие на заре генетического почвоведения, применимы для территорий с более сложными природными условиями. Необходимость расширения теоретической базы почвоведения и уточнения или переосмысления привычных представлений стала очевидной. Одной из таких «точек роста» стала территория Восточной Сибири и Дальнего Востока с ее исключительно сложными и многообразными условиями почвообразования. Именно поэтому почвы и почвенный покров этой территории интересно анализировать не только с точки зрения познания конкретных региональных почвенных географо-генетических закономерностей, но и с целью проверки на универсальность существующих общетеоретических концепций и для дальнейшего совершенствования общетеоретической базы науки.

Именно изучение почв Сибири послужило толчком к пониманию специфики почвообразования в криогенных условиях и дало основание для выделения сектора криогенного экзогенеза в глобальной схеме организации геодермы.

Сибирь и Дальний Восток – крайне сложный и во многом еще недостаточно изученный почвенный мир. За последние годы здесь было получено много принципиально новых фактов, заставляющих пересмотреть некоторые, сложившиеся ранее теоретические представления.

Цель этой главы – обобщить принципиально новые факты, концепции, гипотезы и на этой основе наметить наиболее перспективные направления дальнейшего научного поиска.

В истории изучения почв Сибири условно можно выделить три основных периода. Первый период связан с интенсивным изучением Сибири и ее почвенного покрова экспедициями Переселенческого управления (Глинка, 1921; Квашнин-Самарин, 1911; Прасолов, 1927 и др.) Тогда были получены первые сведения о почвенном покрове «белых пятен», тщательно исследовано влияние криогенеза на почвообразование. Вместе с тем это был период, когда к изучению новых территорий применяли почти без изменения все основные теоретические концепции, разработанные для более изученной территории Русской равнины. Слабо совершенствовались классификация и номенклатура почв; в Сибири выделялись уже из-

вестные типы почв, даже если их свойства не соответствовали «талонам». Так, практически все таежные почвы назывались подзолистыми. Именно тогда было сформулировано представление о необходимости дальнейшего совершенствования теории почвоведения, так как новые факты нельзя было полностью осмыслить в рамках прежних теоретических представлений.

Второй период начался с возобновлением экспедиционных исследований в 50–60-е гг. и созданием в Сибири научных центров. Эти исследования привели к пониманию специфичности почвообразования в Сибири и необходимости выделения здесь новых типов почв. Основное внимание при этом, как и прежде, уделялось климатическим особенностям почвообразования и влиянию криогенеза. Появились предложения выделять различные мерзлотные типы почв (Соколов, 1958; Еловская, 1969; Иванова, 1974; Ногина, 1964 и др.). Было сформулировано представление о мерзлотном и немерзлотном рядах почвообразования (Соколов, Соколова, 1962). В этот период были созданы фундаментальные монографические и картографические работы, обобщившие результаты региональных исследований (Еловская, 1969; Еловская, Петрова, Тетерина, 1979; Иванов, 1976; Караваяева, 1969; Коноровский, 1984; Крейда, 1970; Кузьмин, 1976; Мартынов, 1965; Ногина, 1964; Смирнов, 1970 и др.). Вместе с тем при теоретических эколого-географических построениях в несколько утрированной форме подчеркивалась первостепенная почвообразующая роль климата и принижалось значение всех остальных факторов. В этот период нередко почвы на щебнистых дериватах изверженных пород сравнивали с почвами на покровных суглинках и лёссах, и практически все генетические различия пытались объяснить разницей в условиях климата.

Самобытность биоклиматических условий Сибири породила представление о том, что все или большинство почв этого региона являются самобытными почвенными типами (Герасимов, 1963; Еловская, 1969 и др.). Стало популярным мнение о широком распространении типа мерзлотно-таежных почв – единого специфического типа почвообразования в пределах мерзлотно-таежной области (Иванова, 1974; Иванова, Розов и др., 1971; Ногина, 1964 и др.).

Постепенное накопление новых фактов, тщательный анализ массовых материалов, проведение сравнительно-географических сопоставлений на более строгой сравнительно экологической основе – все это потребовало новых теоретических обобщений.

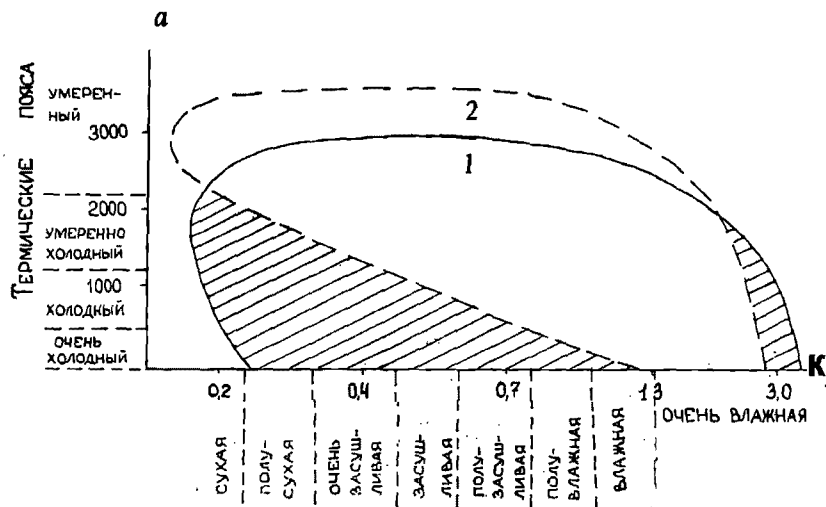
Современный период характеризуется пониманием того, что почвенный покров Сибири может быть понят только на основе всестороннего учета влияния всех факторов в их взаимодействии. Сложное сочетание этих факторов может приводить к формированию как почв, аналогичных почвам Русской равнины, так и почв, в той или иной мере специфичных. Поиск общих закономерностей почвообразования на основе анализа всей сложной картины, всего сибирского педокосма оказывается при этом исключительно трудной, но крайне важной научной проблемой. Выводы такого рода исследований далеко выходят за региональные рамки.

Именно поэтому в этом обширном разделе освещены не только специфические сибирские или криогенные проблемы, но и рассматриваются общие теоретические вопросы, возникшие при обобщении сибирских материалов: вулканическое почвообразование, почвообразование на основных изверженных и осадочных породах, парапочвы и проблема их классификации, внутригоризонтное выветривание, состав ила как диагностический почвенно-генетический признак, эколого-генетический анализ зонального спектра автономных почв и др.

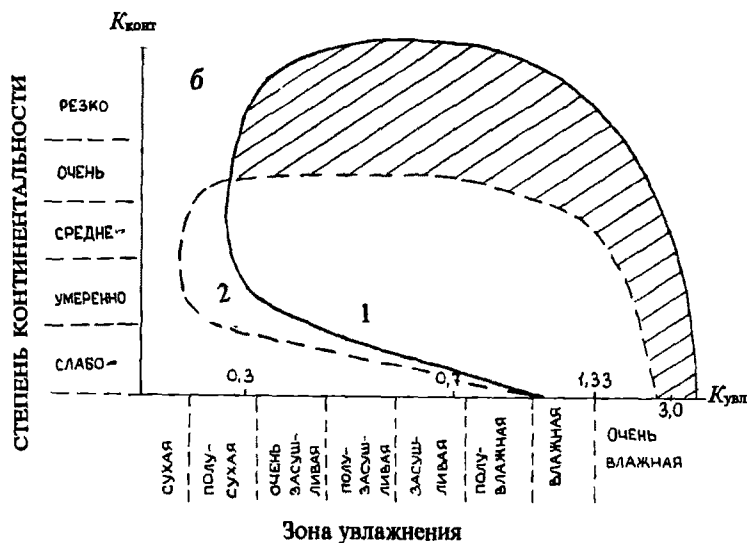
Обсуждение проблемы и выделение наиболее специфичных комбинаций условий требует краткого напоминания наиболее важных характеристик почвообразования.

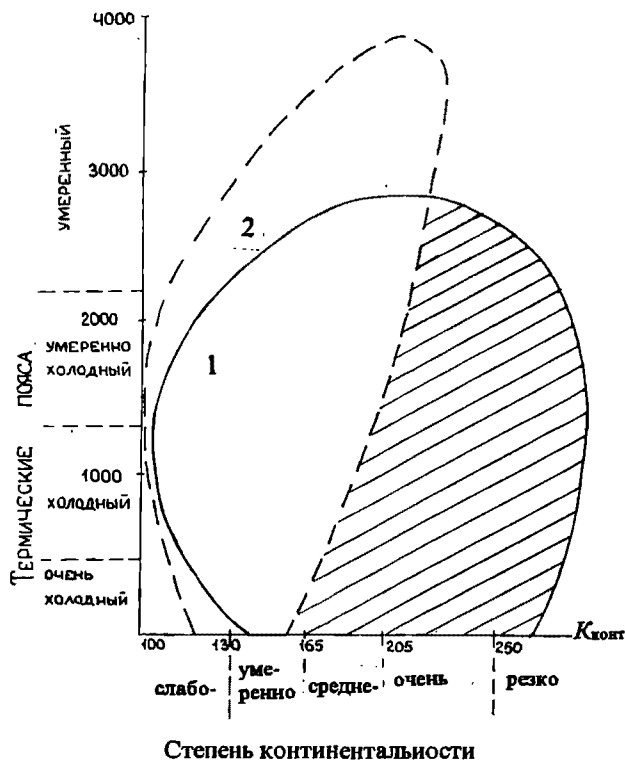
## **СПЕЦИФИЧЕСКИЕ ПОЧВЕННО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ НИШИ СИБИРСКОГО ПЕДОКОСМА**

*Климат.* На территории Сибири и Дальнего Востока можно найти большую часть сочетаний климатических условий, характерных для Русской равнины (рис. 2). В Сибири нет только условий очень сухого климата и термических условий, близких к субтропикам. Наиболее общая особенность климата – наличие сектора с резко континентальными условиями на всех термических уровнях и для всех условий увлажнения. Для совершенствования теоретической базы почвоведения максимально специфично и принципиально существование в Сибири территорий с холодным аридным климатом, не имеющих аналогов на европейской части страны. Интересно, что в Сибири достаточно широко распространены и крайне гумидные условия на самых разных термических уровнях.



Зона увлажнения (по Д. И. Шапко)





Степень континентальности

Р и с. 2. Климатические условия Сибири и Дальнего Востока:

*a* — гидротермические поля; *б* — поля континентальности—увлажнения; *в* — поля термических условий; 1 — Сибирь; 2 — ЕТС.

**Почвообразующие породы.** Литологический фон, на котором развивается почвообразование в Сибири, исключительно разнообразен и богат (табл. 3). Здесь есть практически все почвообразующие породы, на которых формируются почвы Восточно-Европейской равнины. Вместе с тем ряд пород специфичен: вулканокластические отложения, суглинки и глины основного состава, криолиты, ледово-лёссовые сингенетичные толщи и др. Наиболее разнообразны литологические условия почвообразования в Заенисейской Сибири. Соотношение пород здесь существенно иное. На территории Заенисейской Сибири не было сплошного покровного оледенения. Очень широко распространены элювиальные отложе-

ния (или элювиально-делювиальные, криоэлювиальные и т. п.) самого различного минералогического состава. Их распределение часто мозаично, нет так хорошо выраженного литолого-геохимического тренда, как на ледниково-перигляциальных равнинах. В Западной и Средней Сибири и на Дальнем Востоке широко распространены покровные плащеобразные отложения, в том числе «двучленного» состава, столь характерные для северной части Русской равнины.

Т а б л и ц а 3

**Литологические особенности сибирского почвообразования**

| Породы и современные геологические процессы |                     | Русская равнина | Сибирь |
|---------------------------------------------|---------------------|-----------------|--------|
| Глины и суглинки                            | Кислые основные     | ++              | ++     |
|                                             | Кислые «двучлены»   | +++             | +++    |
|                                             | Основные            | —               | ++     |
|                                             | Карбонатные         | ++              | +++    |
|                                             | Засоленные          | ++              | ++     |
| Пески                                       | Кислые полимиктовые | ++              | +++    |
|                                             | Кварцевые           | +++             | +++    |
|                                             | Основные            | —               | ++     |
|                                             | Карбонатные         | +               | +++    |
| Плотные породы                              | Кислые              | +               | +++    |
|                                             | Основные            | +               | +++    |
|                                             | Карбонатные         | +               | +++    |
|                                             | Флювиальный         | ++              | ++     |
| Современный литогенез                       | Эоловый             | +               | +      |
|                                             | Склоновый           | +               | +++    |
|                                             | Вулканический       | —               | +++    |
|                                             | Криогенный          | +               | +++    |
|                                             | Эрозия (водная)     | ++              | ++     |
| Денудация                                   | Дефляция            | +               | +      |
|                                             | Криогенная          | —               | +++    |

П р и м е ч а и е. +++ — Широко распространены; ++ — обычные; + — редки; — практически отсутствуют.

**Рельеф.** На большей территории Заенисейской Сибири и Дальнего Востока преобладают горы и расчлененные предгорья или низкогорья, что накладывает существенный отпечаток на организацию почвенного покрова. Здесь широко распространены вертикальная зональность, предгорная зональность, инверсии, экспозиционный эффект, вершинный эффект, эрозионное омоложение почв, геохимическая соподчиненность почв и т. п.

*Биота.* Диапазон биологических условий почвообразования в Сибири так же широк, как и на территории Восточно-Европейской равнины. Вместе с тем следует отметить и региональные особенности: большую сохранность ненарушенных природных биоценозов на огромных территориях, относительно слабую зоогенную переработку почв в условиях вечной мерзлоты, существование самобытных ландшафтов тундро-степей, флористическую молодость вулканических областей, гигантизм растений и повышенную биологическую продуктивность островных и приморских (и вулканических) экосистем Дальнего Востока.

*Время.* Почвенный покров Сибири разновозрастен. Максимальный возраст почв здесь, как и на Русской равнине, по видимому, определяется окончанием последнего оледенения и завершением ледниково-перигляционного литогенеза (поздний плейстоцен). Судя по литературным данным, голоцен на большей части Сибири был достаточно контрастным (как и на Русской равнине), поэтому во многих случаях здесь почвы имеют столь же существенные признаки, унаследованные от предшествующих стадий почвообразования. Сибирские почвы пережили существенно иную историю антропогенного освоения. На большей части территории этап активного освоения начался сравнительно недавно. В общем проблема «почвообразование и время» для территории Заенисейской Сибири не менее актуальна, чем для Европейской России, но изучена она еще слабее. Лучше изучен полигенез почв Западной Сибири (Гаджиев и др., 1982).

Анализ экологического пространства, в котором формируется почвенный покров Сибири, нельзя ограничивать только характеристикой пяти традиционных факторов почвообразования, поскольку здесь на него активно влияют локальные факторы: современная вулканическая деятельность, криолитогенез, гляциолитогенез и др. При их участии формируются специфические типы почв и почвенного покрова. Эти факторы оказывают на почвообразование не только прямое, но и достаточно заметное косвенное воздействие, так как они влияют на все остальные почвообразователи: почвообразующие породы, растительность, длительность почвообразования и т. п.

Дальнейшее обсуждение вначале целесообразно сконцентрировать на тех экологических обстановках (и соответственно географических регионах), где сочетание условий наиболее специфично и вероятность формирования самобытных почв максимальна: 1) почвообразование в условиях холодного семиаридного резко континентального климата; 2) почвообразование при максималь-

ном влиянии криогенных факторов; 3) почвообразование в области современного вулканизма и 4) почвообразование в области сплошного распространения почвообразующих пород основного состава.

В этом же разделе рассмотрим три теоретические вопроса, которые хотя и выходят за «сибирскую проблематику», но разрабатывались в основном на сибирских материалах и были «спровоцированы» именно изучением почв и почвенного покрова Сибири: а) специфичность почвенного внутригоризонтного выветривания; б) эколого-генетический анализ зонального спектра автономных почв и в) теоретические вопросы, связанные с влиянием мерзлоты на почвообразование. Эти вопросы не случайно были поставлены именно в Сибири с ее исключительно пестрым фоном почвообразующих пород и повсеместным влиянием криогенных факторов.

### КРИОАРИДНОЕ ПОЧВООБРАЗОВАНИЕ

Холодное семиаридное почвообразование характерно для равнин Центральной Якутии, котловин горных систем северо-восточной части Евразии и Западной и Центральной Чукотки. Полученные за последние годы сведения о почвах и почвенном покрове этих территорий имели весьма принципиальное значение (Волковинцер, 1973; Герасимов, 1961; Еловская, 1969; Иванова, 1974; Наумов, Андреева, 1963; Соколов, Быстряков и др., 1979, 1982 и др.). Они заставили пересмотреть многие общетеоретические концепции. До получения прямых фактических данных предполагалось, что здесь формируются почвы, которые соответствуют нашим знаниям о почвообразовании в условиях холодного климатического пояса и зои тундры и северной тайги: подзолы, подбуры, тундровые глеевые и т. п. Эти почвы и показывались на обзорных почвенных картах. Прогнозы не подтвердились. Оказалось, что в условиях холодного аридного климата формируются почвы, имеющие принципиально близкий характер с аридными почвами более теплых регионов и принципиально отличающиеся от почв холодного гумидного климата. Холодность климата определяет не столько направление почвообразования, сколько его интенсивность: все почвы здесь маломощны, сравнительно грубогумусны, слабо выветрелы. Общим для них является и наличие в разной степени выраженных криогенных признаков. В большинстве случаев в почвообразующих породах имеется вечная мерзлота. Но и ее влияние здесь достаточно специфично. Например, только в условиях аридного климата даже льдистая водоупорная вечная мерзлота

может не вызывать появление в почвенном профиле устойчивой надмерзлотной верховодки и надмерзлотного гидроморфизма.

В условиях холодного аридного климата описан спектр почвенных типов, который может рассматриваться как «холодный» аналог спектра типов более теплых аридных и полуаридных областей: степные, тундрово-степные, палевые, палево-серые, палевоосолоделые и др. Для этих почв, как и для их «теплых» аналогов, характерны: насыщенность и слабокислая или нейтрально-щелочная реакция, отсутствие элювиально-иллювиального перераспределения тонкодисперсных алюмосиликатных компонентов (за исключением осолоделых почв), аккумулятивный характер гумусонакопления и др. Весьма специфичен почвенный покров холодных аридных территорий: здесь даже в наиболее аридных условиях широко распространены (нередко господствуют) гидроморфны почвы, формирование которых обусловлено близкой вечной мерзлотой. Среди гидроморфных почв многие также специфичны, например, криоземы (Соколов, 1981).

Принципиальная значимость изучения почв холодного аридного климата не ограничивается «заполнением» ранее практически неизвестной экологической ниши. Появилась возможность охарактеризовать как общие закономерности холодного почвообразования – от гумидных до аридных, так и общие закономерности аридного почвообразования – от жарких до холодных.

По-новому решена проблема районирования. Установлено, что не существует единой почвенной зоны, циркулярно опоясывающей сушу Субарктики; выделен обширный сектор с участием в почвенном покрове криоаридных почв и проведено его разделение на две почвенные области (Соколов, Быстрыков и др., 1982).

Изучение криоаридных почв имеет большое значение для палеогеографии и палеопедологии. Мир холодных аридных почв и в особенности почв тундро-степей – это, по-видимому, ближайший современный аналог почв тех перигляциальных холодных аридных ландшафтов, которые господствовали на территориях ледниково-перигляциальных равнин в конце плейстоцена – начале голоцена.

Наши исследования и литературные материалы (Алифанов, Гугалинская, 1983; Бердников, 1976; Морозова, 1981; Соколов, 1983, 1986 и др.) свидетельствуют о том, что в современном почвенном покрове ледниковых и перигляциальных равнин – Восточно-Европейской равнины, Сибири и Дальнего Востока – хорошо сохранились признаки перигляциального (тундрово-степного, лугово-степного) криоаридного почвообразования: микро- и нанополи-

гональность, погребенные гумусовые горизонты, система криогенных трещин, криогенная структура и т. п.

### КРИОМОРФНОЕ ПОЧВООБРАЗОВАНИЕ

Влиянию криогенеза на почвообразование посвящено большое количество оригинальных обобщающих работ (Алифанов, Гугалинская, 1983; Макеев, 1953, 1974, 1982; Соколов, Соколова, 1982; Соколов, 1971; Соколов, Чигир и др., 1980). Кратко напомним основные положения. Влияние криогенеза исключительно многообразно. Проявляется оно как в динамических, так и в устойчивых свойствах почв и почвенного покрова: своеобразии водно-теплового режима (холодность, миграция влаги к фронту замерзания, запасы холода в нижних горизонтах, поглощение и выделение тепла при фазовых переходах в состоянии воды и т. п.), разнообразные криогенные турбации (пучения, растрескивания, сортировка, гомогенизация и др.), криогенное оструктурирование (листоватая, плитчатая, призматическая, ооидная структура), явления дегидратации и кристаллизации коллоидов при замерзании, надмерзлотный гидроморфизм, криогенное выветривание пород и минералов, криогенные типы структур почвенного покрова и т. п.

Все эти явления достаточно хорошо изучены как сравнительными эколого-географическими, так и лабораторно-экспериментальными методами. Их криогенная природа может быть в большинстве случаев надежно диагностирована. Не столь однозначно обстоит дело с влиянием мерзлоты на накопление веществ в почвенном профиле и оглеение. Уже в первых работах по влиянию мерзлоты на почвообразование было высказано предположение о том, что водонепроницаемая льдистая вечная мерзлота является экраном для мигрирующих с почвенной влагой веществ и над горизонтом вечной мерзлоты происходит их накопление. Обосновывалась эта гипотеза обычно двумя фактами: накоплением солей в ряде почв мерзлотной области и наличием гумусовых темных горизонтов в нижней части почвенного профиля (Глинка, 1921; Квашнин-Самарин, 1911 и др.). Это предположение с аналогичной аргументацией впоследствии неоднократно повторялось (Иванова, Розов и др., 1971; Караваева, Таргульян, 1962; Караваева, 1969 и др.).

Наши многолетние исследования и обобщение имеющихся материалов (Соколов, Быстрыков и др., 1982, Васильевская, 1980 и др.) позволяют несколько по-иному оценить геохимическую роль вечной мерзлоты. Она ограничивает мощность деятельного слоя,

часто вызывает его переувлажнение и тем самым способствует, скорее, удалению водорастворимых веществ, чем их накоплению. Вынос осуществляется в основном латерально. Он облегчается сетью криогенных трещин. Накопление солей оказалось характерным только для условий аридного климата и обусловлено не наличием мерзлоты, а сухостью климата и непромывным типом водного режима почв. Предполагавшееся надмерзлотное накопление гумуса не подтвердилось. Локальные случаи примерного соответствия глубоких гумусовых горизонтов или прослоек уровню вечной мерзлоты обычно связаны либо с затаскиванием вглубь поверхностных гумусовых горизонтов при криотурбациях, либо с погребенными гумусовыми горизонтами.

Достаточно сложно и неоднозначно влияние мерзлоты на оглеение. В сравнительно теплых условиях (например, в мерзлотных лугово-черноземных почвах Забайкалья) мерзлота способствует переувлажнению и не препятствует оглеению. В условиях более холодного климата широко распространены мерзлотные гидроморфные неглеевые почвы (Соколов, 1980, 1981). Ранее эти почвы классификационно и номенклатурно объединялись с глеевыми мерзлотными почвами и специально не изучались. Впервые мерзлотные гидроморфные неглеевые почвы были выделены самостоятельно по предложению автора в «Программе Почвенной карты СССР» (1972) под предварительным названием «мерзлотно-таежные гидроморфные неглеевые высокогумусные почвы»; там же была дана их краткая диагностика. Затем криогидроморфное неглеевое почвообразование было описано более подробно как самостоятельное — криоземное — направление почвообразования (Соколов, 1980).

Было выделено два типа криоземов: криоземы торфянисто-перегнойные (гомогенные) и криоземы тиксотропные. Имеется ряд общих особенностей экологии, географии и генезиса этих почв. Они формируются в очень широком диапазоне экологических условий, их ареал простирается от тундр и тундролесий до южной тайги (в последнем случае они тяготеют к склонам северной экспозиции). Обычно в таежной зоне на криоземах произрастают разреженные угнетенные низкорослые лиственные леса (реже — с примесью кедра, ели, пихты) с гидрофильным олиготрофным мохово-лишайниково-кустарничковым напочвенным покровом. Криоземы могут занимать самые различные элементы рельефа: водораздельные поверхности, склоны, межгорные долины. Поверхность всегда имеет яркие формы криогенного нано-, микро-

или мезорельефа: пятна, трещины, каменные полигоны или котлы, полосы, курумы и т. п.

Крайне разнообразны литологический и петрографический составы почвообразующих пород, на которых могут формироваться криоземы: рыхлые отложения от супесей до таежных суглинков и глин, от преимущественно мелкоземистых до преимущественно хрящевато-щебнистых; плотные породы от кислых до основных и карбонатных, от изверженных до метаморфических и осадочных. Во всех случаях материал почвообразующих пород заметно перетолжен и перемешан криодинамическими и склоновыми процессами.

Профиль криоземов маломощен: он «заперт» льдистой вечной мерзлотой. Характерно постоянное переувлажнение. В профиле хорошо выражены криогенные явления: перемешивание, вымораживание крупнозема, криогенная сортировка материала, пучения, трещинообразование и др. Минеральная часть профиля криогомогенизирована и слабо дифференцирована на генетические почвенные горизонты. Хорошо выделяется только органогенный горизонт. На поверхности всегда имеется подстилка и/или торфянистый (торфянисто-перегнойный) горизонт.

Гранулометрический и химический составы почв в значительной степени определяются исходным составом почвообразующих пород. Распределение веществ по профилю равномерное. Однородность профиля связана со своеобразием водного режима (наличие мерзлотного водоупора, дренирующая роль криогенных трещин, восходящая миграция в засушливые периоды) и процессами криогенной гомогенизации. Емкость поглощения обычно высокая. Это объясняется обильной гумусированностью, сравнительно тяжелым гранулометрическим составом, и в случае почвообразования на дериватах основных пород, минералогическими особенностями состава тонкодисперсных фракций (преобладание смектитового компонента). Почвенный поглощающий комплекс в органогенных горизонтах сильно ненасыщен, в минеральных насыщенность заметно повышается.

Характерный специфический признак криоземов – отсутствие признаков оглеения при постоянно высоком увлажнении (выше НВ). Причины отсутствия оглеения в профиле этих гидроморфных почв остаются проблематичными. Возможны следующие объяснения: ослабление микробиологической деятельности при низких температурах, наличие латерального влагопереноса, аэрация профиля по криогенным трещинам. Возможно, все эти причины имеют

место, а их соотношение в разных условиях различно. Вопрос требует дальнейшего специального изучения.

Перечисленные особенности характерны как для торфянисто-перегнойных, так и для тиксотропных криоземов. В генезисе, экологии и географии этих почв имеются и существенные различия. Торфянисто-перегнойные криоземы имеют преимущественно органический и менее мощный профиль; вечная мерзлота находится обычно на глубине 30–40 см. Надмерзлотный щебнистый перегнойно-гумусовый горизонт темный, пльвинный, его влажность постоянно около ПВ. Экологический и географический диапазон торфянисто-перегнойных криоземов особенно широк: от мерзлотно-таежных регионов Дальнего Востока до Средне-Сибирского плоскогорья, от тундролесий до подзоны южной тайги. В почвенном покрове они обычно представлены в комплексе или сочетании с мерзлотными торфяными почвами. Генетический профиль торфянисто-перегнойных криоземов представляет собой жестко обусловленную систему взаимообусловленных признаков. Свойства этих почв практически одинаковы во всем их ареале, климатическая сенсорность почв невелика. Эти почвы могут формироваться в тех же макроклиматических условиях, что и подзолистые, буроземы, палевые и дерновые Al-Fe-гумусовые почвы. Но ни к одному из этих типов криоземы не образуют устойчивых переходных форм (хотя формируются в ассоциации с ними).

Тиксотропные криоземы экологически и географически более локальны, а генетически более разнообразны. Они формируются только на сравнительно тяжелых и преимущественно мелкоземистых почвообразующих породах. Органический горизонт мало-мощный. С этим связана большая мощность почвенного профиля, вечная мерзлота находится на глубине 70–90 см. Минеральная часть профиля имеет однородный тиксотропный характер (в сухом состоянии – слитой). Очень хорошо выражены морфологические признаки криогенных турбаций. Ареал этих почв ограничен условиями резко континентального слабогумидного климата. Тиксотропные криоземы формируются в том же ареале, что и палевые почвы и связаны с ними целым рядом промежуточных переходных почв. В настоящее время установлено широкое распространение тиксотропных криоземов на дериватах вулканических туфов в восточной части плато Путорана и Средне-Сибирского плоскогорья, на дериватах осадочных пород (преимущественно глинистых сланцев) в бассейнах рек Вилюя и Оленька и на ледово-лёссовых отложениях равнин и предгорий приледоморской части Северо-Востока Евразии.

Специальное изучение минералогического состава тонкодисперсных фракций криоземов представляет большой научный интерес, так как позволяет ответить на целый ряд вопросов:

1. Существуют ли общие особенности глинистого вещества почв, формирующихся при максимальном влиянии криогенеза? Эти почвы многократно (не менее 10 000 раз!) промерзали и оттаивали во влажном состоянии, т. е. в максимальной степени испытывали влияние криогенного глинообразования (если этот процесс реально существует).

2. Какова роль исходного минералогического состава почвообразующих пород и какие процессы ответственны за формирование минералогического состава криогидроморфных почв? Строгое исследование этой проблемы затруднено тем, что в данном случае мы всегда имеем дело с материалом, который криотурбирован и солифлюкционно переотложен. Можно говорить только о большей или меньшей степени однородности пород, но не об элювии пород в строгом смысле этого слова; речь должна идти о криозлювии почвообразующих пород.

3. Имеются ли устойчивые различия в минералогическом составе тонкодисперсных фракций двух типов криоземов, или минералогия илистого вещества в данном случае не зависит от типа почвообразования? Очевидно, что и этот вопрос имеет не только частный, но и более общий интерес, так как может рассматриваться как фрагмент широкой проблемы связи минералогии ила с направлением почвообразования.

В результате специальных исследований было установлено, что как тип торфянисто-перегнойных криоземов, так и тип тиксотропных криоземов не характеризуется каким-то общими типовыми особенностями минералогического состава илистого вещества (Градусов, Соколов, 1989).

Рассмотренные материалы свидетельствуют, что криогидроморфное почвообразование не может быть охарактеризовано какой-либо одной ассоциацией глинистых минералов. Можно выделить три типа ассоциаций; их наличие определяется составом почвообразующих пород. Первая ассоциация: рентгеноаморфные соединения с очень небольшим количеством смектитов и/или хлорит-смектитов или без них. Она характерна для продуктов гипергенно-педогенетических преобразований слабоизмененных гидротермальными процессами основных пород. Вторая ассоциация: смектиты типа железистых монтмориллонитов, рентгеноаморфные соединения с примесью гидрослюда, смешанослойных слоуда-

сметитовых образований характерна для умеренно пропицитизированных основных изверженных пород и их гипергенных дериватов. Третья ассоциация: гидрослюды (иногда серицитовые), хлориты, смешанослойные слюда-сметитовые и хлорит-сметитовые образования с признаками упорядоченного чередования пакетов характерна для катагенетически (эпигенетически) измененных осадочных пород и их гипергенных дериватов.

Закономерные изменения минерального состава и структурных особенностей основных минеральных компонентов (как отдельных минералов, так и смешанослойных образований) по профилю почв не наблюдаются, перечисленные выше ассоциации глинистых минералов и аморфных соединений сохраняются в пределах всего почвенного профиля.

Имеющиеся в литературе немногочисленные материалы по минералогии почв мерзлотных областей не противоречат нашим результатам. Автономные почвы различных подзон восточно-европейской тундры имеют полиминеральный состав (Зверева, Игнатенко, 1973). В качестве компонентов почвенного ила здесь присутствуют: слюды, вермикулит, монтмориллонит и каолинит. Авторы отмечают деградацию магнийсодержащих минералов и допускают переход первичных минералов в слюды, а монтмориллонита в каолинит. Однако просмотр фактических материалов свидетельствует о том, что увеличение содержания слюд связано с их поступлением в ил из более грубых фракций и физическим выветриванием зерен гидротермально серицитизированных полевых шпатов, а различное содержание каолинита обусловлено колебаниями его содержания в почвообразующей породе.

Тундровые почвы на аллювиальных и аллювиально-моренных осадках бассейна р. Пясины имеют преимущественно сметитовый состав (Градусов, Иванов, 1974). Зафиксировано лишь расширение дифракционных максимумов сметита в верхних горизонтах. Достоверные структурные изменения ила при почвообразовании не установлены.

Минеральный состав ила мерзлотно-таежных почв севера Средней Сибири (Соколов, Градусов, 1981) и Крайнего Северо-Востока Евразии (Наумов, Градусов, Цюрупа, 1974) целиком определяется минералами, унаследованными от исходных пород. Лишь для наименее устойчивых минералов установлена деградация в неупорядоченные биотит (флогопит)–вермикулитовые смешанослойные образования.

Экспериментальные лабораторные исследования влияния многократных циклов промораживания–оттаивания на глинистые минералы (Коницев, Рогов, Шурина, 1974) показали изменение

периодичности вдоль оси «с». Авторы предположили, что это связано с расталкивающим действием замерзающей воды на соседние сетки смектитов и сделали вывод, что достаточно 50 таких циклов для разупорядочения структуры гидрослюды, хлоритов, каолинита и смектита, их перехода в аморфные образования. С нашей точки зрения, строгие доказательства этого факта получены не были.

Таким образом: 1) минералогический состав тонкодисперсных фракций криоземов определяется исходным минералогическим составом почвообразующих пород; 2) формирование глинистых минералов происходит в основном в результате догипергенной гидротермальной глинизации; 3) эффект почвенного оглинивания объясняется в основном разрушением грубозернистых минералов-контейнеров, носителей глинистого вещества, образованного процессами допочвенной глинизации; 4) длительный криогидроморфизм (криогенез) не приводит к формированию какой-либо специфической ассоциации глинистых минералов и не сопровождается структурными изменениями в строении минералов; 5) минералогический состав илистого вещества не является фактором, определяющим формирование почвы по криоземному типу. Илистая фракция криоземов может быть образована самыми различными ассоциациями минералов.

Вместе с тем минералогия ила оказывает существенное влияние на свойства почв: емкость поглощения, особенности химического состава, водно-физические свойства, степень тиксотропности и/или пльвунности и др.

Предполагавшееся ранее широкое распространение надмерзлотно оглеенных почв в континентальном секторе Субарктики не подтвердилось. Глубинное оглеение почв этих регионов, по нашим наблюдениям, не связано с надмерзлотно переувлажнением, которое нередко отсутствует даже в глинисто-суглинистых почвах, а имеет реликтовую природу и унаследовано от более теплых условий атлантического оптимума.

Не только формы, но и степень влияния криогенеза на почвообразование может быть весьма различной. Зависит это, в первую очередь, от интенсивности миграции влаги и других явлений, сопровождающих фазовые переходы воды (жидкость-лед). Неудивительно поэтому, что степень влияния криогенеза в большой степени зависит от условий, определяющих возможность этих явлений: водно-физических особенностей грунта (гранулометрический и минералогический составы, слонистость, оструктуренность, содержание гидрофильных и гидрофобных веществ и т. п.), содержания влаги и возможности ее дополнительно-

го поступления с поверхностным или грунтовым стоком, скорости и интенсивности промерзания, глубины сезонного талого слоя и др. До недавнего времени обычно считалось, что степень влияния вечной мерзлоты однозначно зависит от ее характера, различали «льдистую» и «сухую» мерзлоту (Каравасева, 1969; Соколов, Соколова, 1962 и др.). Считали, что наличие льдистой водоупорной мерзлоты обязательно вызывает явления надмерзлотного гидроморфизма. Установлено, что эта закономерность верна лишь для условий гумидного климата. В криоаридных условиях даже наличие льдистой мерзлоты при достаточно тяжелом гранулометрическом составе может не сопровождаться явлениями надмерзлотного гидроморфизма из-за малой атмосферной увлажненности (Соколов, Быстрыков и др., 1982).

В зависимости от форм влияния криогенных процессов на почвообразование в почвенном профиле и почвенном покрове могут быть обнаружены самые разные результаты этого влияния. Наиболее распространенный случай – наличие криогенных признаков в почвах, профиль которых по строению и набору всех остальных свойств неспецифичен. Криогенные признаки обнаружены в настоящее время в очень широком диапазоне почвенных типов. Это практически все типы почв, формирующихся в условиях полярного и бореального климатов. Интересно, что даже некоторые субтропические типы почв, например, коричневые, могут промерзать в зимнее время.

В максимальной степени влияние криогенеза обнаруживается у почв, формирующихся в условиях интенсивного развития криотурбационных процессов. В этих случаях формируются такие специфические почвенные образования, как криопедолиты, криоземы и так называемые «почвы трещин». Под термином «криоземы» описана группа почвенных типов, для которых характерно сочетание таких процессов, как постоянный надмерзлотный гидроморфизм и криотурбационная гомогенизация. Гидроморфизм криоземов не сопровождается их оглеением. Разнообразие типов почв в этой группе достаточно широко: от почв преимущественно органогенных до почв преимущественно минеральных. Достаточно разнообразны и «почвы трещин». Они формируются на материале, заполняющем широкие криогенные трещины. Материал этот преимущественно органогенный. В трещинах создаются условия максимальной биогенности и выщелоченности. К трещинам приурочена основная масса корневых систем (а в безлесных ландшафтах и основная масса растительности и зообиоты), откуда с межтрещинных выплений стекают атмосферные осадки. Широкие криогенные тре-

щины обуславливают весьма специфичный водный и тепловой режимы территории.

В случае еще более интенсивного влияния криогенеза почвообразование подавляется и формируются непочвенные тела (криолиты), и тела, которые можно рассматривать как переходные между почвами и непочвенными криогенными образованиями. Такие полупочвенные образования представлены криопедолитами, среди которых преобладают так называемые «почвы криогенных пятен», которые образуются в результате пучений и излияния на поверхность тиксотропных пльвунных масс надмерзлотных горизонтов. Почвы пятен имеют признаки, возникшие в материале до его излияния, признаки, связанные с излиянием, и признаки, возникшие после излияния. В зависимости от сочетания экологических условий характер этих признаков может быть исключительно разнообразным: выщелоченность или карбонатность (даже засоленность), высокая или слабая гумусированность, оглеение или окисление ранее восстановленных соединений железа, криогомогенизация и криосортировка, криодиспергирование и криооструктурирование и т. п.

Проблема классификационного и номенклатурного выделения почв, формирующихся при различном влиянии криогенеза, решается неоднозначно. Наиболее крайняя точка зрения – проведение между промерзающими и непромерзающими почвами классификационного рубежа самого высокого таксономического уровня вне зависимости от степени влияния криогенных процессов на почвообразование (Максеев, 1977, 1982). Более обоснованным можно считать дифференцированный подход. Представляется, что криогенные признаки у почв, сохраняющих все основные характеристики традиционных типов, не дают оснований для выделения новых почвенных типов и в зависимости от степени влияния криогенеза они должны учитываться на различном внутритиповом уровне.

Выделение новых почвенных типов целесообразно лишь при определяющем влиянии криогенных процессов – криоземы, почвы трещин. Заметим, что выделение таких типов почв, как палевые, степные криоаридные и т. п. не имеет прямого отношения к проблеме, так как их специфичность обусловлена не столько криогенезом, сколько сухостью климата.

На самом высоком таксономическом уровне должны выделяться в классификации почв криопедолиты и криолиты. Представляется, что включая их в общую классификацию почв, мы должны рассматривать их как особые (по В. В. Докучаеву – полу-

почвенные) тела, формирующиеся по законам как лито-, крио-, гляцио-, так и педогенеза, и поэтому на самом высшем таксономическом уровне отделять их от собственно почв. При этом принципы классификации и сама таксономическая система для этих образований не должны полностью совпадать с теми, в рамках которых классифицируются собственно почвы (Соколов, 1978, 1991; Соколов, Быстрыков и др., 1982 и др.).

Обсуждение вопросов классификации почв в связи с криогенезом закончим напоминанием того, что в настоящее время накопление новых фактов заставляет отказаться от выделения типа мерзлотно-таежных почв, так как стало очевидным, что речь должна идти об очень широком и генетически достаточно контрастном наборе специфических и неспецифических почвенных типов, формирующихся в пределах мерзлотно-таежной области: подзолы, парподзолы (подбуры), криоземы, палевые, буроземы, рендзины и др.

Исследованиями почвоведов и криолитологов (Томирдиаро, 1980; Наумов, Турсина, Томирдиаро, 1984; Шило, 1961 и др.) установлено широкое распространение на равнинах Северо-Востока Евразии своеобразных почвенных феноменов – гляциопедолитов («едом»). Гляциопедолиты сингенетично формируются процессами ледово-лессового криолитогенеза, почвообразования и, возможно, флювиального литогенеза. Их толща состоит из минерального (в той или иной степени преобразованного почвообразованием) материала и сингенетичных сублимационных жильных льдов. Соотношение минерального материала и льда колеблется в очень широких пределах; содержание льда может достигать 80%. На поверхности гляциопедолитов формируется почвенный покров, в котором представлены самые разные типы почв: палевые, криоземы, торфяные мерзлотно- и др. Значительные площади занимают термокарстовые озера. Изучение этих объектов представляет большой теоретический и практический интерес. С одной стороны, равнинный рельеф и потенциальное плодородие лёссов и лёссовых почв позволяют рассматривать эти территории как перспективные для сельскохозяйственного освоения. С другой стороны, именно они крайне трудны для освоения, так как подвержены термокарсту и термоэрозии.

Многообразны палеопедологические аспекты изучения гляциопедолитов и формирующихся на них почв. В прошлом они были широко распространены на ледниково-перигляциальных равнинах. Предложена гипотеза происхождения широко распространенных на этих равнинах покровных плащеобразных суглини-

стых отложений при таянии ледово-минеральных толщ, в том числе гляциопедолитов (Соколов, 1984, 1986). Изучение современных гляциопедолитов позволяет уточнить и проверить многие аспекты этой гипотезы. Не менее интересны и два другие палеогеографические аспекта изучения этих образований: возможность получения фактических материалов, характеризующих современные аналоги ландшафтов, столь широко распространенных в условиях позднего плейстоцена, и изучение погребенных едомных почв как «законсервированных музеев» плейстоценового почвообразования (Наумов, Турзина, Томирдиаро, 1984).

### ВУЛКАНОГЕННОЕ ПОЧВООБРАЗОВАНИЕ

Современный вулканизм – еще один локальный фактор литогенеза и почвообразования (Соколов, 1973). В зависимости от степени его влияния можно проследить всю гамму постепенных переходов от разнообразных вулканогенных пород до почв через «толупочвенные» образования, формирование которых лишь осложнено влиянием вулканизма. Центральную, наиболее интересную и наиболее изученную часть этого ряда занимают вулканические почвы, формирующиеся при умеренном влиянии пеплопадов. В их формировании в полной мере проявилось как влияние собственно почвенных процессов, так и осложняющее влияние вулканизма. Эти почвы представлены рядом почвенных типов: охристые вулканические, торфянисто-охристые вулканические, охристые вулканические деструктивные и палево-охристые вулканические (ранее мы их выделяли как подтип светло-охристых вулканических почв).

При интенсивной вулканической деятельности формируются почвы, которые правильнее рассматривать как вулканогенные педолиты. Влияние собственно почвенных процессов на формирование этих тел значительно слабее.

При ослабленной и слабой интенсивности пеплопадов формируются почвы, по строению профиля близкие обычным невулканическим почвам: подзолисто-охристые вулканические и охристо-подзолистые. В последнее время установлено, что зона слабых влияний пеплопадов весьма обширна, она захватывает даже некоторые внутриконтинентальные регионы Северо-Востока. Здесь формируются своеобразные почвы с маломощным верхним пепловым горизонтом. Некоторая их морфологическая близость к подзолам вначале приводила к выделению подзолов в области с резко континентальным и семиаридным климатом. В настоящее время

установлено, что их правильнее рассматривать как один из вариантов палевых почв (Соколов, Быстрыков и др., 1982).

## ПОЧВООБРАЗОВАНИЕ НА ОСНОВНЫХ ИНТРУЗИВАХ

На территории Средней Сибири расположен единственный в нашей стране обширный регион господства изверженных пород основного состава. Все экзогенные процессы (почвообразование, выветривание, литогенез, геохимическая миграция и др.) на этой территории в той или иной мере специфичны (Соколов, Градусов, 1981).

Породы трапшовой формации и продукты их транспорта в суровых условиях Средне-Сибирского плоскогорья образуют своеобразный малоизученный ряд элювиальных, пролювиальных, делювиальных солифлюкционных отложений, для которого закономерности изменений химического и минералогического составов в субэразальных условиях носят принципиально иной характер нежели те, которые известны для продуктов континентального литогенеза на кислых изверженных и метаморфических субстратах.

Для понимания особенностей формирования минеральной массы профилей почв на этих породах важно отметить: 1) высокое содержание минералов с каркасными структурами и стекол, которые не способны превращаться в глинистые минералы при трансформационной дегградации; 2) низкую устойчивость перечисленных и глинистых порообразующих минералов, что обеспечивает возможность накопления аморфных продуктов даже при неинтенсивном воздействии гипергенных факторов; 3) близость (непрерывность изменений от кристаллита к кристаллиту) структурных признаков, состава, дисперсности, физико-химических показателей минералов тонких фракций – хлоритов, хлорит-сметитов и образованных по ним каолинит-сметитов, что исключает возможность существенной дифференциации ила при выветривании и миграции в профиле почв; 4) допочвенную глинизацию пород постмагматическими процессами.

По перечисленному комплексу признаков почвообразующие породы рассматриваемого ряда принципиально отличаются от пород, представляющих собой дериваты кислых изверженных, метаморфических и осадочных пород. Принципиально иным оказывается и почвообразование на этих породах. Наиболее специфично почвообразование в автоморфных условиях на «эндемичной» для этих условий почвообразующей породе – суглинках и глинах основного состава. В отличие от суглинков и глин кислого состава,

обычных для ледниково-перигляциальных равнин, эти породы приводят к появлению в условиях холодного гумидного климата не глеевых почв, а грануземов (Соколов, 1976, 1978).

Грануземы характеризуются совершенной мелкокомковатой коагуляционно-криогенной псевдопесчаной и плитчатой криогенной структурой, которая обуславливает хорошие фильтрационные свойства почв, их самодренированность и мерзломорфность даже в условиях гумидного климата, суглинистого состава пород и мерзлоты.

И неозловивальному (грануземному), и ортоэловивальному (охристые подбуры) почвообразованию на основных породах свойствен своеобразный тип внутригоризонтного выветривания, сопровождающийся интенсивным выносом кремния и кальция, остаточным накоплением железа, марганца и титана, а также обильным накоплением аморфных вторичных соединений алюминия (фульватов алюминия и аллофанов), железа и кремния. Такое направление выветривания обусловлено особенностями минералогического состава основных пород: избирательным выветриванием основных плагиоклазов и остаточным накоплением пироксенов и титансодержащих минералов (Соколов, 1978; Соколов, Градусов, 1981).

Таким образом, во всех случаях специфическое сочетание условий почвообразования ярко отражается на почвах и почвенном покрове; формируются не только новые типы почв, но и новые направления почвообразования: таежно-степное криоаридное (палевые, тундрово-степные, степные криоаридные и т. п.), грануземное, криоземное (криогидроморфное неглеевое). В ряде случаев приходится говорить о формировании самобытных почвоподобных тел (полупочв или парапочв): криопедолитов, гляциопедолитов, вулканических педолитов и т. п.

Многие «традиционные» проблемы приобретают в Сибири новое звучание.

## **ТРАДИЦИОННЫЕ ПРОБЛЕМЫ: ВЗГЛЯД ИЗ СИБИРИ**

### **ПОДЗОЛООБРАЗОВАНИЕ (ТЕКСТУРНО- И ХЕМОГЕННО-ДИФФЕРЕНЦИРОВАННЫЕ ПОЧВЫ)**

Эти почвы вначале считались преобладающими в таежной зоне, и почвенные карты несли огромные контуры подзолистых почв. Затем подзолистые почвы были почти полностью «изгнаны» с территории Заенисейской Сибири (Почвенная карта СССР, 1960).

В настоящее время они снова «восстановлены в правах» (Соколов, Таргульян, 1970, 1976; Фридланд, Каравасва, Руднева, 1972; Почвенная карта РСФСР, 1991 и др.). Но сейчас проблема усложилась. Установлено, что текстурно-дифференцированные и Al-Fe-гумусовые подзолистые почвы генетически и классификационно существенно различны (Таргульян, 1971). В большинстве современных и зарубежных классификаций они разделяются на высоком таксономическом уровне (выше типа). Следовательно, проблема «подзолистые почвы в Сибири» должна рассматриваться дифференцировано.

Суглинистые почвы с текстурно-дифференцированным профилем (ТДП) распространены в основном на равнинах и в предгорьях. Они имеют два основных ареала: равнины и межгорные котловины юга Западной и Средней Сибири и равнины юга Дальнего Востока. В западной и Средней Сибири их генетически и классификационно большинство исследователей объединяет с суглинистыми подзолистыми почвами, на Дальнем Востоке в последние десятилетия популярно представление о генетической самобытности этих почв; здесь их обычно выделяют в самостоятельный тип или типы подбелов, буроземно-подзолистых, подзолисто-буроземных, псевдоподзолистых и т. п. Сибирских почв с текстурно-дифференцированным профилем в полной мере коснулась та общая дискуссия о генезисе и классификации суглинистых подзолистых почв, которая, не затихая, продолжается уже много лет.

В настоящее время важно получить ответ на два основных вопроса: а) представляет ли ТДП европейских, сибирских и дальневосточных почв генетическое единое образование, или его формирование обусловлено разными причинами; б) в какой мере ТДП этих почв обусловлен почвенными процессами и в какой унаследован от допочвенных литологических и/или диагенетических процессов. Результаты проведенного нами обобщения дают основания предполагать, что причины возникновения текстурно-дифференцированного профиля у всех этих почв существенно не различаются и имеют литогенную природу. Об этом говорят: некомпенсированный «вынос» ила, отсутствие его накопления на различных внутрипрофильных барьерах, однородный состав ила по профилю, отсутствие аккумуляции продуктов предполагаемого разрушения ила, наличие погребенных гумусовых горизонтов на границе горизонтов A2 и Bt, различия в составе и содержании крупных фракций и т. п. В ряде случаев уже литературные материалы достаточно ярко свидетельствуют о литологической природе границы горизонтов A2 и Bt: практически все разрезы дальневосточных подбелов

имеют резкое различие в содержании песка в этих горизонтах (Иванов, 1976; Крейда, 1970 и др.); в Западной Сибири под горизонтом А2 или в его нижней части есть гумусовый горизонт, который, по-видимому, может рассматриваться как погребенный, так как характеризуется резким увеличением содержания пылицы (Гаджиев, 1982). Принципиально сходны и диагностические показатели этих почв, которые укладываются в близкие диапазоны: морфология, состав ППК, кислотность, содержание и состав гумуса, валовый состав, содержание и состав конкреций, формы элементов.

Основные ареалы почв с ТДП различаются не столько разнообразием и характером самих почв, сколько их соотношением в почвенном покрове: преобладание почв с мощным горизонтом А2 в Средней Сибири, оглеенных почв в Западной Сибири и на Дальнем Востоке, преобладание насыщенных почв на Дальнем Востоке и т. д.

О близости европейских и сибирских текстурно-дифференцированных почв свидетельствует практически полное совпадение предлагавшихся для них генетических гипотез (лессиваж, кислотный гидролиз, оглеение, псевдооподзоливание, исходная литологическая неоднородность) и сходство классификационно-номенклатурных решений (подзолистые, псевдоподзолистые, буроземно-подзолистые, палево-подзолистые и т. п.) (Глинка, 1921; Зонн, 1966; Иванов, 1976; Ковда, Ливеровский, Сун Да Чен, 1957; Корнблом, Зимовец, 1961; Ливеровский, 1947 и др.). Только термин «подбель» за пределами Дальнего Востока почти не использовался.

По-видимому, было бы целесообразно специальными исследованиями по разработанной ранее методике (Соколов, 1988) проверить гипотезу исходной литологической неоднородности сибирских почв с ТДП. Напомним, что решающим аргументом для установления исходной литогенной природы ТДП является «поведение» горизонтов (литологических слоев). В тех случаях, когда устанавливаются явно непочвенные закономерности такого «поведения» (независимость горизонтов от факторов почвообразования и собственно почвенных процессов, возможность их раздельного существования, явно непочвенное взаимопроникновение слоев, их разделение «третьим» наносом, их разделение погребенным гумусовым горизонтом и т. п.), появляется возможность установить исходную литологическую неоднородность даже в тех случаях, когда ТДП не имеет явно двучленного характера и не диагностируется по литолого-минералогическому составу.

С помощью этой методики гипотеза исходной литологической двучленности почв с ТДП прошла проверку на территории Русской равнины и оказалась справедливой для всех ее регионов. В том числе для всех объектов, которые ранее выбирались в качестве эталонов подзолообразования на одородных покровных суглинках (Соколов, 1988).

С применением этой методики гипотеза исходной литологической двучленности ТДП была проверена также в Приморье, Приамурье, Средней Сибири и Западной Сибири\* на объектах, которые и здесь ранее выбирались в качестве эталонов почвообразования на однородных покровных суглинках (Гаджиев, Иванов и др., 1990). Были выявлены покровный плащеобразный характер залегания почвообразующих пород (субазральные перигляциальные покровные суглинки), «непочвенное» поведение горизонтов A2 и Bt и наличие хорошо диагностируемого погребенного гумусового горизонта на границе этих двух горизонтов. Диагностика так называемого второго гумусового горизонта как погребенного подтверждена в лабораторных условиях: в нем обнаружен второй максимум пыльцы и фитолитов. Таким образом, для Сибири и Дальнего Востока проблема механизма возникновения ТДП оказалась не столь сложна, как для Восточно-Европейской равнины. Наличие погребенного гумусового горизонта на контакте легкой и тяжелой частей ТДП и его покровное залегание (аналогично покровному залеганию самой двучленной толщи) позволяют предполагать субазральное происхождение материала исходно двучленного состава.

Как и на Восточно-Европейской равнине, в толще двучленных пород формируются самые разные почвы. Но все эти почвы (кроме так называемых палево-подзолистых) объединяет наличие поверхностного контактно-оглеенного (отбеленного) горизонта. Это дает основание для классификационного объединения этих почв. Необходимость классификационного и терминологического отделения почв с ТДП от подзолистых Al-Fe-гумусовых почв делает целесообразным построение номенклатуры почв с ТДП на основе термина «подбель».

Не столь дискуссионно обстоит дело с Al-Fe-гумусовыми подзолистыми почвами (подзолами). Установлено, что эти почвы господствуют в условиях холодного и умеренного гумидного климата на кислых хорошо дренированных породах (Таргульян, 1971 и др.). Они формируются в очень широком экологическом и гео-

---

\* В полевых работах участвовали И. М. Гаджиев, В. М. Курачев, А. Ф. Махинова, Е. М. Наумов, В. Хмелев.

графическом диапазоне: от тундр до лесов южнотаежного типа; от Урала до побережья Тихого океана и от Заполярья до южной границы страны. В зависимости от экологической обстановки различаются органогенные горизонты подзолов (в последнее время этот термин используется как синоним Al-Fe-гумусовых подзолистых почв): от торфянистых до гумусово-аккумулятивных (дерновых). В пределах всего ареала подзолы встречаются в комбинации с почвами без морфологически выраженного подзолистого горизонта – параподзолами или подбурами и дерновыми Al-Fe-гумусовыми почвами. Их соотношение в почвенном покрове определяется сложным комплексом факторов: составом пород, степенью гумидности климата, возможностью «омоложения» профиля и др. Вместе с тем целый ряд вопросов генезиса, классификации, номенклатуры, географии и экологии этих почв требует дальнейшей разработки.

Дискуссионно принятое в настоящее время разделение Al-Fe-гумусовых почв по наличию или отсутствию горизонта A2. По-видимому, не менее (а может быть, и более) информативным с эколого-генетической точки зрения оказывается их разделение по типу иллювиального горизонта: интенсивности накопления в нем аморфных веществ и их соотношению. Очевидна необходимость дальнейшего поиска и в области терминологии. В настоящее время эти, генетически очень близкие почвы на надтиповом уровне объединяются термином «Al-Fe-гумусовые почвы». Но на типовом уровне они обозначаются терминами «Al-Fe-гумусовый подзол» или «подбур». Эти термины были удачны для того, чтобы подчеркнуть общность этих почв разных регионов, их неспецифичность для Сибири и их отличие от суглинистых текстурно-дифференцированных почв. В настоящее время эти положения общеприняты. Появилась необходимость поиска терминов, отражающих генетическое единство этих почв и их классификационную надтиповую общность. Вариант решения с использованием корней международной терминологии был предложен ранее (Соколов, Быстрыков, Макеев и др., 1982). Другим вариантом, по форме более традиционным, было бы использование термина «параподзолистые почвы» как синонима термина «подбуры» (Соколов, 1991; Соколов, Наумов, Конюшков, 1993).

Крайне противоречиво решается в настоящее время вопрос о классификационной принадлежности почв, профиль которых состоит из гумусово-аккумулятивного и иллювиального (Al-Fe-гумусового) горизонтов. Экологический и географический диапазон этих почв достаточно широк, они описаны как дерновые субарктические, горно-луговые (частично), буро-таежные (частично),

буроземы иллювиально гумусовые и т. п. Специальная проработка показала целесообразность объединения этих почв в единый тип дерновых Al-Fe-гумусовых почв (Соколов, Быстряков, Макеев и др., 1982). Эти почвы иногда называют Al-Fe-гумусовыми буроземами. Неудачность термина очевидна. Буроземное и Al-Fe-гумусовое почвообразование резко различны: одно связывается в основном с выветриванием на месте, другое – с элювиально-иллювиальными явлениями. Обсуждаемые почвы имеют ярко выраженный иллювиальный горизонт с накоплением аморфных  $R_2O_3$  и фульвокислот, что совершенно не характерно для буроземообразования. В настоящее время обоснована целесообразность объединения подбуров и дерновых Al-Fe-гумусовых почв в надтиповую категорию параподзолистых почв (Соколов, 1991).

Изменились и географические представления об ареале Al-Fe-гумусового почвообразования. Установлено, что при переходе в область холодного и умеренного резко континентального климата элювиально-иллювиальное Al-Fe-гумусовое почвообразование заменяется метаморфическим гумусово-аккумулятивным (палевым) почвообразованием. Граница между ними тем дальше смещена в область гумидного климата, чем «богаче» почвообразующие породы; это явление – один из примеров различной сенсорности и рефлекторности почв. Почвы, которые ранее рассматривались как «климатически неоподзоленные подбуры» или «ортоподбуры», в большинстве случаев представляет собой подтип кислых (ненасыщенных) палевых почв и образуют переход между палевыми почвами и подбурами (параподзолами).

Список конкретных вопросов, появившихся в последнее время в связи с изучением почв Сибири и Дальнего Востока, на этом далеко не исчерпан. Мы обсудили в основном вопросы, получившие специальную разработку и уже имеющие конкретные, часто дискуссионные решения. Среди крайне актуальных, но слабо изученных «сибирских» проблем, которые целесообразно рассмотреть в ближайшее время, можно назвать: почвообразование на карбонатных породах (сейчас все реальное многообразие почв маскируется терминами «дерново-карбонатные» или «рендзины»), природу недифференцированных таежных почв севера Западной Сибири, разнообразие степного почвообразования геосинклинальных областей и др. Все эти проблемы ждут своих исследователей.

Назовем еще две назревшие теоретические проблемы: 1) полигенетичность сибирских почв и почвенного покрова; 2) парапочвы и их место в общем учении и педогенезе. Постановка и обсужде-

ние этих вопросов необходимы и как самоцель, и для решения классификационной проблемы.

## ПРОБЛЕМА ПОЛИГЕНЕЗА ПОЧВ

Проблема полигенетичности почв – одна из наиболее актуальных в современном генетическом почвоведении вообще и для территории Сибири в особенности. В настоящее время очевидно, что подавляющее большинство почв ледниковых и перигляциальных равнин полигенетично, эти почвы несут в своем профиле не только существенные признаки позднплейстоценового и голоценового почвообразования, но и пedomорфные литогенные признаки, возникшие на стадии литогенеза и/или допочвенного диагенеза: литогенная текстурная дифференциация, диагенетическое или палеопедогенное оглеение нижних горизонтов (его обычно принимают за современное надмерзлотное оглеение), погребенные гумусовые горизонты, которые обычно принимаются за остаточные «вторые гумусовые горизонты» или горизонты надмерзлотной ритинизации, и др. В наиболее яркой форме все эти признаки выражены у почв, которые формируются на плащеобразных покровных отложениях различного состава и сложного, во многом проблематичного, генезиса.

Общими моментами формирования плащеобразных покровных отложений были: а) наледовая аккумуляция материала (накопление минеральных толщ на поверхности ледников или сингенетичных сублимационных льдов) и наледовое почвообразование; б) существенная роль эоловых процессов в накоплении минеральных толщ; в) локальное переотложение материала при вытаивании льдов; г) криогенный характер первых этапов почвообразования (а на равнинах Северо-Востока – и современного почвообразования). Голоценовое почвообразование происходило в основном под влиянием процессов с малыми характерными временами (ХВ). Общее направление голоценовой эволюции в большинстве случаев – от криогенного гумусово-аккумулятивного тундрово-лугового степного к поверхностно-глеевому выпщелоченному таежно-лесному. Наименее изученная проблема – полигенез и эволюция горных, и, в первую очередь, ортоэлювиальных почв. В настоящее время в подавляющем большинстве случаев их свойства достаточно убедительно объясняются с позиций актуализма. В качестве реликтовых обычно диагностируются лишь признаки сравнительно недавних процессов деструктивного характера: склоновых, криогенных, ветровальных и др.

Проблема парапочв (или полупочв по В. В. Докучаеву) столь же злободневна как вообще, так и для Сибири в особенности. Разнообразие природных тел, выполняющих некоторые функции почв (способность служить для высших растений опорой и источником питательных веществ) и/или развивающихся по законам, во многом близким тем, по которым развиваются почвы (разнообразные биогенные, биокосные и косные тела: торфа, подводные почвы, рыхлые наносы и т. п.) здесь особенно велико. К широко распространенным парапочвам в Сибири добавляются такие специфические образования, как криопедолиты, гляциопедолиты, вулканогенные педолиты и др. Все эти тела попадают в сферу научных и практических интересов почвоведения, и только почвоведение включает все эти тела в сферу своих интересов.

В настоящее время крайне важно осознание того факта, что теория почвоведения, разработанная для собственно почв, не относится в полной мере ко всем телам, которые реально изучаются в рамках почвоведения; закономерности формирования почв и парапочв во многом различны. Недоучет этого обстоятельства служит причиной возникновения одного из наиболее существенных противоречий практически всех почвенных классификаций, в которых по единым принципам мы тщетно пытаемся объединить в единой иерархической системе тела столь разные, что их классификационное разделение должно проводиться не в рамках почвенных классификаций, а на более высоком уровне классификации природных объектов.

### ВНУТРИГОРИЗОНТНОЕ ПОЧВЕННОЕ ВЫВЕТРИВАНИЕ

На территории Восточной Сибири и Дальнего Востока широко распространены ортоэлювиальные почвы, для которых одним из основных процессов почвообразования становится почвенное выветривание. Специальное изучение этого вопроса (Соколов, 1978) показало, что почвенное выветривание в разных генетических горизонтах может быть принципиально различным.

В общем химизм выветривания определяется: 1) химической подвижностью элементов, их способностью образовывать соединения, подвижные в гипергенной обстановке; 2) минералогическими формами, в которых элементы содержатся в исходных породах, различной устойчивостью минералов к разрушению и их способностью к стадийному преобразованию; 3) способностью элементов

образовывать вторичные минералы, устойчивые в гипергенных условиях и 4) геохимическими условиями выветривания (гидротермический режим, щелочно-кислотные и окислительно-восстановительные условия и др.).

Известно, что гумидное ортоэлювиальное выветривание характеризуется абсолютным выносом всех элементов. Различная интенсивность абсолютного выноса приводит к относительному накоплению некоторых элементов. В дальнейшем, говоря о выносе и накоплении элементов, мы будем иметь в виду именно это их относительное перераспределение. Относительно накапливаются обычно кремний, железо, титан и алюминий. Железо накапливается главным образом в органо-минеральных аморфных органо-минеральных соединениях, кремний и титан – в составе устойчивых первичных минералов. Этот тип выветривания, который предложено называть тиальферным (ранее – сиааллитный и феррсиааллитный), считается общим для почв холодных гумидных областей. Предполагалось, что он в той или иной степени характерен для всех горизонтов профиля и любых силикатных пород (Таргульян, 1971).

Многообразие исходных минералогических форм содержания элементов и наличие в почвенном профиле горизонтов с различной геохимической обстановкой позволяет считать, что установленная закономерность не является универсальной; она должна нарушаться и усложняться в зависимости от характера исходных пород и внутригоризонтных условий выветривания.

В результате специальной работы на основе обобщения литературных и оригинальных материалов по элювиальным почвам, формирующимся в условиях гумидного полярно-бореального климата (Соколов, 1978), было установлено, что можно говорить о существовании принципиально разных типов обстановок выветривания в разных горизонтах профиля мезоморфных Al-Fe-гумусовых почв: сильнокислая элювиальная и кислая или слабокислая элювиально-иллювиальная.

В кислой элювиальной обстановке (горизонты A2) количество агрессивных агентов выноса (главным образом корней живых растений и кислых, богатых органическими кислотами слабоминерализованных растворов) столь велико, что выносятся практически все элементы, освободившиеся при разрушении минералов (табл. 4). В этом случае степень растворимости или биологического поглощения элемента не играет первостепенной роли. Вынос элементов «опережает» их высвобождение в результате разрушения минералов. Образование устойчивых вторичных соединений синтене-

тического характера практически не происходит. Поэтому геохимия элементов определяется главным образом формой их исходного содержания: степенью устойчивости содержащих тот или иной элемент минералов и их способностью к стадийной трансформации.

Т а б л и ц а 4

Геохимические закономерности внутригоризонтного выветривания

| Обстановка выветривания             | Породы                                                                                             | Накапливаются             | Вынос и накопление равновероятны | Выносятся                        |
|-------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Кислая элювиальная                  | Кислые интрузивные<br>Кварцевые пески<br>Основные интрузивные и их дериваты                        | $Ti > Si > Mg$            | Ca, K                            | $Na > Fe > Al$                   |
|                                     |                                                                                                    | $Ti \approx Si$           |                                  | $Fe > Na > K \approx Al > Mg$    |
| Слабокислая элювиально-иллювиальная | Кислые интрузивные<br>Кварцевые пески<br>Основные интрузивные и их дериваты<br>Основные эффузивные | $Ti > K > (?) > Fe > Si$  | Ca                               | $Na > Mg \approx Al$             |
|                                     |                                                                                                    | $Mg \geq Fe > Ti > Al$    | Ca, K                            | $Si > Na$                        |
|                                     |                                                                                                    | $Fe > Ti(?) > Al > Mg$    | Ca                               | $Na > Si \geq K$                 |
|                                     |                                                                                                    | $Fe \geq Ti > Al \geq Mg$ |                                  | $Na \geq Ca > Si \geq Mg$        |
|                                     |                                                                                                    | $Al > Ti > Fe$            |                                  | $Na \geq K > Ca > Mg \approx Si$ |

Только два элемента устойчиво накапливаются в сильно-кислой тотально-элювиальной обстановке: кремний и титан, входящие в состав инертных минералов. Накопление этих элементов характерно для внутригоризонтного выветривания всех изучавшихся пород и наблюдалось во всех случаях.

На кислых интрузивных породах кремний накапливается в составе кварца в крупных фракциях; илистая фракция обеднена кремнием по сравнению с породой. Титан в составе ила накапливается даже более активно, чем в мелкозем в целом, форма накопления требует изучения. В большинстве случаев активно накапливается магний. Накопление связано с повышенным содержанием магния в составе глинистых минералов. Случаи выноса магния из мел-

козема вопреки его накоплению в составе ила объясняются, по-видимому, нахождением магния в составе минералов, разрушающихся до простых оксидов.

Активно выносятся из подзолистых горизонтов натрия, железо и алюминий. Обоеднение железом и алюминием происходит вопреки их накоплению в составе глинистых минералов.

Наименее стабильно поведение кальция и калия: случаи их выноса и накопления разделились поровну. Не вполне объяснимо накопление кальция, особенно в составе ила. Вряд ли оно связано только с биогенными и обменнопоглощенными формами, важная роль которых несомненна. Накопление калия логично связать с его содержанием в глинистых минералах (гидрослюдах) и устойчивых к выветриванию полевых шпатах (микроклине).

Нестабильность поведения элементов не является случайной. Она обусловлена «грубостью» группировки пород. Отсутствие в литературных источниках сведений о минералогических особенностях пород не позволяет сделать эту группировку более строгой. Есть все основания считать, что при достаточно полном учете всех минералогических особенностей пород и их достаточно строгой группировке закономерности поведения всех элементов стабилизируются. Сама нестабильность поведения элементов может рассматриваться как факт, подтверждающий тезис о многообразии геохимических типов выветривания в связи с различиями в минералогическом составе исходных пород.

На кварцевых песках в сильнокислой обстановке накапливаются только кремний и, по-видимому, титан. Все остальные элементы выносятся; наиболее активно – железо и натрий, наименее активно – магний и кальций. Столь активный вынос железа обусловлен тем, что в песках оно находится лавным образом в пленках на первичных минералах. Интересно, что вынос алюминия активнее выноса кальция и магния.

Оригинальны единичные пока данные о выветривании в кислой элювиальной обстановке основных интрузивов. Кроме кремния и титана, активно накапливаются железо и калий. Накопление железа обусловлено относительным обогащением горизонта пироксенами за счет активного разрушения плагиоклазов (Соколов, 1973, 1976; Таргульян, 1976), накопление калия – с его закреплением в составе тонкодисперсных минералов и органических остатков.

В отличие от почв на всех остальных породах илистая фракция почв на основных породах не обеднена, а обогащена кремнием по сравнению с породой. Возможные причины накопле-

ния тонкодисперсного кварца и других форм аккумуляции кремнезема требуют уточнения. Активно выносятся натрий и алюминий. Магний, который часто накапливается в составе ила при выветривании кислых пород, в данном случае также выносятся.

Закономерности сильнокислого элювиального выветривания суглинистых дериватов основных интрузивов в первом приближении аналогичны выветриванию долеритов. Это объясняется близостью их исходного минералогического состава.

Большинство геохимических закономерностей внутрипочвенного выветривания в слабокислой элювиально-иллювиальной обстановке (накопление железа, алюминия и титана, вынос кремния и натрия) достаточно подробно и часто рассматривались и хорошо известны. Известно и вторичное минералообразование при этих процессах. Остановимся на менее известных закономерностях.

При элювиально-иллювиальном типе выветривания кислых интрузивных пород активно накапливается магний, часто «обгоняя» традиционную триаду элементов (титан, алюминий, железо). В значительной степени это обусловлено составом тонкодисперсных минералов. Часто наблюдаемое накопление калия и кальция не находит пока удовлетворительного объяснения. Титан в элювиально-иллювиальных горизонтах накапливается интенсивнее, чем в элювиальных. Гипотеза остаточного накопления титана этот факт не объясняет. Есть основание допустить его элювиально-иллювиальное перераспределение. Подтверждается накопление титана в илистой фракции. Химизм выветривания кварцевых песков принципиально такой же.

Своеобразным оказывается кислое элювиально-иллювиальное выветривание основных пород. При выветривании основных интрузивных пород (траппы долеритового состава) магний выносятся, но интенсивно накапливается калий. Это видимо, связано, с характером глинообразования: аналогичная закономерность отмечается в составе илистой фракции. Еще более специфично выветривание основных эффузивов и вулканокластов, пород, богатых вулканическим стеклом. В отличие от всех остальных пород, для них характерно более интенсивное накопление алюминия, чем железа. Возможно, это связано с накоплением аллофанов. Все остальные элементы (кроме титана) выносятся (это единственный случай действительно титальферного выветривания). Такое единообразие в поведении всех остальных элементов объясняется тем, что главным выветривающимся минералом в этом случае является основное вулканическое стекло. Его химический состав близок к среднему составу породы в целом и составу относительно накопи-

вающихся при выветривании более устойчивых окристаллизованных минералов. Разрушение стекла идет до простых оксидов с выносом всех элементов и закреплением алюминия и железа в составе аморфных органо-минеральных соединений и аллюфана. Вынос элементов не сопровождается поэтому существенными различиями в изменении их относительного содержания (Соколов, 1973). Требуется дальнейшего изучения поведение титана.

В сильноокислой элювиальной обстановке и общее направление (сититановое), и его варианты на различных породах определяются главным образом различиями в составе пород. Именно поэтому поведение химически родственных элементов (железа и алюминия, кальция и магния, калия и натрия) нередко оказывается принципиально противоположным. Определяющая роль исходного минералогического состава зачастую приводит к накоплению в продуктах выветривания элементов с относительно высокой миграционной способностью (натрия, кремния, кальция, магния) и меняет «привычные» закономерности (накопление железа в тотально элювиальной обстановке на долерите). Определяющая роль минералогического состава пород усиливается избирательным (селективным) характером выветривания; до тех пор, пока в горизонте имеется резерв неустойчивых минералов, минералы относительно более устойчивые выветриванием не затрагиваются (Соколов, 1973, 1976; Таргульян, 1976).

В слабоокислой (кислой) элювиально-иллювиальной обстановке общее направление выветривания (тиальферное) определяется в первую очередь различной геохимической подвижностью элементов; варианты выветривания на этом общем фоне определяются главным образом минералогическим составом выветривающихся пород.

Очевидно, изучение более широкого спектра пород выявит и новые закономерности геохимии внутрипочвенного выветривания в этих двух обстановках.

Установленный факт специфичности именно внутригоризонтного почвенного выветривания принципиально важен. Он позволяет утверждать, что при всех генетических исследованиях и реконструкциях в качестве почвообразующей породы для ортоэлювиальных почв должна браться сама плотная порода, а не мелкозем нижних горизонтов, как это нередко делается. Почвенное внутригоризонтное выветривание в верхних горизонтах профиля может принципиально отличаться от выветривания в нижних горизонтах, которые часто ошибочно принимаются за почвообразующую породу.

## СОСТАВ ТОНКОДИСПЕРСНЫХ МИНЕРАЛОВ КАК ДИАГНОСТИЧЕСКИЙ И ГЕНЕТИЧЕСКИЙ ПОЧВЕННЫЙ ПРИЗНАК

В почвоведении господствует представление о том, что одним из наиболее емких и чувствительных носителей генетической информации является тонкодисперсная фракция минеральной части почв. Глинистые минералы традиционно рассматриваются как «вторичные», т. е. как минералы, образованные процессами почвенного выветривания. Обычен генетический анализ профиля глинистых минералов с позиций их синхронности и сингенетичности почвенному профилю.

Этот подход в принципе неверен. Достаточно вспомнить, что в настоящее время сам почвенный профиль рассматривается как полихронное и полигенетическое образование. Более того, можно сказать, что именно профиль глинистого вещества – это один из наиболее полихронных и полигенетичных компонентов почвенного профиля. Это ставит проблему: понять генетическую природу глинистого профиля и ее связь с современными и древними процессами почвообразования.

Теоретически мыслимая сложность генетической природы глинистого профиля может быть представлена следующим образом:

А. Глинистые минералы и их кристаллохимические особенности, возникшие в результате «непочвенных» и негипергенных процессов: а) в результате магматических и постмагматических процессов (в основном – гидротермальных), б) в результате метаморфических и катагенетических процессов изменения осадочных пород.

Б. Глинистые минералы и их кристаллохимические особенности, возникшие в результате гипергенных процессов: а) сформированные почвенными и гипергенными процессами до эпохи последнего литогенеза, б) сформированные в данном почвенном профиле: 1) в результате былых этапов почвообразования и при ином сочетании факторов почвообразования, 2) в результате почвенного выветривания на современном этапе почвообразования при современном сочетании факторов; в) привнесенные в данный почвенный профиль в процессе его формирования (особенно для синлитогенных почв).

Очевидно, что только те глинистые минералы и кристаллохимические особенности их состава, которые возникли на современном этапе эволюции почв при современном сочетании факторов почвообразования, могут диагностировать «почву-отражение». Все остальные должны рассматриваться как характеристика

«почвы-памяти» или как литогенные почвенные свойства. Специально подчеркнем, что речь все время идет не только о наличии тех или иных групп глинистых минералов, но и о наличии у них определенных кристаллохимических особенностей. Сами минералы могут быть унаследованы, а их трансформация может быть результатом почвообразования.

Каково же реальное соотношение генетически различных групп тонкодисперсного минерального вещества? Специальный анализ фактических материалов (Градусов, Соколов, 1978) показал, что популярные представления о высокой рефлекторности минерального глинистого профиля (профиля глинистых минералов) по отношению к биоклиматическим условиям нуждаются в существенной корректировке. С присутствием унаследованных глинистых силикатов в полной мере приходится считаться уже при изучении почв, развитых на массивно-кристаллических изверженных породах как эффузивных, так и интрузивных. Трудно найти скальные породы, которые не содержали бы слоистых глинистых силикатов. Это отражает различные стадии магматических, постмагматических и метаморфических процессов. В глинистом материале почв на четвертичных осадочных отложениях преобладают глинистые силикаты, унаследованные от исходных почвообразующих пород и возникшие в результате как эндогенных, так и гипергенных процессов до начала почвообразования, т. е. преобладают литогенные глинистые минералы.

В каких же компонентах тонкодисперсного вещества «записывается» информация о почвенных процессах, какие характеристики наиболее рефлекторны и генетически информативны? Ответ на этот вопрос должен быть достаточно сложным. Можно построить такой ряд: аморфные минералы—смешанослойные образования—индивидуальные глинистые минералы и группы минералов. Вероятность сингенетичности почвенному профилю в этом ряду убывает. Как правило, наиболее генетически информативен и рефлекторен не состав глинистых кристаллических силикатов, а их перераспределение по генетическим горизонтам внутригоризонтным структурным компонентам почвенного профиля. Перспективна диагностика почвообразования не по стабильным глинистым минералам, а по возникновению у них почвенных структурно-минералогических особенностей, характерных для данных экологических обстановок. В гумидных обстановках структурно-минералогические трансформации выражаются обычно через иные нормы переслаивания пакетов и некоторыми изменениями заполнения главным образом октаэдрических сеток (Градусов, Соколов,

1978). Преобладающими формами минеральных новообразований являются аморфные минералы (процесс аморфизации). В аридных обстановках основными продуктами сингенетичного минералообразования становятся минералы группы карбонатов и солей. Новообразованная силикатная фаза минимальна.

Можно следующим образом представить себе основные эколого-географические закономерности соотношения в почвенном профиле генетически различных групп тонкодисперсных минералов. Относительная роль сингенетичного почвообразования компонента прямо пропорциональна интенсивности процессов почвенного выветривания и содержанию в исходной породе «первичных» легковыветривающихся минералов, обратно пропорциональна исходной обогащенности пород глинистыми минералами. Реально случаи преобладания синхронных почвообразованию глинистых минералов, по-видимому, редки. С наибольшей вероятностью их можно ожидать в почвах и горизонтах с максимально агрессивной геохимической обстановкой – подзолистых горизонтах ортоэлювиальных подзолов и в почвах на легковыветриваемом материале – вулканокластических отложениях. В почвах на осадочных породах и почвах на красноцветных корках выветривания преобладают литогенные унаследованные от исходных пород глинистые минералы. Иными словами, минералогический состав глинистых алюмосиликатов практически всех почв привычного («учебникового») так называемого зонального ряда (тундровые глеевые, подбелы, серые лесные, черноземы, каштановые, красноземы, желтоземы и др.) в основном не связан с данным почвообразованием. Что, конечно, отнюдь не исключает огромного влияния исходного минералогического состава пород на направление и темп почвообразования.

Это обстоятельство очень важно учитывать не только при планировании программы генетических исследований, но и при интерпретации материалов, полученных при изучении минералогического состава тонкодисперсной фракции. Решая проблемы классификации и диагностики почв, имеет смысл исходить из того, что: а) необходимы самые тщательные исследования, чтобы выделить те минералогические и кристаллохимические особенности глинистого вещества, которые синхронны и сингенетичны почвообразованию вообще и современному почвообразованию в особенности; б) как правило, профиль глинистого вещества в основных чертах унаследован от почвообразующих пород и его целесообразно учитывать в рамках самостоятельного компонента базовой классификации почв – классификации литогенных почвенных

свойств, т. е. свойств, присущих данному почвенному профилю, но не являющихся результатом почвообразования.

### **ЗОНАЛЬНЫЙ СПЕКТР АУТОНОМНЫХ ПОЧВ И ЕГО ЭКОЛОГО-ГЕНЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ**

В работах классиков докучаевского генетического почвоведения климат всегда рассматривался как один из наиболее универсальных факторов почвообразования (Афанасьев, 1922; Волобуев, 1953, 1973; Докучаев, 1948, 1949; Сибирцев, 1953 и др.), с влиянием которого тесно связаны самые общие закономерности генезиса и географии почв. Предложено много понятий из области взаимоотношения почв и климата: зональные почвы, почвенно-климатическая зональность, фациальность и др. Стремлением обособить в почвенном покрове такие почвы, которые наиболее ярко и полно отражают влияние климата, было вызвано появление таких понятий, как нормальные, плакорные, автоморфные, эктодинамоморфные и тому подобные почвы.

Возникли и длительное время были популярны представления о столь сильном влиянии климата, что на любых почвообразующих породах в условиях одного и того же климата формируется один и тот же зональный почвенный тип (Афанасьев, 1922; Зольников, 1970 и др.). Эта крайняя точка зрения в настоящее время имеет в основном исторический интерес. Вместе с тем несомненный теоретический и практический интерес представляет изучение литогенного разнообразия почв, формирующихся в условиях одного и того же климата – литогенных зональных спектров автономных почв (Ливеровский 1964; Соколов, 1982, 1990). При этом появляется возможность: а) представить полную характеристику почвообразующего потенциала климата как способности данного климата преобразовать различные почвообразующие породы в конкретных исторических условиях за определенный отрезок времени (Соколов, 1984); б) выяснить не только литогенное разнообразие зонального почвообразования, но и установить наличие общих особенностей почвообразования, присущих почвам всего литогенного спектра почв данной зоны. Зональный спектр автономных почв рассматривается при этом как итог взаимодействия законов литогенной дивергенции и климатогенной конвергенции почвообразования. Устанавливается не только литогенное разнообразие зонального почвообразования, но и наличие общих особенностей, присущих всем почвам зонального спектра или определенной группе почв.

Возможен еще один интересный аспект такого анализа: проверка дискуссионных генетических гипотез. В почвоведении нередки случаи, когда вся совокупность фактов, относящихся к какому-то конкретным почвам, не дает оснований для корректного выбора наиболее перспективной среди конкурирующих генетических гипотез. В этом случае анализ полного спектра почв, формирующихся одним и тем же климатическим почвообразующим потенциалом, может дать необходимую дополнительную информацию. Очевидно, что среди конкурирующих генетических гипотез больше шансов на признание имеет гипотеза, принятие которой не создает существенных противоречий при разработке целостной концепции формирования литогенного зонального спектра автономных почв и внутренне непротиворечивой характеристики полного почвообразующего потенциала климата.

Сравнительный эколого-генетический анализ выполнялся на примере почв средней тайги западной части Средне-Сибирского плоскогорья (низовья р. Подкаменная Тунгуска). Этот объект был выбран по следующим соображениям: а) здесь на ограниченной площади в условиях плакорного рельефа, одного и того же климата представлен достаточно широкий спектр зрелых полноголоценовых почв на самых разнообразных породах; б) территория характеризуется гумидным умеренно холодным климатом, типичным для таежной зоны; в) почвы этого региона до сих пор изучены недостаточно и фактические сведения о них представляют и определенный самостоятельный интерес; г) в результате проведенных ранее исследований возникла дискуссия: одни исследователи считают, что природные условия региона оптимальны для формирования текстурно-дифференцированных почв на суглинисто-глинистых породах (Корсунов, 1978; Корсунов, Ведрова, 1982; Никитин, 1973 и др.), другие те же природные условия рассматривают как крайне неблагоприятные для развития почвенных процессов текстурной дифференциации (Градусов, Соколов, 1978; Фоминых, 1971, 1973 и др.). Таким образом, регион характеризуется достаточно типичной для гумидной таежной области ситуацией и по сочетанию условий почвообразования, и по набору формирующихся здесь почв, и по сути наиболее дискуссионных проблем, поэтому общий интерес могут представлять не только методологический аспект работы, но и сама содержательная сущность полученных выводов.

Ранее было установлено, что автоморфные мезоморфные почвы на правом берегу Енисея представлены дерново-карбонатными почвами на карбонатных породах, иллювиально-гумусово-железистыми подзолами на песчаниках, грубогумусовы-

ми буроземами (синонимы: буро-таежные, дерновые таежные) на суглинистых породах в условиях хорошего дренажа, торфянисто-глеевыми почвами при затрудненном дренаже (Соколов, Градусов, 1978; Фоминых, 1971, 1973 и др.). Аналогичное сочетание климатических условий на левом берегу Енисея приводит к формированию сверхглубокоподзолистых почв с мощностью элювиальной толщи около 80 см (Корсунов, 1978; Корсунов, Ведрова, 1982; Никитин, 1973 и др.). Эта парадоксальная ситуация и привела к появлению двух диаметрально противоположных точек зрения на сущность автономного мезоморфного почвообразования на суглинисто-глинистых почвообразующих породах и на подзолообразующую роль одной и той же комбинации факторов почвообразования.

Коротко об условиях почвообразования. Климат гумидный, умеренно холодный, континентальный. Среднегодовая температура около  $-5^{\circ}\text{C}$ , сумма температур выше  $+10^{\circ}\text{C}$  около  $1200^{\circ}$ . Средняя температура января около  $-25^{\circ}\text{C}$ , минимальная средняя до  $-50^{\circ}\text{C}$ . Обилие зимних осадков и большая мощность снегового покрова предохраняют почву от глубокого промерзания (не более 80–100 см); вечная мерзлота отсутствует, сезонная оттаивает к середине весны на легких породах и к началу лета – на суглинисто-глинистых. Лето прохладное, средняя температура июля около  $+17^{\circ}\text{C}$ . Количество осадков колеблется от 500 до 700 мм в год, увеличиваясь на открытых к западу склонах и с увеличением абсолютной высоты. Коэффициент увлажнения более 1,3 (по Иванову). Большая часть осадков выпадает во вторую половину лета, до 400–500 мм.

В ландшафтном отношении территория находится в подзоне средней тайги. Здесь господствуют темнохвойные леса: кедр, пихта, ель. Хорошо развит мохово-кустарничково-разнотравный напочвенный покров. На щебнистых и песчаных почвах произрастают сосновые и сосново-лиственничные леса с кустарничково-лишайниковым напочвенным покровом.

Западная часть Средне-Сибирского плоскогорья представляет собой расчлененное низкое плато с высотами около 200–350 м над уровнем моря, плоскими водоразделами и узкими (V-образными речными долинами). На левобережье Енисея находится Верхне-Тазовская возвышенность с увалами высотой 180–300 м.

Коренные породы представлены широким спектром основных изверженных (андезиты, базальты, туфы) и осадочных (глинистые сланцы, песчаники, известняки, мергели) пород. Почвообразующие породы представляют собой маломощные дериваты коренных пород или рыхлые покровные плащеобразные отложения

глинистого или суглинистого состава. Наличие очень постепенных переходов между этими типами почвообразующих пород позволяет предполагать их одновозрастность: по-видимому, процесс образования покровных отложений и процесс эрозии поверхности коренных пород были не только синхронны, но и генетически взаимосвязаны. Наиболее вероятно, что период последнего активного литогенеза приходился на конец плейстоцена. Все описываемые почвы были изучены на плоских водоразделах, они не имеют признаков эрозии, поэтому есть основания считать их в первом приближении одновозрастными и, по крайней мере, полноголоценовыми.

Ниже характеризуется зональный спектр автономных почв, соответствующий этому единству климата, рельефа и времени (истории) и этому разнообразию почвообразующих пород и растительности.

*На плащеобразных покровных отложениях формируются два типа мезоморфных почв: буроземы и глубокоподзолистые и два типа минеральных гидроморфных почв: торфяно-глеевые и подзолисто-глеевые. Наличие и степень гидроморфизма определяются степенью внутренней дренированности пород и расчлененности рельефа. Причины, определяющие формирование почв по буроземному или подзолистому типу, дискуссионны. Наличие дифференцированных и недифференцированных почв и в мезо-, и в гидроморфном ряду позволяет исключить степень гидроморфизма из списка возможных факторов дифференциации. Ареал недифференцированных почв в исследованном регионе приурочен к правобережью Енисея, глубокоподзолистых почв – к левобережью. Судя по литературным данным (Никитин, 1973; Фоминых, 1971, 1973 и др.), эта закономерность не является строгой.*

Покровные плащеобразные суглинистые отложения проблематичного генезиса широко распространены в приенисейской части Средне-Сибирского плоскогорья и на Верхне-Тазовской возвышенности. Их мощность обычно не превышает первых метров. Гранулометрический состав колеблется от среднесуглинистого до легкосуглинистого. Хорошо видимая слоистость обычно отсутствует, мощность аналитически диагностируемых слоев измеряется обычно первыми дециметрами. В нижних горизонтах слоистость заметнее, чем в верхних. Крупнозем практически отсутствует. Нет в этих отложениях, по крайней мере, в верхней двухметровой толще хорошо сохранившихся горизонтов погребенных почв. Признаки бывшего почвообразования присутствуют, как правило, в форме сероватых пятен и разводов неопределенной, чаще вытянутой, формы с размытыми границами. По химико-минералогическому составу покровные суглинки Средней Сибири обычно отличаются от

европейских несколько повышенным содержанием тяжелых минералов в крупной фракции (при господстве кварца и полевых шпатов) и соответственно несколько большим содержанием железа и магния. Не останавливаясь подробно на проблеме генезиса этих отложений, отметим, что совокупность их свойств позволяет полагать, что генетически и хронологически они могут быть «родственными» широкому спектру плащеобразных покровных отложений, залегающих на поверхности ледниковых и перигляциальных равнин Евразии и прилегающих к ним территорий.

*Почвообразование на плащеобразных покровных суглинках на правобережье Енисея* представлено двумя типами почв: буроземами (разр. 333) в условиях хорошего или умеренно затрудненного дренажа (мезоморфное почвообразование) и торфянисто-глеевыми почвами (разр. 341) в условиях затрудненного дренажа (гидроморфное почвообразование). Степень дренированности определяется комплексом причин: гранулометрическим составом пород, их сложением, наличием слоистости, степенью расчлененности рельефа и т. п. Напомним, что речь идет только о почвах водораздельных территорий, не испытывающих дополнительного притока влаги и веществ.

В профиле буроземов\* хорошо выделяются гумусово-аккумулятивный горизонт A1 и бурый метаморфический горизонт Bm. На поверхности обычна маломощная лесная подстилка. Гумусовый горизонт серый, густо пронизан корнями, хорошо оструктурен. Переход между гумусовым и метаморфическим горизонтами очень плавный, обычно приходится выделять переходный горизонт A1/Bm. Метаморфический горизонт бурого цвета, несколько уплотнен. Хорошо выражена зернисто-комковатая микроструктура и хуже – комковато-ореховатая макроструктура. По граням агрегатов наблюдаются иногда тонкие матовые пленки (глинистые?). Признаков оподзоливания, оглеения, лессивирования в форме осветленных морфонов (или горизонтов) в профиле не выражено. Не удастся их обнаружить и при мезо- и микроморфологическом изучении образцов почв ненарушенного строения (кроме единичных локальных глинистых натеков).

Аналитически четко диагностируются аккумулятивное гумусонакопление и выщелачивание оснований из верхних горизонтов (табл. 5). Результаты процессов кислотного гидролиза аналитически установить не удастся даже при специальных минералогиче-

---

\* В настоящее время они выделяются как буроземы грубогумусовые. Слово «грубогумусовые» для краткости опускается.

ческих исследованиях (Градусов, Фоминых, 1971). Распределение фракций песка и минералов крупной фракции (табл. 7, 8) вскрывает литологическую неоднородность в тех горизонтах, где она предполагалась и по морфологическим признакам. Формирование бурого метаморфического горизонта Вм не сопровождается существенным изменением аналитических характеристик: нет явного оглинивания, нет изменений в составе минералов крупных фракций, которые свидетельствовали бы об их существенном изменении в результате внутрипочвенного выветривания, равномерно распределены не только валовые формы  $\text{SiO}_2$  и  $\text{R}_2\text{O}_3$ , но и даже их свободные и аморфные формы (табл. 6).

Торфянисто-глеевые почвы характеризуются наличием торфянистого горизонта и ярким оглеением всего профиля: охристые и сизые разводы, мраморовидность, уплотненность, железистые новообразования и т. п. В верхней части выделяется осветленный, обогащенный конкрециями (элювиально-глеевый?) горизонт, нижняя граница которого совпадает с морфологически и аналитически диагностируемым слабовыраженным литологическим контактом. Морфологически признаки кислотного гидролиза и лессиважа в глеевых почвах отсутствуют. При мезо- и микроморфологическом изучении образцов ненарушенного строения обнаруживаются единичные глинистые натски.

Торфянисто-глеевые почвы отличаются более кислой реакцией, ненасыщенностью (табл. 5), более тяжелым гранулометрическим и более кислым химическим составами (табл. 6). Ни процессы оглинивания или выветривания, ни процессы разрушения или лессивирования глины аналитически не диагностируются (табл. 7, 8).

Текстурно-дифференцированные суглинистые подзолистые почвы на правобережье Енисея в пределах изученного региона нам обнаружить не удалось и оригинальных материалов по этим почвам в нашем распоряжении нет. На левом берегу Енисея, на увалах Верхне-Тазовской возвышенности в плакорных условиях господствуют сверхглубокоподзолистые почвы и их глеевые аналоги при затрудненном дренаже. Характеристика сверхмошных глубокоподзолистых почв (разр. 18-5) дается по материалам В. М. Корсунова (1978, 1984), который описал их на левобережье Енисея в сходных ландшафтных условиях (темнохвойная тайга, суглинистые породы, вершина увала). Территориальная близость (около 30 км) позволяет считать несущественными возможные различия макроклимата. Тем более, что эти различия должны были бы способствовать более интенсивной дифференциации почв Средне-Сибирского плоскогорья с его повышенной гумидностью климата.

## Некоторые химические и физико-химические показатели почв

| Гори-<br>зонт | Глуби-<br>на, см | pH  |     | Поглощенные катионы,<br>мэкв/100 г абсолютно сухой<br>почвы |      |                  |                  |                | Нена-<br>сыщен-<br>ность,<br>% | Гумус,<br>% | Валовое содержание элементов, % |      |      |                  |                   |                               |                  |
|---------------|------------------|-----|-----|-------------------------------------------------------------|------|------------------|------------------|----------------|--------------------------------|-------------|---------------------------------|------|------|------------------|-------------------|-------------------------------|------------------|
|               |                  |     |     | H <sub>2</sub> O                                            | KCl  | Ca <sup>2+</sup> | Mg <sup>2+</sup> | H <sup>+</sup> |                                |             | сумма                           | CaO  | MgO  | K <sub>2</sub> O | Na <sub>2</sub> O | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | MnO <sub>2</sub> |
|               |                  | 3   | 4   | 5                                                           | 6    | 7                | 8                | 9              | 10                             | 11          | 12                              | 13   | 14   | 15               | 16                | 17                            |                  |
| Разрез 333    |                  |     |     |                                                             |      |                  |                  |                |                                |             |                                 |      |      |                  |                   |                               |                  |
| Al            | 5-15             | 5,2 | 4,1 | 12,6                                                        | 10,1 | 4,0              | 22,7             | 18             | 7,7                            | 2,43        | 2,08                            | 1,98 | 1,20 | 0,20             | 0,28              | 1,23                          |                  |
| Al/Bm         | 15-25            | 5,2 | 3,7 | 12,8                                                        | 11,0 | 4,6              | 28,4             | 16             | 2,6                            | 2,12        | 2,27                            | 2,03 | 1,30 | 0,10             | 0,13              | 1,20                          |                  |
| Bm            | 25-35            | 5,5 | 3,7 | 13,1                                                        | 8,6  | 3,2              | 24,9             | 13             | 1,5                            | 2,08        | 2,24                            | 1,96 | 1,30 | 0,09             | 0,12              | 1,20                          |                  |
| Bm            | 35-45            | 5,5 | 3,6 | 14,5                                                        | 8,3  | 2,0              | 24,8             | 8              | 0,8                            | 2,08        | 2,23                            | 1,99 | 1,32 | 0,09             | 0,12              | 1,20                          |                  |
| BmC           | 45-55            | 5,7 | 3,8 | 14,5                                                        | 8,7  | 1,7              | 24,9             | 7              | 0,9                            | 1,93        | 2,44                            | 2,00 | 1,27 | 0,09             | 0,12              | 1,21                          |                  |
| B/C           | 55-65            | 5,9 | 3,9 | 17,8                                                        | 9,9  | 0,8              | 28,5             | 3              | 0,8                            | 2,23        | 2,02                            | 2,11 | 1,26 | 0,11             | 0,15              | 1,23                          |                  |
| B/C           | 65-85            | 6,0 | 4,2 | 20,4                                                        | 11,3 | 0,5              | 32,2             | 2              | 1,1                            | 2,38        | 2,44                            | 2,11 | 1,27 | 0,11             | 0,16              | 1,21                          |                  |
| C             | 100-110          | 6,2 | 4,5 | 18,8                                                        | 9,6  | 0,2              | 28,6             | Сл.            | 0,8                            | 2,53        | 2,23                            | 1,68 | 1,32 | 0,10             | 0,11              | 1,10                          |                  |
| C/D           | 140-155          | 6,5 | 4,6 | 20,1                                                        | 11,3 | 0,08             | 31,5             | «              | Не опр.                        | 3,25        | 2,54                            | 1,87 | 1,43 | 0,10             | 0,13              | 1,10                          |                  |
| D             | 190-200          | 6,3 | 4,8 | 14,9                                                        | 7,3  | 0,04             | 22,2             | «              | «                              | 4,06        | 2,90                            | 1,56 | 1,32 | 0,10             | 0,12              | 1,10                          |                  |
| Разрез 341    |                  |     |     |                                                             |      |                  |                  |                |                                |             |                                 |      |      |                  |                   |                               |                  |
| AlA2          | 22-30            | 4,6 | 3,5 | 5,8                                                         | 2,2  | 14,1             | 22,1             | 64             | 3,2                            | 1,20        | 1,73                            | 2,50 | 1,31 | 0,12             | 0,06              | 1,17                          |                  |
| A2g           | 30-45            | 4,8 | 3,6 | 6,0                                                         | 3,4  | 10,8             | 20,2             | 54             | 1,8                            | 1,64        | 2,13                            | 2,47 | 1,28 | 0,11             | 0,07              | 1,16                          |                  |
| A2g           | 45-55            | 4,9 | 3,6 | 9,1                                                         | 4,8  | 5,2              | 19,1             | 27             | 0,8                            | 1,42        | 2,19                            | 2,50 | 1,34 | 0,10             | 0,08              | 1,16                          |                  |
| Bg            | 55-75            | 5,0 | 3,8 | 13,5                                                        | 6,7  | 2,6              | 22,8             | 11             | 1,0                            | 1,63        | 2,85                            | 2,54 | 1,33 | 0,11             | 0,12              | 1,13                          |                  |
| BCg           | 75-85            | 5,6 | 4,0 | 15,6                                                        | 8,0  | 1,4              | 26,0             | 5              | 1,0                            | 1,40        | 2,39                            | 2,57 | 1,33 | 0,13             | 0,12              | 1,15                          |                  |
| BCg           | 90-100           | 5,4 | 4,1 | 16,2                                                        | 8,0  | 1,1              | 25,3             | 4              | 1,0                            | 2,08        | 2,34                            | 2,54 | 1,34 | 0,12             | 0,13              | 1,16                          |                  |
| Cg            | 150-160          | 5,9 | 4,4 | 16,6                                                        | 7,9  | 0,1              | 24,6             | Сл.            | Не опр.                        | 1,63        | 2,12                            | 2,54 | 1,35 | 0,11             | 0,10              | 1,08                          |                  |
| Cg            | 170-180          | 5,8 | 4,5 | 17,3                                                        | 7,9  | 0,2              | 25,4             | «              | «                              | 2,14        | 2,48                            | 2,62 | 1,43 | 0,12             | 0,11              | 1,12                          |                  |

| 1                 | 2       | 3   | 4             | 5    | 6   | 7    | 8    | 9     | 10    | 11   | 12   | 13   | 14   | 15   | 16   | 17   |
|-------------------|---------|-----|---------------|------|-----|------|------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|
| <i>Разрез 339</i> |         |     |               |      |     |      |      |       |       |      |      |      |      |      |      |      |
| AIO               | 2-5     | 5,0 | 4,0           | 14,5 | 4,3 | 5,7  | 14,5 | 40    | 18,6* | 5,14 | 3,43 | 1,14 | 1,85 | 0,20 | 0,25 | 2,04 |
| AI                | 5-10    | 5,0 | 3,9           | 10,5 | 3,1 | 4,8  | 18,4 | 26    | 5,4   | 5,12 | 3,90 | 1,13 | 1,82 | 0,18 | 0,27 | 2,09 |
| AI/Bm             | 10-20   | 5,2 | 3,9           | 10,5 | 3,0 | 2,5  | 16,0 | 16    | 2,3   | 4,85 | 3,78 | 1,08 | 1,72 | 0,15 | 0,24 | 1,93 |
| Bm                | 20-40   | 5,3 | 4,1           | 11,8 | 3,1 | 1,1  | 16,0 | 7     | 1,3   | 5,22 | 4,05 | 1,12 | 1,77 | 0,14 | 0,18 | 1,98 |
| B/C               | 40-65   | 5,8 | 4,2           | 12,4 | 3,2 | 0,5  | 16,1 | 3     | 1,0   | 7,50 | 4,82 | 0,97 | 1,70 | 0,30 | 0,18 | 1,33 |
| CD                | 70-100  | 6,0 | 4,3           | 14,9 | 2,7 | 0,4  | 18,0 | 2     | 0,8   | 6,41 | 3,68 | 0,84 | 2,63 | 0,14 | 0,25 | 2,32 |
| CD                | 100-110 | 6,2 | 4,5           | 14,5 | 2,7 | 0,2  | 17,4 | 1     | 0,9   | 6,67 | 3,64 | 1,08 | 2,70 | 0,30 | 0,21 | 1,98 |
| <i>Разрез 328</i> |         |     |               |      |     |      |      |       |       |      |      |      |      |      |      |      |
| A2                | 1-20    | 4,6 | 4,0           | 0,15 | 0,1 | 0,05 | 0,2  | 50    | 0,2   | 0,28 | 0,05 | 0,09 | 0,05 | 0,01 | 0,01 | 0,20 |
| A2t               | 20-23   | 4,4 | 4,0           | 0,20 | 0,1 | 0,10 | 0,3  | 35    | 1,2   | 0,28 | 0,10 | 0,57 | 0,17 | 0,05 | 0,01 | 0,59 |
| Bt                | 25-35   | 4,3 | 4,1           | 0,30 | 0,1 | 3,60 | 4,0  | 90    | 4,0   | 0,29 | 0,10 | 0,62 | 0,14 | 0,16 | 0,01 | 0,39 |
| C                 | 70-80   | 5,1 | 4,8           | 0,30 | 1,0 | 0,15 | 0,4  | 40    | 0,4   | 0,28 | 0,25 | 0,25 | 0,09 | 0,06 | 0,01 | 0,16 |
| <i>Разрез 338</i> |         |     |               |      |     |      |      |       |       |      |      |      |      |      |      |      |
| A2                | 10-28   | 4,2 | 3,2           | 0,4  | 0,1 | 0,7  | 1,2  | 51    | 0,4   | 0,28 | 0,20 | 0,38 | 0,14 | 0,02 | 0,01 | 0,36 |
| A2t               | 28-30   | 4,3 | 3,4           | 0,3  | 0,3 | 12,1 | 13,2 | 91    | 1,5   | 0,58 | 0,52 | 1,04 | 0,30 | 0,12 | 0,02 | 0,43 |
| Bt                | 30-35   | 4,6 | 3,9           | 0,4  | 0,3 | 5,6  | 6,3  | 90    | 1,2   | 0,49 | 0,85 | 0,90 | 0,32 | 0,10 | 0,02 | 0,66 |
| BC                | 45-55   | 5,1 | 4,2           | 0,4  | 0,3 | 2,0  | 2,7  | 74    | 1,0   | 0,73 | 1,04 | 0,75 | 0,29 | 0,06 | 0,02 | 0,50 |
| <i>Разрез 320</i> |         |     |               |      |     |      |      |       |       |      |      |      |      |      |      |      |
| OAI               | 5-10    | 6,1 | Не определяли |      |     |      |      | 48,5* |       |      |      |      | 2,10 | 0,52 | 0,38 | 1,16 |
| AI/Bm             | 10-20   | 6,6 | »             |      |     |      |      | 3,8   | 1,76  | 2,28 | 3,69 | 0,57 | 0,14 | 0,47 | 1,16 |      |
| Bk                | 20-30   | 7,8 | »             |      |     |      |      | 3,2   | 5,12  | 7,15 | 3,43 | 0,45 | 0,15 | 0,22 | 1,04 |      |
| Bck               | 40-50   | 8,5 | »             |      |     |      |      | 0,9   | 31,30 | 19,9 | 1,90 | 0,29 | 0,18 | 0,20 | 0,65 |      |

| 1                  | 2       | 3   | 4   | 5     | 6    | 7    | 8     | 9   | 10      | 11   | 12   | 13            | 14 | 15 | 16 | 17 |
|--------------------|---------|-----|-----|-------|------|------|-------|-----|---------|------|------|---------------|----|----|----|----|
| <i>Разрез 18-5</i> |         |     |     |       |      |      |       |     |         |      |      |               |    |    |    |    |
| A1A2               | 5-17    | 4,5 | 3,3 | 4,00  | 1,83 | 9,32 | 15,15 | 62  | 7,85    | 2,15 | 1,82 | Не определяли |    |    |    |    |
| A2                 | 20-30   | 4,6 | 3,5 | 3,80  | 1,47 | 3,14 | 8,41  | 37  | 1,83    | 1,70 | 1,45 | »             |    |    |    |    |
| A2                 | 34-45   | 4,7 | 3,6 | 4,10  | 1,47 | 2,06 | 7,63  | 26  | 0,83    | 1,64 | 1,32 | »             |    |    |    |    |
| A2g                | 50-60   | 4,8 | 3,5 | 4,80  | 1,72 | 1,32 | 7,84  | 17  | 0,53    | 1,70 | 1,49 | »             |    |    |    |    |
| A2g                | 67-77   | 5,3 | 3,9 | 7,00  | 3,16 | 1,08 | 11,24 | 10  | 0,51    | 1,66 | 1,42 | »             |    |    |    |    |
| B1                 | 82-92   | 5,3 | 3,9 | 10,10 | 4,26 | 0,64 | 14,98 | 4   | 0,53    | 1,79 | 1,51 | »             |    |    |    |    |
| B2                 | 100-110 | 5,3 | 4,2 | 11,90 | 5,27 | 0,30 | 17,47 | 2   | 0,44    | 1,85 | 1,65 | »             |    |    |    |    |
| B3                 | 120-130 | 5,8 | 4,6 | 13,20 | 5,70 | Сл.  | 18,90 | Нет | Не опр. | 1,80 | 1,60 | »             |    |    |    |    |
| BCg                | 150-160 | 6,4 | 5,2 | 13,30 | 5,70 | »    | 19,00 | »   | »       | 1,79 | 1,53 | »             |    |    |    |    |

П р и м е ч а н и е. Здесь и далее: сл. — следовые количества.

Содержание и формы  $\text{SiO}_2$  и  $\text{R}_2\text{O}_3$  в почвах

| Гори-<br>зонт | Глубина,<br>см | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> |                 |                |              |                        | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> |                 |               | SiO <sub>2</sub> |      |    | SiO <sub>2</sub> /<br>Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | SiO <sub>2</sub> /<br>R <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /<br>Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> |
|---------------|----------------|--------------------------------|-----------------|----------------|--------------|------------------------|--------------------------------|-----------------|---------------|------------------|------|----|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
|               |                | вало-<br>вое                   | сили-<br>катное | сво-<br>бодное | аморфное     |                        | вало-<br>вое                   | сили-<br>катное | аморф-<br>ное | аморф-<br>ное    |      |    |                                                      |                                                     |                                                                    |
|               |                |                                |                 |                | % к<br>почве | % к<br>свобод-<br>ному |                                |                 |               |                  |      |    |                                                      |                                                     |                                                                    |
| 1             | 2              | 3                              | 4               | 5              | 6            | 7                      | 8                              | 9               | 10            | 11               | 12   | 13 | 14                                                   | 15                                                  | 16                                                                 |
| Разрез 333    |                |                                |                 |                |              |                        |                                |                 |               |                  |      |    |                                                      |                                                     |                                                                    |
| А1            | 5-15           | 7,05                           | 5,97            | 2,08           | 1,18         | 57                     | 12,60                          | 11,96           | 0,64          | 70,75            | 0,15 | 10 | 27                                                   | 7                                                   | 2,8                                                                |
| А1/Вm         | 15-25          | 7,32                           | 5,36            | 1,96           | 1,16         | 59                     | 14,05                          | 13,37           | 0,68          | 69,70            | 0,12 | 9  | 25                                                   | 6                                                   | 3,0                                                                |
| Вm            | 25-35          | 7,35                           | 5,36            | 1,99           | 1,03         | 52                     | 14,04                          | 13,50           | 0,54          | 69,52            | 0,16 | 9  | 25                                                   | 6                                                   | 3,0                                                                |
| Вm/С          | 35-45          | 7,32                           | 5,32            | 2,00           | 1,06         | 53                     | 14,30                          | 13,82           | 0,48          | 69,25            | 0,18 | 8  | 25                                                   | 6                                                   | 3,0                                                                |
| Вm/С          | 45-55          | 7,48                           | 5,53            | 1,95           | 0,95         | 48                     | 15,30                          | 14,90           | 0,40          | 68,20            | 0,18 | 8  | 24                                                   | 6                                                   | 3,2                                                                |
| Вm/С          | 55-65          | 7,41                           | 5,53            | 1,88           | 0,81         | 43                     | 15,30                          | 14,80           | 0,50          | 67,98            | 0,18 | 8  | 25                                                   | 6                                                   | 3,3                                                                |
| ВmС           | 65-85          | 7,48                           | 5,69            | 1,79           | 0,80         | 44                     | 15,40                          | 15,05           | 0,35          | 67,50            | 0,18 | 7  | 24                                                   | 6                                                   | 3,2                                                                |
| С             | 100-110        | 7,55                           | 6,03            | 1,52           | 0,93         | 63                     | 14,00                          | 13,64           | 0,36          | 69,30            | 0,19 | 8  | 25                                                   | 6                                                   | 2,9                                                                |
| С/Д           | 140-150        | 8,15                           | 6,97            | 1,18           | 0,60         | 51                     | 14,38                          | 14,16           | 0,22          | 67,25            | 0,20 | 8  | 22                                                   | 6                                                   | 2,8                                                                |
| Д             | 190-200        | 7,25                           | 5,94            | 1,31           | 0,70         | 53                     | 12,29                          | 12,09           | 0,20          | 69,20            | 0,22 | 10 | 26                                                   | 7                                                   | 2,7                                                                |
| Разрез 341    |                |                                |                 |                |              |                        |                                |                 |               |                  |      |    |                                                      |                                                     |                                                                    |
| А1А2          | 22-30          | 6,36                           | 4,88            | 1,48           | 1,18         | 79                     | 14,76                          | 14,11           | 0,65          | 70,60            | 0,12 | 8  | 30                                                   | 6                                                   | 3,6                                                                |
| А2g           | 30-45          | 6,43                           | 4,55            | 1,88           | 1,15         | 61                     | 14,60                          | 13,84           | 0,76          | 70,00            | 0,13 | 8  | 29                                                   | 6                                                   | 3,6                                                                |
| А2g           | 45-55          | 6,74                           | 5,10            | 1,64           | 1,00         | 61                     | 15,18                          | 14,56           | 0,52          | 69,00            | 0,11 | 8  | 28                                                   | 6                                                   | 3,6                                                                |
| Вg            | 55-75          | 7,29                           | 5,75            | 1,54           | 1,06         | 68                     | 15,10                          | 14,49           | 0,61          | 68,40            | 0,12 | 8  | 25                                                   | 6                                                   | 3,3                                                                |
| ВСg           | 75-85          | 7,54                           | 5,67            | 1,87           | 1,15         | 61                     | 15,90                          | 15,40           | 0,50          | 67,10            | 0,16 | 7  | 24                                                   | 6                                                   | 3,3                                                                |
| ВСg           | 90-100         | 7,44                           | 5,57            | 1,87           | 0,94         | 50                     | 15,65                          | 15,18           | 0,47          | 67,10            | 0,13 | 7  | 24                                                   | 6                                                   | 3,4                                                                |
| Сg            | 150-160        | 6,73                           | 5,45            | 1,28           | 0,88         | 69                     | 15,60                          | 15,18           | 0,42          | 68,40            | 0,18 | 8  | 27                                                   | 6                                                   | 3,7                                                                |
| Сg            | 170-180        | 6,71                           | 5,29            | 1,42           | 0,98         | 69                     | 15,00                          | 14,76           | 0,24          | 68,30            | 0,17 | 8  | 27                                                   | 6                                                   | 3,5                                                                |

| 1                 | 2       | 3     | 4     | 5    | 6    | 7  | 8     | 9     | 10   | 11    | 12   | 13  | 14   | 15  | 16  |
|-------------------|---------|-------|-------|------|------|----|-------|-------|------|-------|------|-----|------|-----|-----|
| <i>Разрез 339</i> |         |       |       |      |      |    |       |       |      |       |      |     |      |     |     |
| A10               | 2-5     | 12,60 | 9,78  | 2,82 | 2,02 | 72 | 15,08 | 14,23 | 0,85 | 58,48 | 0,22 | 6,6 | 12,3 | 4,3 | 1,9 |
| A1                | 5-10    | 13,40 | 10,75 | 2,65 | 1,87 | 71 | 15,00 | 14,10 | 0,90 | 57,40 | 0,20 | 6,5 | 11,5 | 4,2 | 1,8 |
| AlBm              | 10-20   | 13,60 | 10,80 | 2,80 | 1,62 | 58 | 15,68 | 14,97 | 0,71 | 57,20 | 0,20 | 6,2 | 11,2 | 4,0 | 1,8 |
| Bm                | 20-40   | 13,35 | 10,91 | 2,44 | 1,65 | 68 | 15,30 | 14,60 | 0,70 | 57,20 | 0,19 | 6,4 | 11,3 | 4,1 | 1,8 |
| Bm/C              | 40-65   | 11,60 | 9,60  | 2,35 | 1,33 | 57 | 15,64 | 15,17 | 0,47 | 56,20 | 0,19 | 6,3 | 12,8 | 4,2 | 2,1 |
| CD                | 70-100  | 16,27 | 14,27 | 2,00 | 0,88 | 44 | 17,10 | 16,68 | 0,42 | 51,00 | 0,22 | 5,1 | 8,3  | 3,1 | 1,6 |
| CD                | 100-110 | 17,84 | 15,76 | 2,08 | 0,90 | 42 | 16,40 | 16,17 | 0,23 | 50,20 | 0,21 | 5,2 | 7,6  | 3,1 | 1,5 |
| <i>Разрез 328</i> |         |       |       |      |      |    |       |       |      |       |      |     |      |     |     |
| A2                | 1-20    | 0,20  | 0,18  | 0,20 | 0,01 | 50 | 0,60  | 0,48  | 0,12 | 98,70 | 0,06 | 275 | 1370 | 230 | 5,0 |
| A2t               | 20-23   | 1,15  | 0,50  | 0,65 | 0,25 | 38 | 3,45  | 3,30  | 0,15 | 94,00 | 0,10 | 45  | 220  | 37  | 4,8 |
| Bft               | 25-35   | 2,45  | 1,25  | 1,20 | 0,60 | 50 | 5,35  | 4,75  | 0,60 | 91,00 | 0,08 | 30  | 100  | 23  | 3,3 |
| BC                | 70-80   | 0,36  | 0,20  | 0,15 | 0,09 | 60 | 1,31  | 1,16  | 0,15 | 97,10 | 0,12 | 125 | 710  | 107 | 5,6 |
| <i>Разрез 338</i> |         |       |       |      |      |    |       |       |      |       |      |     |      |     |     |
| A2                | 10-28   | 0,49  | 0,43  | 0,06 | 0,04 | 67 | 2,32  | 2,23  | 0,09 | 96,20 | 0,05 | 76  | 535  | 68  | 7,0 |
| A2t               | 28-30   | 2,83  | 0,41  | 2,42 | 1,22 | 50 | 5,01  | 4,18  | 0,83 | 85,50 | 0,10 | 31  | 83   | 22  | 3,0 |
| Bft               | 30-35   | 5,34  | 2,39  | 2,95 | 1,53 | 52 | 8,04  | 7,04  | 1,00 | 82,60 | 0,17 | 18  | 42   | 12  | 2,4 |
| BC                | 45-55   | 3,19  | 1,77  | 1,42 | 0,43 | 30 | 6,90  | 5,96  | 0,84 | 86,00 | 0,08 | 22  | 72   | 17  | 3,3 |
| <i>Разрез 320</i> |         |       |       |      |      |    |       |       |      |       |      |     |      |     |     |
| OAI               | 5-10    | 5,64  | 1,24  | 4,40 | 1,02 | 23 | 13,00 | 12,20 | 0,80 | 65,60 | 0,20 | 8,8 | 31,5 | 7,0 | 3,6 |
| AlBm              | 10-20   | 6,68  | 4,26  | 2,42 | 0,86 | 36 | 15,60 | 15,06 | 0,54 | 68,20 | 0,17 | 7,5 | 27,0 | 5,8 | 3,6 |
| Bk                | 20-30   | 6,98  | 3,88  | 3,10 | 0,65 | 21 | 16,38 | 15,63 | 0,65 | 60,00 | 0,14 | 6,3 | 22,8 | 4,9 | 3,7 |
| BCK               | 40-50   | 3,52  | 2,44  | 1,08 | 0,30 | 28 | 7,29  | 6,61  | 0,68 | 36,50 | 0,12 | 8,7 | 27,7 | 6,6 | 3,2 |

| 1                   | 2       | 3    | 4       | 5       | 6    | 7       | 8     | 9     | 10   | 11    | 12   | 13   | 14 | 15  | 16  |
|---------------------|---------|------|---------|---------|------|---------|-------|-------|------|-------|------|------|----|-----|-----|
| <i>Разрез 118-5</i> |         |      |         |         |      |         |       |       |      |       |      |      |    |     |     |
| A1A2                | 5-17    | 3,65 | Не опр. | Не опр. | 0,56 | Не опр. | 12,22 | 11,81 | 0,41 | 75,68 | 0,11 | 10,4 | 55 | 8,8 | 5,2 |
| A2                  | 20-30   | 3,44 | »       | »       | 0,64 | »       | 12,01 | 11,57 | 0,44 | 75,00 | 0,16 | 10,7 | 56 | 9,0 | 5,4 |
| A2                  | 34-45   | 3,55 | »       | »       | 0,52 | »       | 12,17 | 11,78 | 0,39 | 74,49 | 0,10 | 10,5 | 54 | 8,9 | 5,7 |
| A2g                 | 50-60   | 3,49 | »       | »       | 0,48 | »       | 13,53 | 13,28 | 0,25 | 73,96 | 0,13 | 9,4  | 54 | 8,2 | 6,1 |
| A2Bg                | 60-77   | 3,76 | »       | »       | 0,32 | »       | 12,75 | 12,29 | 0,46 | 71,40 | 0,13 | 10,0 | 50 | 8,4 | 5,4 |
| B1                  | 82-92   | 5,21 | »       | »       | 0,36 | »       | 14,89 | 14,52 | 0,37 | 71,53 | 0,12 | 8,1  | 36 | 6,6 | 4,5 |
| B2                  | 100-110 | 5,09 | »       | »       | 0,44 | »       | 14,17 | 13,81 | 0,36 | 71,22 | 0,10 | 8,7  | 37 | 7,1 | 4,4 |
| B3                  | 120-130 | 4,97 | »       | »       | 0,48 | »       | 14,56 | 14,26 | 0,30 | 71,54 | 0,14 | 8,5  | 38 | 7,0 | 4,9 |
| BCg                 | 150-160 | 5,11 | »       | »       | 0,16 | »       | 13,91 | 13,66 | 0,25 | 72,17 | 0,14 | 8,9  | 37 | 7,2 | 4,4 |

Таблица 7

## Гранулометрический состав почв

| Гори-<br>зонг     | Глубина,<br>см | Потеря<br>от HCl, % | Содержание фракций, %; размер частиц, мм |           |           |            |             |        |       |    |    |    |
|-------------------|----------------|---------------------|------------------------------------------|-----------|-----------|------------|-------------|--------|-------|----|----|----|
|                   |                |                     | 1,0-0,25                                 | 0,25-0,05 | 0,05-0,01 | 0,01-0,005 | 0,005-0,001 | <0,001 | <0,01 | 10 | 10 | 10 |
| 1                 | 2              | 3                   | 4                                        | 5         | 6         | 7          | 8           | 9      | 10    | 10 | 10 | 10 |
| <i>Разрез 333</i> |                |                     |                                          |           |           |            |             |        |       |    |    |    |
| A1                | 5-15           | 6,6                 | 5                                        | 16        | 17        | 11         | 16          | 28     | 55    | 55 | 55 | 55 |
| A1/Bm             | 15-25          | 6,4                 | 5                                        | 16        | 19        | 11         | 15          | 29     | 55    | 55 | 55 | 55 |
| Bm                | 25-35          | 5,4                 | 6                                        | 14        | 21        | 9          | 15          | 29     | 53    | 53 | 53 | 53 |
| Bm                | 35-45          | 5,8                 | 5                                        | 14        | 21        | 11         | 15          | 29     | 55    | 55 | 55 | 55 |
| Bm/C              | 45-55          | 5,8                 | 5                                        | 15        | 19        | 11         | 16          | 30     | 57    | 57 | 57 | 57 |
| Bm/C              | 55-65          | 6,3                 | 4                                        | 13        | 18        | 11         | 15          | 32     | 58    | 58 | 58 | 58 |
| Bm/C              | 65-85          | 6,5                 | 4                                        | 14        | 15        | 12         | 14          | 32     | 58    | 58 | 58 | 58 |
| C                 | 100-110        | 6,1                 | 6                                        | 18        | 18        | 10         | 16          | 26     | 52    | 52 | 52 | 52 |
| C/D               | 140-165        | 6,9                 | 9                                        | 24        | 13        | 7          | 12          | 29     | 48    | 48 | 48 | 48 |
| D                 | 190-200        | 5,2                 | 22                                       | 31        | 12        | 5          | 11          | 14     | 30    | 30 | 30 | 30 |

| 1                 | 2       | 3   | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 |
|-------------------|---------|-----|----|----|----|----|----|----|----|
| <i>Рассез 341</i> |         |     |    |    |    |    |    |    |    |
| A1A2              | 22-30   | 5,9 | 1  | 8  | 31 | 11 | 12 | 31 | 54 |
| A2                | 30-45   | 5,4 | 1  | 5  | 35 | 9  | 14 | 31 | 54 |
| A2                | 45-55   | 5,2 | 1  | 5  | 34 | 12 | 12 | 30 | 54 |
| B                 | 55-75   | 5,8 | 1  | 6  | 33 | 7  | 13 | 34 | 54 |
| BC                | 75-85   | 6,6 | 1  | 15 | 21 | 8  | 12 | 37 | 57 |
| BC                | 90-100  | 6,0 | 1  | 9  | 29 | 8  | 12 | 35 | 55 |
| C                 | 150-160 | 6,2 | 1  | 4  | 33 | 8  | 13 | 35 | 56 |
| C                 | 170-180 | 6,2 | 1  | 5  | 32 | 8  | 13 | 35 | 56 |
| <i>Рассез 339</i> |         |     |    |    |    |    |    |    |    |
| A10               | 2-5     | 7,4 | 5  | 25 | 21 | 8  | 13 | 20 | 41 |
| A1                | 5-10    | 6,1 | 5  | 24 | 25 | 8  | 11 | 20 | 39 |
| A1/Bm             | 10-20   | 5,4 | 6  | 28 | 21 | 9  | 11 | 20 | 40 |
| Bm                | 20-40   | 4,9 | 8  | 27 | 24 | 18 | 2  | 16 | 36 |
| Bm/D              | 40-65   | 5,8 | 17 | 45 | 20 | 4  | 4  | 4  | 12 |
| C/D               | 70-100  | 5,2 | 24 | 49 | 16 | 2  | 1  | 2  | 5  |
| C/D               | 100-110 | 5,6 | 23 | 52 | 14 | 1  | 2  | 2  | 5  |
| <i>Рассез 328</i> |         |     |    |    |    |    |    |    |    |
| A2                | 1-20    | 0,4 | 8  | 87 | 3  | 1  | 1  | 1  | 3  |
| A2                | 20-23   | 1,7 | 89 | 60 | 9  | 7  | 8  | 6  | 21 |
| B                 | 25-35   | 2,8 | 9  | 62 | 4  | 2  | 6  | 14 | 22 |
| C                 | 70-80   | 0,7 | 6  | 88 | 2  | 1  | 1  | 2  | 4  |

| 1                  | 2       | 3    | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 |
|--------------------|---------|------|----|----|----|----|----|----|----|
| <i>Разрез 338</i>  |         |      |    |    |    |    |    |    |    |
| A2                 | 10-28   | 0,9  | 18 | 65 | 8  | 3  | 2  | 3  | 8  |
| A2                 | 28-30   | 3,5  | 14 | 44 | 8  | 5  | 9  | 16 | 30 |
| B                  | 30-35   | 4,5  | 13 | 41 | 8  | 4  | 7  | 23 | 34 |
| BC                 | 45-55   | 4,4  | 19 | 49 | 7  | 3  | 5  | 13 | 21 |
| <i>Разрез 320</i>  |         |      |    |    |    |    |    |    |    |
| AlBm               | 5-10    | 6,8  | 1  | 17 | 21 | 11 | 19 | 32 | 52 |
| Bk                 | 10-30   | 16,5 | 1  | 10 | 16 | 9  | 16 | 48 | 63 |
| Bck                | 40-50   | 66,3 | 3  | 14 | 26 | 9  | 14 | 34 | 57 |
| <i>Разрез 18-5</i> |         |      |    |    |    |    |    |    |    |
| AlA2               | 5-17    | 1,6  | 2  | 36 | 31 | 7  | 11 | 10 | 28 |
| A2                 | 20-30   | 1,2  | 1  | 29 | 35 | 8  | 11 | 15 | 34 |
| A2                 | 34-45   | 1,1  | 2  | 28 | 35 | 9  | 11 | 15 | 35 |
| A2                 | 50-60   | 1,0  | 1  | 28 | 37 | 8  | 11 | 13 | 32 |
| A2B                | 67-77   | 1,2  | 1  | 26 | 35 | 8  | 12 | 17 | 37 |
| B1                 | 82-92   | 1,4  | 1  | 23 | 34 | 7  | 12 | 22 | 41 |
| B2                 | 100-110 | 1,4  | 2  | 24 | 33 | 7  | 11 | 22 | 40 |
| B3                 | 120-130 | 1,5  | 1  | 24 | 33 | 9  | 12 | 21 | 41 |
| BC                 | 150-160 | 1,3  | 4  | 27 | 31 | 7  | 10 | 21 | 38 |

## Минералогический состав крупных фракций, %

| Горизонт   | Глубина, см | Минералы |        |       |               |           |          |           |        |          |        | Содержание тяжелой и электромагнитной фракций, %, размер, мм |          |          |          |          | Отношение «кварц : полевые шпаты» (размеры, см) |          |      |      |      |
|------------|-------------|----------|--------|-------|---------------|-----------|----------|-----------|--------|----------|--------|--------------------------------------------------------------|----------|----------|----------|----------|-------------------------------------------------|----------|------|------|------|
|            |             | тяжелые  | легкие | кварц | полевые шпаты | пироксены | магнезит | карбонаты | оливин | ильменит | прочие | 1,0–0,25                                                     | 0,25–0,1 | 0,1–0,05 | 1,0–0,25 | 0,25–0,1 | 0,1–0,05                                        | 1,0–0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 |
| 1          | 2           | 3        | 4      | 5     | 6             | 7         | 8        | 9         | 10     | 11       | 12     | 13                                                           | 14       | 15       | 16       | 17       | 18                                              | 19       |      |      |      |
| Разрез 333 |             |          |        |       |               |           |          |           |        |          |        |                                                              |          |          |          |          |                                                 |          |      |      |      |
| А1         | 5–15        | 16       | 84     | 5     | 5             | 14        | 0,5      | Нет       | Нет    | Зн.      | 6      | 15                                                           | 16       | 14       | 42       | 15       | 7                                               | 15       |      |      |      |
| А1/Вм      | 15–25       | 2        | 98     | 3     | 3             | 2         | Зн.      | »         | »      | »        | 15     | 2                                                            | 3        | 2        | 100      | 26       | 7                                               | 26       |      |      |      |
| Вм/С       | 45–55       | 5        | 95     | 5     | 5             | 5         | 0,5      | »         | »      | »        | 5      | 2                                                            | 5        | 5        | 100      | 10       | 3                                               | 16       |      |      |      |
| Вм/С       | 65–85       | 3        | 97     | 5     | 5             | 2         | Зн.      | »         | »      | »        | 5      | 2                                                            | 4        | 5        | 100      | 25       | 6                                               | 18       |      |      |      |
| D          | 190–200     | 23       | 77     | 4     | 4             | 20        | 0,5      | »         | »      | »        | 5      | 20                                                           | 26       | 21       | 100      | 20       | 5                                               | 17       |      |      |      |
| Разрез 341 |             |          |        |       |               |           |          |           |        |          |        |                                                              |          |          |          |          |                                                 |          |      |      |      |
| А1А2       | 22–30       | 7        | 93     | 13    | 13            | 6         | Зн.      | Нет       | Нет    | Зн.      | 1      | 30                                                           | 7        | 1        | 23       | 15       | 4                                               | 6        |      |      |      |
| Всг        | 90–100      | 5        | 95     | 60    | 60            | 7         | »        | »         | »      | »        | 3      | 2                                                            | 8        | 2        | 8        | 0,3      | 0,03                                            | 0,5      |      |      |      |
|            | 170–180     | 8        | 92     | 30    | 30            | 7         | »        | »         | »      | »        | 2      | 3                                                            | 12       | 1        | 45       | 2        | 0,5                                             | 2        |      |      |      |
| Разрез 339 |             |          |        |       |               |           |          |           |        |          |        |                                                              |          |          |          |          |                                                 |          |      |      |      |
| А10        | 2–5         | 51       | 49     | 1     | 47            | 30        | 4        | Нет       | 10     | 7        | 2      | 86                                                           | 50       | 30       | 0,02     | 0,02     | 0,02                                            |          |      |      |      |
| А1/Вм      | 10–20       | 52       | 48     | 3     | 41            | 43        | 5        | »         | 2      | 2        | 4      | 86                                                           | 45       | 24       | 19       | 19       | 2                                               | 0,07     |      |      |      |
| Вм/С       | 40–50       | 70       | 30     | 1     | 28            | 64        | 4        | »         | 1      | 1        | 1      | 92                                                           | 60       | 31       | 2        | 2        | 0,01                                            | 0,04     |      |      |      |
| С/Д        | 100–110     | 42       | 58     | 1     | 53            | 21        | 8        | »         | 8      | 5        | 4      | 84                                                           | 30       | 12       | 2        | 2        | 0,02                                            | 0,02     |      |      |      |

| 1                 | 2     | 3   | 4   | 5  | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  | 11  | 12  | 13 | 14 | 15 | 16   | 17   | 18  | 19  |
|-------------------|-------|-----|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|----|------|------|-----|-----|
| <i>Разрез 328</i> |       |     |     |    |     |     |     |     |     |     |     |    |    |    |      |      |     |     |
| A2                | 1-20  | <1  | >99 | 98 | Зн. | Зн. | Зн. | Нет | Нет | Зн. | 1   | <1 | <1 | <1 | >100 | >100 | 100 | 100 |
| ВВ                | 25-35 | <1  | >99 | 96 | 2   | »   | »   | »   | »   | »   | 2   | <1 | <1 | <1 | >100 | 99   | 47  | 48  |
| С                 | 70-80 | <1  | >99 | 97 | Зн. | »   | »   | »   | »   | »   | 3   | <1 | <1 | <1 | >100 | >100 | 100 | 100 |
| <i>Разрез 338</i> |       |     |     |    |     |     |     |     |     |     |     |    |    |    |      |      |     |     |
| A2                | 10-20 | <1  | 99  | 80 | 18  | 0,5 | Зн. | Нет | Нет | 0,5 | 1   | <1 | <1 | 1  | 99   | 3    | 1,4 | 4   |
| ВВ                | 30-35 | 1,5 | 98  | 90 | 8   | 4,3 | »   | »   | »   | 0,2 | 0,5 | 3  | <1 | 2  | 10   | 9    | 2   | 11  |
| <i>Разрез 320</i> |       |     |     |    |     |     |     |     |     |     |     |    |    |    |      |      |     |     |
| A1Вм              | 5-10  | 1   | 99  | 55 | 38  | 1   | Зн. | Нет | Нет | Зн. | 5   | 1  | 1  | 1  | 8    | 1    | 2   | 1,4 |
| Вк                | 20-30 | 17  | 83  | 50 | 30  | 15  | »   | »   | »   | »   | 5   | 15 | 20 | 10 | 8    | 4    | 2   | 1,7 |
| Вск               | 40-50 | 2   | 98  | 15 | 10  | 1   | »   | »   | »   | »   | 8   | 10 | 1  | 1  | 22   | 4    | 1   | 1,5 |

Примечание. Зн. — знаковое количество.

Глубокоподзолистые почвы (разр. 18-5) имеют текстурно-дифференцированный профиль с обезыленным элювиальным горизонтом и более тяжелым горизонтом Bt. Мощность элювиальной части профиля (A1A2 + A2 + A2Bt) составляет 80 см, мощность иллювиальной – 40 см, с глубины 120 см макро- и микроморфологические признаки иллювиирования вещества отсутствуют. Глубокоподзолистые почвы характеризуются всеми диагностическими признаками суглинистых подзолистых почв (подбелов) (табл. 5–7). Формирование их текстурно-дифференцированного профиля В. М. Корсунов объясняет традиционной концепцией кислотного гидролиза и лессиважа.

Вместе с тем столь же традиционно не обсуждается наличие у этих почв таких особенностей, которые не объясняются этими представлениями. В профиле не аккумулируется вещество, «вынесенное» из подзолистого горизонта. В горизонте с натечными глинистыми кутанами не увеличивается содержание глины (Корсунов, 1978, 1982). Для этих почв данный факт особенно показателен, так как элювиальный горизонт вдвое превышает по мощности иллювиальный, а «потеря» ила превышает 10% (!). Нет накопления и аморфных форм железа. Более того, как это вообще характерно для суглинистых подзолистых почв, максимум аморфных форм соединений железа приходится не на иллювиальный горизонт (как это должно было бы быть в случае справедливости гипотезы кислотного гидролиза), а на подзолистый и дерново-подзолистый (табл. 6). Вместе с тем ряд факторов дает основания предположить, что для глубокоподзолистых почв может оказаться справедливой гипотеза об исходной литологической неоднородности, предложенная и проверенная для почв Восточно-Европейской равнины, равнин Западной Сибири, Дальнего Востока и предгорий Западной Грузии (Соколов, Макеев, Турсина и др., 1982; Соколов, Лежава, 1984; Соколов, 1991 и др.): резкость границ между горизонтами, отсутствие закономерного тренда в распределении тонких фракций и др. Обсуждение этого дискуссионного вопроса с привлечением данных об остальных почвах зонального спектра с позиций общности их климатического почвообразующего потенциала может не только дать дополнительные аргументы для ответа на него, но и представляет самостоятельный методологический интерес.

В условиях затрудненного дренажа в ареале глубокоподзолистых почв формируются торфянисто-глеевые текстурно-дифференцированные почвы, описанные под различными названиями (Никитин, 1973 и др.). Мы не приводим их характеристику, поскольку она опубликована ранее. Для нас важен сам факт – в

ареале буроземов при затрудненном дренаже формируются торфянисто-глеевые почвы без текстурной дифференциации; в ареале глубокоподзолистых – торфянисто-глеевые текстурно-дифференцированные. Иными словами, затрудненный дренаж и поверхностная переувлажненность не определяют наличие или отсутствие текстурной дифференциации, а возможно, и не оказывают существенного влияния на ее степень.

*Почвообразование на основных породах.* На маломощных мелкоземистых отложениях, представляющих собой продукты выветривания и переотложения основных изверженных пород долеритов, формируются буроземы (разр. 339). Остается дискуссионным вопрос о формировании маломощного мелкоземистого чехла, в частности, о соотношении в его генезисе выветривания на месте и переотложения. Этот вопрос интересен и принципиален, но его обсуждение выходит за рамки нашей работы. Для нас принципиально важны следующие обстоятельства: в минералогическом составе не обнаружено примеси «посторонних» (аллохтонных) минералов (табл. 7), степень щебнистости очень постепенно увеличивается вниз по профилю, мощность чехла рыхлых отложений не превышает 50–60 см, ниже залегает щебнистый структурный элювий траппов.

Почвы характеризуются типичным для буроземов сочетанием морфологических и аналитических диагностических признаков. Маломощная лесная подстилка сменяется серым хорошо структурным гумусово-аккумулятивным горизонтом, ниже которого расположен бурый метаморфический горизонт Вм. Кислая реакция и ненасыщенность характерны только для верхних горизонтов, ниже реакция близка к нейтральной: почвенный поглощающий комплекс насыщен. Характерно довольно высокое содержание свободных и аморфных форм соединений железа и алюминия. Максимально содержание свободного и аморфного железа типично для органогенных горизонтов и связано с биологической аккумуляцией. Метаморфический горизонт аналитически не выделяется ни по содержанию ила, ни по содержанию аморфных и свободных форм  $R_2O_3$  (табл. 5–7).

Общее повышенное содержание аморфных форм унаследовано от исходных пород – сапролитовой зоны коры выветривания траппов (гидротермальной?), о чем свидетельствует высокое содержание аморфных форм  $R_2O_3$  в нижних горизонтах.

В почвенном профиле отсутствуют признаки кислотного гидролиза, лессиважа, оглеения и гидролиза первичных и глинистых минералов. Наиболее сложен вопрос об интенсивности и ме-

ханизмах процессов оглинивания верхних горизонтов. Морфологические и аналитические данные не содержат однозначного ответа. Ряд признаков позволяет полагать, что состав этих горизонтов обусловлен в основном допочвенным выветриванием, местной сортировкой и переотложением материала (в верхних горизонтах нет обломков «свежих» долеритов, которых много в нижних). Среди процессов оглинивания на месте в основном, по-видимому, имеют значение не внутрипочвенные кристаллохимические изменения первичных минералов, а физическое разрушение «минералов-контейнеров», минералов, оглинивание которых было связано с допочвенным эндогенным выветриванием, в результате которого глинистое вещество заместило исходную кристаллическую решетку минералов. Минералогические исследования показали, что состав грубодисперсных (табл. 8) и глинистых минералов по профилю не меняется. Диагностировать глинистые минералы, являющиеся продуктом почвообразования, а не унаследованные от почвообразующих пород, не удается (Градусов, Фоминых, 1971). Судя по отсутствию изменений в составе минералов крупных фракций (табл. 8) и визуальных признаков почвенного выветривания, собственно почвенное оглинивание не играет очень существенной роли. Преобладание по всему профилю продуктов допочвенной глинизации ранее было установлено специальными минералогическими исследованиями (Градусов, Фоминых, 1971).

Метаморфический горизонт Вm морфологически хорошо выражен: бурая окраска, совершенная структура и микроструктура. Использованной системой аналитических методов диагностировать его не удастся; не выделяется он даже по содержанию ила и аморфных форм соединений железа. По-видимому, морфологические особенности этого горизонта обусловлены в основном перераспределением свободных форм железа и его концентрацией на поверхности минералов с образованием красящих пленок (одна из форм процесса рубефикации?).

На карбонатных породах формируются дерново-карбонатные (рендзины) и дерново-карбонатные выщелоченные (буроземы остаточно-карбонатные) почвы (разр. 320). Диагностика как тех, так и других достаточно традиционна и по нашим (табл. 5, 6), и по литературным (Градусов, Фоминых, 1971) материалам. Морфологические и аналитические (табл. 5–8) надежно диагностируются аккумуляция гумуса, выщелачивание карбонатов и оструктуривание. Элювиально-иллювиальное распределение ила и наличие натечных глинистых кутан позволяют говорить о лессиваже. Карбонатный геохимический барьер ограничивает зону действия лессиважа верх-

ними 30 см. Признаки кислотного гидролиза минералов отсутствуют. Формирование бурого бескарбонатного горизонта обусловлено не только выпелачиванием карбонатов, но и местными локальными процессами литогенеза. Незакономерное чередование в пространстве почв с самой разной мощностью бескарбонатного горизонта позволяет считать второе предположение даже более вероятным.

*Почвообразование на кварцевых песчаниках.* На кварцевых песчаниках формируются иллювиально-гумусово-железистые подзолы (разрезы 328, 338). Их профиль характеризуется яркой элювиально-иллювиальной дифференциацией: отбеленный подзолистый горизонт, охристо-бурый, часто с коричневым оттенком, иллювиально-гумусово-железистый горизонт, мощные темно-коричневые натеки на нижней стороне щебня, отбеливание его верхней стороны. Подзолы характеризуются очень кислой реакцией, ненасыщенностью почвенного поглощающего комплекса (табл. 5), элювиально-иллювиальным профилем по распределению гумуса и аморфных форм  $R_2O_3$  (табл. 6). На фоне яркой Al-Fe-гумусовой дифференциации хорошо выражено и суспензионное перераспределение фракций тонкой пыли и ила (лессиваж). Элювиальный горизонт почти полностью обезылен, накопление тонкодисперсных фракций происходит как в иллювиальном горизонте Bft, так и в заиленной оторочке подзолистого горизонта по его нижней границе с горизонтом Bft (табл. 8). Лессиважу способствуют бесструктурность почв, их высокая пористость и интенсивно промывной режим. Зоной действия лессиважа является система горизонтов A2-Bft, и только эта система. Ниже миграция суспензий не наблюдается, о чем можно уверенно судить по отсутствию накопления тонкодисперсных фракций над глинистыми прослойками и на верхней стороне горизонтально залегающих плит песчаника уже на глубине 60–80 см. Очевидно, даже такая «преграда», как песчаный, обогащенный аморфными  $R_2O_3$  горизонт Bft, непроницаема для суспензий и представляет собой хороший фильтр, полностью задерживающий тонкодисперсные частицы, выносимые из горизонта A2 (Соколов, Градусов, 1989).

Для подзолов установлено интенсивное разрушение легковыветривающихся первичных минералов и трансформационное изменение глинистых минералов в подзолистом горизонте (Соколов, Градусов, 1989 и др.). По-видимому, эти процессы характерны и для описываемых почв. Их диагностика затруднена крайне низким содержанием способных к выветриванию минералов (табл. 8). Менее определенно решается вопрос о роли кислотного гидро-

лиза глинистых силикатов, так как подзолистый горизонт иллювиально-гумусовых подзолов обычно не только необезышен, но часто даже оглинен по сравнению с остальными горизонтами. В описываемых почвах потеря ила в горизонте A2 с лихвой компенсируется его накоплением в иллювиальных горизонтах. Это позволяет полагать, что кислотный гидролиз не играет существенной роли в обезыливание горизонта A2.

Гипотеза интенсивного кислотного гидролиза глинистых минералов в горизонте A2 Al-Fe-гумусовых подзолов прямыми фактами до сих пор не обоснована, она «перенесена» из концепции кислотного гидролиза глинистых минералов в суглинистых текстурно-дифференцированных почвах, для которых эта гипотеза также не имеет прямых доказательств. Подзолы на кварцевых песчаниках могут в какой-то мере уточнить эти представления.

Очевидно, что из описываемых почв глинистое вещество не исчезает бесследно, что свойственно суглинистым подзолистым почвам и до сих пор не находит общепризнанных объяснений. Накопление ила в иллювиальных горизонтах вполне компенсирует его потерю из подзолистого горизонта. Столь же очевидно, что в данном случае нет оснований говорить об оглинивании (в скольконибудь заметных масштабах), так как в породе практически отсутствует резерв способных к выветриванию минералов. Полевые шпаты представлены устойчивыми формами и практически не выветриваются. Эти два очевидных факта заставляют сделать столь же очевидное предположение: даже в подзолах на кварцевых песчаниках с их оптимальными для кислотного гидролиза условиями, разрушение глинистых минералов в значимых для формирования почвенного профиля масштабах не происходит.

Итак, зональный спектр автономных почв средней тайги представлен буроземами, иллювиально-гумусово-железистыми подзолами, дерново-карбонатными, глубокоподзолистыми и торфянисто-глеевыми текстурно-дифференцированными (подзолисто-глеевыми) почвами. Эколого-генетический анализ этого, по видимому, далеко не полного спектра позволяет сделать ряд интересных выводов.

Мощность толщи, активно преобразованной голоценовым почвообразованием для подзоны средней тайги, не превышает 60–80 см. Исключение составляют глеевые почвы, где глеевые признаки могут уходить на глубину нескольких метров и где они, по видимому, могут быть (на этих глубинах) либо реликтовыми, либо результатом современных, но не почвенных процессов, а процессов глеевого метаморфизма пород. На большую глубину проникают и

глинистые натеки в глубокоподзолистых почвах по порам и трещинам (до 120 см). Напомним, что принципиально близкий вывод получен для почв Восточно-Европейской равнины (Соколов, Макеев, Турсына и др., 1983).

Не удастся выделить какие-то признаки горизонто- и профилеобразующих элементарных почвенных процессов (ЭПП), характерных для всех почв зонального спектра. Таким образом, и зональный почвообразовательный потенциал целесообразно характеризовать не каким-то одним условно выбранным процессом или почвой, а спектром почв и процессов.

Общая концепция элементарных почвенных процессов для всего зонального спектра автономных почв схематически представлена в таблице 9.

*Аморфизация* – процесс накопления аморфных форм  $R_2O_3$  за счет внутригоризонтного выветривания на месте характерен для всех буроземов. Его интенсивность, как и интенсивность почвенного выветривания, невелика. Наиболее заметна аморфизация верхних горизонтов, но здесь аналогичный эффект может быть связан с биогенным накоплением.

*Рубефикация* – условное наименование процесса формирования бурового метаморфического горизонта за счет перераспределения красящих соединений железа с их концентрацией на поверхности в виде бурых пленок – хорошо диагностируется визуальное в профиле буроземов, но даже в буроземах на трапах не диагностируется использованным набором аналитических методов.

*Оглеение* ярко проявляется в почвах с затрудненным дренажем, особенно при наличии литологической слоистости (контактный водоупор).

*Оструктурирование* в максимальной степени выражено в случае а) высокого содержания аморфных форм  $R_2O_3$  и/или глинистых минералов смектитовой группы, б) контрастного гидротермического режима. Оно затухает на легких почвообразующих породах и в условиях гидроморфизма.

*Биогенная аккумуляция* специфических гумусовых веществ наиболее ярко выражена в профиле буроземов на основных породах и дерново-карбонатных почв; напочвенное накопление неразложившихся органических остатков – у гидроморфных почв.

*Al-Fe-гумусовый процесс* играет ведущую роль при почвообразовании на бедных дренированных породах кислого состава (подзолы). Во всех остальных почвах спектра признаки этого процесса отсутствуют.

## Генетическая характеристика автономных почв средней тайги

| Породы               | Почвы                                       | Элементарные почвенные процессы |           |     |                 |             |             |          |              |          |                         |               |     | биогенная аккумуляция |                       |           |     |
|----------------------|---------------------------------------------|---------------------------------|-----------|-----|-----------------|-------------|-------------|----------|--------------|----------|-------------------------|---------------|-----|-----------------------|-----------------------|-----------|-----|
|                      |                                             | кислотный гидролиз минералов    |           |     | метаморфические |             |             |          |              |          | элювиально-иллювиальные |               |     | гумуса                | органических остатков | элементов | 15  |
|                      |                                             | первичных                       | вторичных | 3   | оглиняние       | аморфизация | рубефикация | оглеение | острухивание | лессиваж | Al-Fe-гумусовый         | выщелачивание | 12  | 13                    | 14                    | 15        | +   |
| 1                    | 2                                           | 3                               | 4         | 5   | 6               | 7           | 8           | 9        | 10           | 11       | 12                      | 13            | 14  | 15                    | 16                    | 17        | 18  |
| Кварцевые песчанники | Подзолы илловально-гумусово-железистые      | +                               | +         | +   | +               | ?           | -           | +        | +++          | !!!      | !!!                     | +             | !!! | +                     | +++                   | +         | +   |
| Карбонатные          | Дерново-карбонатные                         | +                               | +         | +   | +               | +           | -           | !!!      | +++          | +        | -                       | +             | +   | !!!                   | +++                   | +++       | +++ |
| Трапы                | Буроземы                                    | +++                             | -         | !!! | +++             | +++         | -           | !!!      | +            | +        | -                       | +++           | +++ | !!!                   | +                     | +++       | +++ |
| Покровные су-глинки: |                                             |                                 |           |     |                 |             |             |          |              |          |                         |               |     |                       |                       |           |     |
| одно-родные          | 1. Буроземы                                 | +                               | -         | +   | +               | +           | +++         | +        | !!!          | +        | -                       | +++           | +++ | !!!                   | +++                   | +++       | +++ |
|                      | 2. Торфяно-глеявые                          | +                               | +         | +   | -               | -           | -           | !!!      | +            | +        | -                       | +++           | +++ | +++                   | +++                   | +++       | +++ |
| двучленные           | 1. Дерновые глеяватые (глубоко-подзолистые) | +                               | +         | +   | +               | +           | +++         | +++      | +++          | +        | -                       | +++           | +++ | !!!                   | +++                   | +++       | +++ |
| ные                  | 2. Торфяно-глеявые (подзолисто-глеявые)     | +                               | +         | +   | -               | -           | -           | !!!      | +            | +        | -                       | +++           | +++ | +++                   | !!!                   | +++       | +++ |

П р и м е ч а н и е. - Процесс не диагностируется, + - процесс плохо диагностируется, +++ - процесс надежно диагностируется, !!! - основной диагностический процесс, 1 - хороший дренаж, 2 - затрудненный дренаж.

*Выщелачивание* и формирование кислого ненасыщенного почвенного поглощающего комплекса также наиболее характерно для подзолов. Почвы на покровных суглинках и основных породах характеризуются кислой реакцией и ненасыщенностью только верхних горизонтов, в нижней части профиля реакция становится слабокислой или нейтральной, почвенный поглощающий комплекс насыщен основаниями. На карбонатных породах обилие оснований «маскирует» эффект выщелачивания.

Анализ литогенного спектра автономных почв этого малоизученного региона хорошо подтверждает и ряд традиционных почвенных эколого-генетических представлений о тасжском почвообразовании: а) «богатство» пород способствует развитию дернового процесса, б) бедность – Al-Fe-гумусовому оподзоливанию, в) затрудненный дренаж вызывает оглеснение и заболачивание, г) наличие аморфных форм железа сопровождается оструктурированием и т. п.

Интересно обсудить более подробно и специально роль оглинивания, гидролиза первичных и глинистых силикатов и лессиважа.

*Оглинивание.* Изученный набор почв можно расположить в такой последовательности по теоретически ожидаемому эффекту оглинивания: буроземы на трапях, буроземы на покровных отложениях, буроземы на карбонатных породах, глубокоподзолистые почвы на покровных суглинках, торфяно-глеевые почвы на легкой глине, подзолы на кварцевых песках. Фактический эффект оглинивания удалось диагностировать только в почвах на трапях, для которых характерно увеличение содержания ила вверх по профилю. Во всех остальных случаях даже наличие бурого метаморфического горизонта не сопровождается увеличением содержания ила. Реальную роль внутрипочвенного глинообразования трудно оценить даже для почв на трапях, так как и в этом случае увеличение содержания ила в верхних горизонтах может быть обусловлено (кроме собственно оглинивания на месте) допочвенным оглиниванием, местным переотложением материала и разрушением «минералов-контейнеров». По-видимому, оглинивание может играть заметную почвообразующую роль только в случае обогащенности породы легкоразрушающимися глинообразующими минералами, а в большинстве случаев содержание ила наследуется от почвообразующей породы (Градусов, Соколов, 1978). Сказанное не исключает возможность трансформационных изменений глинистого вещества в почвах, но этот процесс требует специального изучения и обсуждения. Специально подчеркнем, что речь идет не о

принципиальном наличии или отсутствии процессов оглинивания (оглинивание в принципе вероятно всегда и во всех почвах, если есть резерв способных к выветриванию минералов), а о такой степени развития этого явления, когда оглинивание начинает играть профилеобразующую роль и формирует диагностические генетические почвенные признаки. Сказанное в полной мере относится к обсуждению роли и кислотного гидролиза, и лессиважа.

*Гидролиз первичных минералов.* Для этого процесса требуется сочетание кислой реакции и наличия способных к выветриванию минералов. Но чем богаче почвы легковыветривающимися минералами, тем меньше их кислотность. Наибольшая кислотность характерна для подзолов и торфяно-глеевых почв. И в тех, и в других гидролиз не достигает таких масштабов, когда его удастся надежно диагностировать обычным набором визуальных и инструментальных методов. Еще в меньшей степени есть основания предполагать заметную интенсивность этого процесса в бурых почвах на покровных суглинках. Об отсутствии интенсивного гидролиза первичных минералов свидетельствует равномерное распределение оксидов железа, алюминия и кремния как валовых, так и аморфных форм, равномерное распределение фракций гранулометрического состава, распределение по горизонтам минералов и их содержание в различных гранулометрических фракциях. По-видимому, даже в почвах на трапах разрушение первичных минералов не играет существенной роли. Об этом свидетельствует достаточно равномерное распределение по профилю аморфных и свободных форм полуторных оксидов, отсутствие их накопления даже в буром метаморфическом горизонте Вм.

Гидролиз первичных минералов мог бы диагностировать оглинивание верхних горизонтов, но, как уже говорилось выше, существенную роль в этом процессе играют местное переотложение материала и физическое разрушение минералов-контейнеров. По-видимому, оптимальным условием для того, чтобы разрушение первичных минералов могло играть достаточно существенную почвообразующую роль, является сочетание следующих показателей: а) преобладание в минералогическом составе инертных минералов (кварц, кислые полевые шпаты), что создает условия для выщелачивания и формирования ненасыщенной кислой среды, и б) наличие небольшого количества легковыветривающихся минералов, способных к разрушению в кислой среде, но и не способных ее нейтрализовать. Такая ситуация характерна, по-видимому, для почв на гранитах и их дериватах. Именно эти породы до сих пор в основном изучались, и для этих пород представления об интенсив-

ном разрушении первичных минералов в среднетяжелых почвах справедливы.

Гидролиз первичных минералов мог бы играть достаточно существенную роль и в подзолах на песчаниках, но в этих породах практически отсутствуют способные к выветриванию минералы.

*Гидролиз глинистых минералов.* Все почвы зонального спектра не имеют признаков, которые позволяли бы ставить вопрос о существенной роли этого процесса. Единственной почвой, имеющей надежно диагностируемую потерю ила из верхнего горизонта, является песчаный подзол, но в этом случае накопление ила в иллювиальном горизонте компенсирует его потерю в элювиальном, что не дает оснований для предположения о разрушении ила в подзолистом горизонте. Наше заключение об отсутствии существенной почвообразующей роли кислотного гидролиза глинистых силикатов в формировании автономных почв региона не противоречит результатам специальных минералогических исследований, которыми было установлено, что состав глинистых минералов во всех почвах зонального спектра не дифференцирован по генетическим горизонтам, представлен минералами, унаследованными от пород, и диагностировать процесс кислотного гидролиза глинистых минералов минералогическими исследованиями не удастся. Исключением являются глубокоподзолистые почвы. О них поговорим особо.

*Лессиваж.* Среди всех почв спектра только песчаные имеют признаки, позволяющие диагностировать этот процесс в таких масштабах, когда необходимо говорить о его почвообразующей роли: потеря ила горизонтом A<sub>2</sub>, его накопление в горизонте B<sub>ft</sub>, морфологически выраженное заиливание на контакте горизонтов A<sub>2</sub> и B<sub>ft</sub>.

В отношении дерново-карбонатных выщелоченных почв есть основания говорить о наличии слабого выноса ила из 10-сантиметрового горизонта A<sub>1</sub> и накоплении ила в самой верхней части карбонатного горизонта сразу под горизонтом выноса. Осветленный горизонт A<sub>2</sub> в этом случае не формируется.

У всех остальных почв признаки лессиважа выражены только макро- и/или микроморфологически и обычно слабо, так что нет оснований говорить о почвообразующей роли этого процесса. И опять совершенно особо приходится говорить о глубокоподзолистых почвах, к обсуждению генезиса которых мы и переходим.

До сих пор считается, что нормой почвообразования в тяжелой зоне на рыхлых суглинистых породах являются подзолистые

текстурно-дифференцированные почвы. Формирование почв без текстурной дифференциации обычно рассматривается как исключение, которое связано с какими-то местными причинами. Причины эти – слишком тяжелый или слишком легкий состав пород, слишком хороший или слишком затрудненный дренаж, слишком континентальный или слишком океанический климат, слишком высокая или слишком низкая кислотность и т. п. Генетические концепции, относящиеся к почвам с недифференцированным профилем, в основном сконцентрированы на объяснении причин их неоподзоленности, т. е. отсутствии текстурной дифференциации. Это отражается в самых разнообразных названиях почв: бурые лесные, буро-таежные, дерновые лесные (таежные), дерновые литогенные, дерновые кислые неоподзоленные, поддубицы, таежные неоподзоленные, скрыгтооподзоленные и т. п.

С нашей точки зрения, в настоящее время уже накопилось достаточно оснований для того, чтобы считать отсутствие текстурной дифференциации в таежных почвах на однородных суглинистых породах не исключением, а нормой полноголоценового почвообразования. Представляется, что генетической загадкой являются именно текстурно-дифференцированные почвы. Справедливость такой постановки вопроса хорошо аргументируется и приведенными выше материалами – именно сверхмощные глубокоподзолистые почвы «не укладываются» в общую генетическую концепцию таежного почвообразования и гипотеза их возникновения требует специального обсуждения.

Итак, в условиях принципиально близкого (практически одинакового) сочетания факторов почвообразования: климата, растительности, пород, рельефа, возраста и истории – формируются и господствуют в почвенном покрове больших территорий два принципиально разные типа почв: сверхмощные глубокоподзолистые и буроземы. Соответственно сосуществуют две концепции-гипотезы: а) данные биоклиматические условия самые оптимальные для формирования суглинистых текстурно-дифференцированных почв и б) данные (те же самые!) биоклиматические условия препятствуют формированию почв подзолистого типа с текстурно-дифференцированным профилем.

Возможны две гипотезы объяснения этого противоречия: а) сходство факторов почвообразования кажущееся, а в действительности глубокоподзолистые почвы формируются в условиях настолько отличающихся от условий формирования буроземов, что эти различия и объясняют разницу в почвообразовании; б) сверхмощные глубокоподзолистые почвы принципиально близки буроз-

земам и по условиям их формирования, и по характеру почвенных процессов, а их резкое различие объясняется исходной литологической двучленностью почвообразующих пород и генетическими различиями, которые этой двучленностью вызваны (в первую очередь, возникновение контактного поверхностного оглеения и осветление верхнего облегченного горизонта глубокоподзолистых почв). «Взвесим» эти гипотезы. Аргументы в пользу первой гипотезы:

1. Отложения, на которых формируются глубокоподзолистые почвы, беднее полуторфными оксидами и, по-видимому, легковыветривающимися минералами; эти различия могут способствовать оструктуриванию буроземов и торможению в них лессиважа. Контраргументы: а) крайне малое значение этих различий, б) отсутствие текстурной дифференциации даже при обезжелезнении и осветлении общей массы верхнего горизонта в торфянисто-глеевых почвах.

2. Более кислая среда верхнего горизонта глубокоподзолистых почв создает более благоприятные условия для кислого гидролиза. Контраргументы: а) различия в кислотности невелики, б) наличие гидролиза глинистых минералов не диагностировано даже в подзолах с еще более агрессивной кислой средой, в) верхние горизонты буроземов не отличаются от глубокоподзолистых почв по условиям кислотности, но признаков кислотного гидролиза в этих горизонтах нет.

3. Глубокоподзолистые почвы имеют признаки поверхностной глееватости. Возможно, элювиально-глеевое обезжелезнение плазмы способствует диспергированию коллоидов и их выносу. Контраргумент: дифференцированные и недифференцированные почвы формируются как в мезо-, так и в гидроморфных условиях; оригинальные и литературные материалы свидетельствуют об отсутствии столь серьезного влияния поверхностного гидроморфизма на степень текстурной дифференциации. Явные морфологические признаки лессиважа в глубокоподзолистых почвах позволяют считать, что этот процесс протекает в них более активно, чем в буроземах, но отсутствие аналитически уловимого накопления ила в иллювиальном горизонте не позволяет считать лессиваж ответственным за формирование текстурно-дифференцированного профиля.

4. Ареалы глубокоподзолистых и буроземных почв территориально разорваны. Можно предположить, что эти территории существенно разновозрастны, и глубокоподзолистые почвы пережили эпоху с существенно иной биоклиматической обстановкой,

которая и сформировала их текстурно-дифференцированный профиль. Контраргументы: а) обобщение палеогеографических и геологических материалов свидетельствует о том, что и глубокоподзолистые, и бурые почвы формируются на позднеплейстоценовых отложениях, а их голоценовая история не имеет принципиальных различий.

Аргументы против первой гипотезы:

1. Остается загадкой бесследное исчезновение ила: горизонт «потери» ила имеет мощность около 80 см, «потеря» достигает 10%, мощность горизонта, имеющего морфологические признаки аккумуляции глины, около 40 см, содержание глины в этом горизонте не увеличено по сравнению с нижележащим, глубже 120 см в профиле отсутствуют даже микроморфологические признаки миграции ила.

2. Не получает удовлетворительного объяснения тот факт, что в глубокоподзолистых почвах лессиваж привел к бесследному исчезновению ила из 80-сантиметрового горизонта, а в почвах, где условия для лессиважа более благоприятны, его эффект либо практически отсутствует (торфянисто-глеевые почвы с поверхностным осветленным горизонтом), либо, если этот процесс надежно диагностируется по выносу и по накоплению глины, то зона накопления «прижата» к зоне выноса (подзолы); вынос компенсируется накоплением.

3. В почвенном профиле отсутствует накопление аморфных форм алюминия, которое должно было бы сопровождать гидролиз глин (да еще в таких масштабах!).

4. Диагностируемых признаков кислотного гидролиза глин не имеют даже почвы с условиями, значительно более благоприятными для развития этого процесса, – гумусово-железистые подзолы, торфянисто-глеевые почвы, буроземы с кислой реакцией среды в верхних горизонтах и обилием смектитов в составе тонкодисперсных минералов.

Прямых доказательств справедливости второй гипотезы (как и первой) для данного региона в настоящее время нет. Ее проверка требует специального изучения почвенно-стратиграфическим методом поведения горизонтов (Соколов, 1988). Косвенным аргументом в ее пользу является то, что она позволяет внутренне непротиворечиво объяснить те факты, которые не находят удовлетворительного толкования в рамках «почвенных» гипотез: бесследное «исчезновение» ила из подзолистого горизонта, отсутствие тренда в распределении ила, независимость текстурной дифференциации от степени гидроморфизма и др.

### Аргументы против второй гипотезы:

1. Двучленность пород не диагностируется по распределению крупных фракций. Контраргумент: неоднородное распределение крупных фракций является достаточным свидетельством в пользу двучленности пород, но не является аргументом обязательным. Явные двучлены могут характеризоваться и равномерным распределением крупных фракций (Тонконогов, Беркгаут, 1984).

2. Не известен механизм возникновения двучленности. Контраргумент: известны обширные ареалы исходно двучленных пород (Апарин, 1975 и др.), для которых механизм возникновения двучленности или неизвестен, или остается дискуссионным; незнание механизма возникновения явления в принципе не может служить основанием для отрицания самого факта его существования.

Таким образом, ни одна, ни другая гипотеза не могут пока претендовать на исчерпывающее объяснение всех известных фактов, можно говорить только о степени вероятности той или иной гипотезы, о вероятности разрешения их внутренних противоречий в ближайшем будущем, о направлениях дальнейшего научного поиска. Для объяснения основного противоречия первой гипотезы – бесследного исчезновения ила или продуктов его разрушения – более или менее правдоподобных гипотез пока не предложено. Гипотеза исходной двучленности пород не подкреплена лишь представлением о механизме их возникновения. Учитывая очевидный факт широкого распространения плащеобразных покровных отложений двучленного строения на ледниковых и перигляциальных равнинах и существование вполне правдоподобных гипотез, объясняющих этот факт, можно надеяться, что механизм (или точнее – механизмы) образования этих пород будет установлен. Поэтому вторая гипотеза представляется более перспективной.

Принятие гипотезы почвенного происхождения текстурной дифференциации глубокоподзолистых почв Средней Сибири создаст более серьезные противоречия для создания целостной внутренне непротиворечивой концепции формирования зонального спектра автономных почв и почвообразующего потенциала климата. Принятие гипотезы исходной двучленности почвообразующих пород глубокоподзолистых почв снимает эти противоречия, и глубокоподзолистые почвы органично вписываются в общую экологогенетическую концепцию среднетаежного почвообразования как кислые дерновые элювиально-глеевые почвы на двучленных почвообразующих породах. При этом общая концепция элементарных почвенных процессов и их экологической обусловленности для всего зонального спектра автономных почв оказывается внутренне непротиворечивой.

Обобщенная характеристика изученных почв в первом приближении может рассматриваться как полный почвообразующий потенциал климата средней тайги. Точнее – климата всех этапов голоценовой (и верхнеплейстоценовой?) истории территории современной среднетаежной подзоны. Почвообразующий потенциал климата может характеризоваться а) мощностью толщи активного почвообразования и б) степенью преобразованности исходных пород. Мощность преобразованной почвообразованием толщи не превышает 60–80 см. Ниже признаки почвообразования носят локальный характер: единичные корни, притрещинные кутаны и т. п.

Почвенные процессы имеют аккумулятивный, метаморфический или элювиально-иллювиальный характер. Преобразование минеральной части профиля наиболее ярко выражено либо при бедном составе пород (формируется наиболее кислая агрессивная среда), либо при богатстве пород легковыветривающимися минералами. При среднем составе изменения минеральной части не столь существенны. Процессов, формирующих признаки или горизонты (кроме горизонтов лесной подстилки), общие для всех почв зонального спектра, установить не удалось. Зональный почвообразовательный процесс и полный почвообразовательный потенциал климата представляют собой совокупность частных процессов и потенциалов, характерных для определенных типов (или групп типов) почвообразующих пород.

Эколого-генетический анализ зонального спектра автономных почв может рассматриваться как один из перспективных методических вариантов общего сравнительного эколого-генетического анализа в рамках генетического почвоведения.

#### **ПОНЯТИЙНО-ТЕРМИНОЛОГИЧЕСКИЕ И КЛАССИФИКАЦИОННЫЕ АСПЕКТЫ ИЗУЧЕНИЯ ПРОМЕРЗАЮЩИХ ПОЧВ**

Влияние криогенных явлений – промерзания, оттаивания, вечной мерзлоты – на почвообразование привлекло внимание почвоведов уже на заре становления докучаевского почвоведения. В начале XX в. работами почвоведов Переселенческого управления были установлены основные формы влияния этих явлений на почвы, описаны криогенные почвенные процессы и свойства. Теоретическое обобщение и осмысление результатов этих исследований было выполнено с широких общих позиций новой для того времени науки – генетического почвоведения. Анализ закономерностей криоморфного почвообразования по классической схеме генетиче-

ского почвоведения «факторы–процессы–свойства» имеется в работах К. Д. Глинки, Л. И. Прасолова, И. В. Квашнина-Самарина, В. Н. Сукачева, Р. И. Аболина, И. Ф. Крюкова и др.

Вместе с тем разработанная в то время концепция о генетической самобытности многих сибирских почв в связи с влиянием промерзания и мерзлоты не получила соответствующего понятийно-терминологического (а точнее – терминологического), классификационного и картографического оформления. Многие термины (криогенные и криоморфные почвы, мерзлотная ритипизация, криогенные процессы, мерзлотные почвы и т. п.) появились значительно позднее, чем соответствующие им понятия. Классификационно-терминологическая и картографическая незавершенность концепции не раз служила поводом для необоснованных упреков в адрес «переселенцев» по поводу недооценки ими влияния криофакторов на почвообразование.

Проблемы ультраконтинентального мерзлотного почвообразования вновь привлекли внимание исследователей в середине 50-х годов нашего столетия и с тех пор интерес к ним не затухает. В работах Е. Н. Ивановой, Н. А. Ногиной, О. В. Максеева, Н. В. Орловского и других концепция криоморфного почвообразования получила дальнейшее развитие. Постепенно совершенствовалось ее понятийно-терминологическое, классификационное и картографическое оформление. В этом плане необходимо подчеркнуть первостепенное значение работ, проводившихся Почвенным институтом им. В. В. Докучаева по инициативе и под руководством Е. Н. Ивановой и особенно работ Н. А. Ногиной и сотрудников руководимой ею Забайкальской почвенной экспедиции.

Активное промышленное освоение труднодоступных районов Сибири, Крайнего Севера и Дальнего Востока еще более усилило научную и практическую значимость проблем криоморфного (и вообще континентального) почвообразования. Появились не только новые фактические материалы, но и новые теоретические работы; стали усложняться и множиться научные понятия, появились новые предложения терминологического характера.

Одновременно возникли научные дискуссии по ряду классификационных и географо-генетических проблем и некоторые терминологические разночтения. Не претендуя ни на полноту охвата всего круга теоретических вопросов, ни на исчерпывающий литературно-исторический анализ затронутых проблем, попытаемся кратко рассмотреть три группы актуальных задач: 1) основные понятия и термины, 2) классификационное выделение мерзлотных,

криоморфных и т. п. почв и 3) криофакторы и их место в общей иерархии факторов почвообразования.

Анализ понятийно-терминологического аппарата начнем с наиболее общих понятий, ограничивающих сам объект исследования – криогенные явления (процессы, свойства). Криогенные почвенные процессы – процессы, возникающие в почвах под влиянием отрицательных температур и фазовых переходов в состоянии почвенной влаги (твердое–жидкое). Криогенные свойства (признаки) – свойства, образовавшиеся в результате криогенных процессов. Такое понимание терминов достаточно общепринято (Толковый словарь, 1975). Однако необходимо подчеркнуть, что криогенными следует называть те (и только те!) процессы (и свойства), которые возникли именно под влиянием криофакторов, но отнюдь не всю совокупность процессов, протекающих в почвах при отрицательных температурах. Среди последних могут быть процессы, которые холод не только не стимулирует, но, напротив, тормозит.

В качестве синонима термина «криогенные процессы» часто используется краткий и выразительный термин «почвенный криогенез». Во избежание разночтений целесообразно именно этим смыслом и ограничить использование термина «почвенный криогенез». С этой точки зрения вряд ли приемлемо предложение О. В. Макеева использовать термин «криогенез» и для обозначения совокупности факторов, вызывающих криогенные процессы (Макеев, 1977). Для обозначения совокупности факторов, вызывающих криогенные явления, лучше использовать другой термин, например, «криофакторы».

С изложенных позиций традиционная формула генетического почвоведения – «факторы–процессы–свойства» дополняется аналогичной формулой, отражающей совокупность криогенных явлений: «криофакторы (отрицательная температура, вечная мерзлота)–криогенные процессы (почвенный криогенез)–криогенные свойства». Подчеркнем, что вторая формула всегда лишь дополняет первую, проявляется на ее фоне, но никогда не заменяет ее.

Очевидно, что криогенные явления (процессы, свойства) в той или иной степени характерны для всех почв, подверженных действию криофакторов. С этой точки зрения, наиболее широким «почвенным» понятием следует считать всю совокупность почв, в профиле которых периодически наблюдаются отрицательные температуры и почвенная влага находится в форме льда, независимо от длительности пребывания почв в мерзлотном состоянии, интенсивности и глубины промерзания. Наиболее точно этому понятию

соответствует термин «промерзающие почвы». В качестве синонима промерзающих почв может использоваться термин «криопедосфера». Однако областью его применения может быть, по-видимому, не столько почвоведение, сколько криолитология и мерзлотоведение. Объект этих наук – криосфера – может подразделяться на криолито-, криогидро-, криопедосферу. Для использования в почвоведении термин «криопедосфера» представляется хотя и довольно «удобным», но по своей сути излишне претенциозным. Использование этого термина подразумевает наличие двух принципиально разных объектов – педосферы и криопедосферы, изучение которых требует различных теоретических подходов. С точки зрения почвоведения это, конечно, не так. Промерзающие почвы (криопедосфера) полностью подчинены всем общим закономерностям почвообразования, их изучение наиболее целесообразно и плодотворно в рамках общего генетического почвоведения.

Предлагаемое понятие «промерзающие почвы» (криопедосфера, пергеликовые почвы) не соответствует понятию «криогенные почвы» (синоним – криопедосфера) в определении О. В. Макеева. Он ограничивает криопедосферу (криогенные почвы) почвами, имеющими отрицательную температуру около полугода или промерзающими на всю толщину почвенного профиля. Это обосновывается утверждением, что «чем продолжительнее, глубже промерзание и ниже температура, тем более ощутим эффект криогенеза» (Макеев, 1974, с. 125). Это положение не вполне справедливо. Эффект зависит не только (часто не столько) от длительности, интенсивности и глубины промерзания, но и от частоты фазовых переходов влаги из жидкого состояния в твердое и обратно, а также от интенсивности миграции влаги к фронту промерзания. Этот процесс наиболее активен при температуре около  $-2^{\circ}\text{C}$ . Поэтому нет никаких оснований исключать почвы, промерзающие на небольшую глубину или на короткий срок (менее полугода), из понятия «промерзающие почвы» или «криопедосфера». Кроме того, предлагаемый нами объем понятия «криопедосфера» (промерзающие почвы) в большей степени соответствует определению криосферы в криолитологии (Попов, 1969) в мерзлотоведении (Достовалов, Кудрявцев, 1967), что целесообразно для лучшего взаимопонимания.

Промерзающие почвы принято делить на почвы, под профилем которых залегает или отсутствует горизонт вечной мерзлоты. Этим двум понятиям соответствуют термины «мерзлотные» и «сезонномерзлые» («сезоннопромерзающие») почвы. Наличие довольно существенных разногласий в понимании термина

«мерзлотные почвы» заставляет специально рассмотреть этот вопрос. Существуют три основных толкования термина «мерзлотные почвы»: 1) все почвы в пределах ареала вечной мерзлоты независимо от реального наличия или отсутствия ее в профиле или даже в толще почвообразующих пород (Ногина, 1964); 2) почвы, профиль которых ограничен горизонтом льдистой вечной мерзлоты и несет яркие признаки ее влияния (Соколова, Соколов, 1962), и 3) почвы, у которых горизонт сезонного промерзания смыкается с горизонтом вечной мерзлоты независимо от ее глубины, характера и степени влияния на почвообразование (Еловская, Иванова, Розов, 1969).

При первом подходе понятие «мерзлотные почвы» практически полностью теряет генетический смысл и становится чисто географическим. Для обозначения этого понятия правильнее использовать термин «почвы мерзлотной области». Второй подход несет максимальную генетическую нагрузку, однако термин «мерзлотные почвы» представляется для этого понятия слишком широким и требует конкретизации. Ниже мы еще вернемся к этому вопросу. Третий подход оказался наиболее «жизненным», его и целесообразно сохранить в будущем.

Мерзлотные почвы могут разделяться в зависимости от: 1) степени льдистости вечной мерзлоты, 2) длительности пребывания в талом состоянии, 3) глубины протаивания, 4) типа и частоты фазовых переходов почвенной влаги. Все эти показатели, хотя и взаимосвязаны, тем не менее обладают значительной степенью «внутренней свободы», их взаимосвязь неоднозначна. Поэтому эти разделения целесообразно рассматривать как самостоятельные, не исключающие, а дополняющие друг друга.

В зависимости от степени льдистости горизонта вечной мерзлоты мерзлотные почвы целесообразно делить на: 1) сильно- и среднелльдистые – мерзлотные почвы на льдистой мерзлоте, являющейся водоупором. В зависимости от наличия или отсутствия надмерзлотного переувлажнения они могут быть соответственно гидроморфными или мезоморфными; 2) малолльдистые – мерзлотные почвы на «сухой мерзлоте», не являющейся водоупором. Суть этого предложения, но с использованием менее удачных терминов, ранее рассмотрена достаточно подробно (Соколов, Соколова, 1962; Макеев, 1973).

При разделении мерзлотных почв по глубине оттаивания возможны два принципиально различные подхода: 1) измерение мощности сезонноталого слоя (СТС) в абсолютных величинах (в сантиметрах) и 2) измерение мощности СТС в относительных величинах (глубина мерзлоты по отношению к глубине почвенных го-

ризонтов). Первый подход целесообразен при разделении почв в прикладных целях (сельскохозяйственных, строительных, дорожных и т. п.), второй – при генетических исследованиях. При первом подходе выбор глубин и количество градаций определяются конкретными целями исследований. При генетическом подходе принципиально важно выделить два случая: 1) мощность почвенного профиля равна мощности СТС (собственно мерзлотные почвы) и 2) мощность почвенного профиля меньше мощности СТС (глубокомерзлотные почвы). Степень влияния вечной мерзлоты, ее генетическая роль в этих случаях оказывается принципиально различной.

Понятию сезонномерзлые почвы не вполне соответствуют «холодные почвы» О. В. Макеева (1973, 1977а, б). В холодные почвы О. В. Макеев включает только почвы, промерзающие ежегодно примерно на шесть месяцев или на всю глубину почвенного профиля. О нецелесообразности такого ограничения понятия говорилось выше. Трудно признать удачным сам термин «холодные почвы». С одной стороны, сезонномерзлые почвы могут быть очень теплыми в летние месяцы (почвы степей, пустынь), а, с другой стороны, весьма холодными могут быть и непромерзающие почвы (почвы приатлантической субарктики, многие высокогорные почвы).

Среди всей совокупности промерзающих почв (иными словами, в рамках криопедосферы) необходимо выделить почвы, в профиле которых криогенные признаки выражены особенно ярко. Генетическую сущность таких почв наиболее точно отражает термин «криоморфные почвы». Степень и формы проявления криоморфизма зависят от очень сложного комплекса причин: водно-физических свойств почв и пород, водного режима, частоты ежегодного промерзания и оттаивания, длительности, интенсивности и глубины промерзания и др. Прямой зависимости между степенью криоморфности почв и какой-либо одной из перечисленных причин нет. Криоморфными или некриоморфными могут быть и мерзлотные, и сезонномерзлые почвы. Например, у сезонномерзлых почв Кольского полуострова криогенные признаки могут быть выражены очень ярко, а у мерзлотных почв легкого гранулометрического состава Центральной Якутии (песчаных подзолов, палеоподзолистых почв) они практически отсутствуют или выражены очень слабо и в иных формах. Палеокриоморфные почвы могут быть и непромерзающими в настоящее время. В максимальной степени криоморфны обычно льдисто-мерзлотные гидроморфные почвы, в минимальной – сухомерзлотные ксеро- и мезоморфные.

В качестве синонима термина «криоморфные почвы» в литературе широко используется термин «криогенные почвы». Представляется, что этот термин не столь точно передает суть понятия и от него на данном этапе целесообразно отказаться. Использование подобных терминов (гидрогенные, литогенные, биогенные и тому подобные почвы) подразумевало «ведущую» роль какого-то одного фактора. Это противоречит одному из основных постулатов доучаевского почвоведения: почва – функция пяти основных факторов почвообразования, которые равнозначны. В последнее время подобные термины либо не используются, либо трансформируются (гидрогенные-гидроморфные). Очевидно, что криогенными (гидро-, лито-, биогенными и т. п.) могут быть процессы, признаки, но не почвы. К термину «криогенные почвы» этот тезис относится в максимальной степени – почвы рождаются не благодаря, а вопреки холоду, они живут и развиваются в основном в теплое время, криогенез не столько формирует почвы, сколько осложняет и тормозит почвообразование, деформирует профиль, усиливает роль абиотических процессов в его образовании.

Кроме того, термин «криогенные почвы» понимается в настоящее время неоднозначно. Его используют и в очень широком смысле как синоним термина «криопедосфера» (Макеев, 1973, 1977), и в более узком понимании – как синоним термина «криоморфные почвы».

Термин «криоморфные почвы» не имеет перечисленных выше недостатков, он хорошо соответствует сути обозначаемого им понятия, созвучен таким привычным терминам, как гидроморфные и ксероморфные почвы, не имеет разночтений.

В последнее время все большее внимание уделяется изучению палеокриогенных образований как в современных, так и погребенных почвах. Отсюда вытекает понятие о палеокриоморфных почвах. Палеокриоморфными почвами следует считать такие, в которых имеются признаки криогенных процессов (палеокриогенные свойства), а условия для их развития отсутствуют. Палеокриогенными свойствами могут обладать не только погребенные, но и современные (дневные) почвы, которые унаследовали их от былых эпох (фаз) почвообразования. Очевидно, что понятие «криоморфные почвы» не совпадает ни с промерзающими, ни с мерзлотными почвами. И мерзлотные, и сезонномерзлотные почвы могут не быть криоморфными. Палеокриоморфные почвы могут быть и промерзающими, и непромерзающими.

В решении классификационных вопросов наметились две принципиально различные точки зрения: 1) все перечисленные вы-

ше (или родственные им) понятия могут непосредственно использоваться как самостоятельные таксоны при классифицировании почв; 2) эти понятия не могут использоваться как определенные таксоны почвенных классификаций, иными словами, эти понятия имеют сравнительно-генетический, а не классификационный характер.

Первая точка зрения в наиболее завершенной форме была сформулирована О. В. Макеевым (1974, 1977), который на самых высоких таксономических уровнях предлагает выделять надформацию криогенных и формации мерзлотных и холодных почв. Очевидно, что в качестве критериев в этом случае используются только криогенные процессы и признаки, все остальные почвенные характеристики не учитываются. Тем самым генетическая сущность почв в значительной мере игнорируется. Строго говоря, при таком подходе объект классификации не удовлетворяет определению почвы как самостоятельного естественно-исторического тела, представляющего собой функцию комплекса факторов почвообразования. Не удивительно, что предложение О. В. Макеева оказалось теоретически и практически нереализуемым в рамках действующих в настоящее время почвенных классификаций: реализация этих предложений означала бы, что на высшем таксономическом уровне пришлось бы делить на промерзающие и непромерзающие подзолы, солонцы, солончаки, черноземы, аллювиальные и торфяные почвы и т. п. Среди действующих в мире классификаций нет ни одной, которая могла бы сохраниться после такого «хирургического» вмешательства. Нецелесообразность принятия этих предложений очевидна.

Вторая точка зрения до сих пор специально не формулировалась (хотя и неоднократно реализовалась в виде конкретных предложений). По-видимому, в этом просто не было необходимости. Она достаточно традиционна, основана на общепринятом принципе оценивать классификационное положение почв по всему комплексу их свойств, а не какой-то одной стороне почвообразования. С этих позиций очевидно, что таксономический уровень классификационного выделения промерзающих, мерзлотных, криоморфных и подобных им почв может быть весьма различным в зависимости от степени выраженности криогенных признаков и от их соотношения с остальными свойствами почв. Кроме того, криогенные признаки могут быть весьма разнообразными, часто прямо противоположными друг другу: криоморфизм может выражаться в уплотнении почвенной массы и ее разрыхлении, оструктурировании и обесструктурировании, гомогенизации профиля и его резкой диффе-

ренциации, накоплении определенных веществ и их усиленном выносе и т. п. Наконец, криогенные признаки могут сочетаться практически с любыми другими почвенными признаками.

Таким образом, рассмотренные выше понятия (промерзающие, мерзлотные, криоморфные и тому подобные почвы) не образуют определенного классификационного единства, они могут выделяться на самых разных таксономических уровнях. Эти понятия почвенно-генетические, а не классификационные. Даже криоморфные почвы объединяют не столько общие свойства, сколько общие причины появления самых разных свойств. Основное назначение этих понятий – использование при научных исследованиях географо-генетического характера, унификация научного языка в почвоведении.

Изложенные соображения касаются, конечно, только базовой (фундаментальной) почвенной классификации. В специальных частных и утилитарных классификациях рассмотренные понятия могут выступать и как самостоятельные классификационные таксоны.

Коротко остановимся на положении криофакторов в общей системе иерархии факторов почвообразования. Необходимость такого анализа возникла в связи с появлением представлений о криогенезе (в нашей терминологии – криофакторы) как «субфакторе» почвообразования (Макеев, 1977). Представляется, что криофакторы как единый самостоятельный фактор почвообразования могут рассматриваться только весьма условно и только при специальном изучении криогенных процессов и свойств. С позиций общего почвоведения криофакторы не могут рассматриваться как единое целое. Отрицательная температура воздуха – характеристика климата, явления промерзания, протаивания и пребывания в мерзлом состоянии в настоящее время рассматриваются не как факторы почвообразования, а как почвенные процессы и свойства (что не мешает им находиться в сложных причинно-следственных связях с другими процессами и свойствами). Как самостоятельный фактор обычно рассматривается лишь вечная мерзлота.

Место вечной мерзлоты в общей иерархии факторов, с нашей точки зрения, можно представить следующим образом. Существует пять обязательных докучаевских факторов почвообразования (климат, порода, высшие организмы, рельеф и время), вне действия которых образование почвы как самостоятельного естественно-исторического тела невозможно. Отсутствие любого из этих факторов означает отсутствие почвы. Кроме них могут быть и дру-

гие, дополнительные факторы. Их участие в почвообразовании может быть в определенных условиях весьма существенным, они могут действовать на обширнейших площадях, но их присутствие не обязательно. Отсутствие любого из этих факторов не означает отсутствия почвы, почвообразование может происходить и вне сферы их деятельности. К таким дополнительным (необязательным, локальным) факторам можно отнести современный континентальный литогенез, эрозию, грунтовые воды, гидротермальный метасоматоз, агро- и техногенез; к ним можно отнести и вечную мерзлоту.

### **ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОБЛЕМЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА**

Настоящий раздел посвящен, в первую очередь, вопросам генетического докучаевского почвоведения, которые представляют собой теоретическую базу двух основных научно-прикладных ветвей почвоведения – учения о расширенном воспроизводстве почвенного плодородия и учения об охране почв. Эти направления нацелены на решение двух главнейших глобальных проблем, стоящих сейчас перед человечеством: проблемы продовольствия и проблемы охраны окружающей среды. Очевидно, что почвоведение должно гармонично сочетать все направления, так как отставание любого из них неизбежно тормозит и развитие, и возможность использования достижений других. Исключительное разнообразие и специфичность почв и почвенного покрова Сибири и Дальнего Востока требуют, в первую очередь, нестандартного, нешаблонного подхода к решению практических задач. Перенесение рекомендаций, проверенных для иных условий, часто наталкивается на их неприменимость. Это особенно относится к территориям, экологическая и почвенная специфичность которых максимальна.

Для области криоаридного почвообразования первоначально обеспечение растений влагой и улучшение теплового режима почв. Проблема крайне сложная, так как орошение в этих условиях часто приводит к «ужесточению» мерзлотных условий. Для почв на гляциопедолитах необходима разработка приемов предотвращения катастрофических явлений термокарста. Для районов современного вулканизма и широкого распространения основных пород, где обилие в почвах аморфных соединений железа и алюминия способствует необратимой ретроградации фосфора удобрений, крайне актуальна проблема фосфоритования почв. Целый ряд специфических особенностей почвенного покрова имеет более общий

характер: маломощность почв и необходимость максимального сохранения органогенных горизонтов при освоении лесных почв, тепловая мелиорация во всех ее аспектах, повышенная требовательность растений к минеральному питанию на холодных почвах и т. д.

Особенно остро стоит для Заенисейской Сибири проблема охраны почв. Она усугубляется, с одной стороны, легкой ранимостью здешних почв и ландшафтов и медленностью процесса их восстановления, а с другой стороны, интенсивностью техногенного пресса, которому подвергаются в последнее время эти ландшафты. Для горных условий эффект нарушений нередко нарастает лавинообразно, здесь любые нарушения на склонах немедленно сказываются на почвах долин. Для многих районов нарушения носят комплексный разносторонний характер, одновременно действует и водная, и ветровая, и криогенная эрозия, усиленная агро- или техногенным воздействием (например, юг Западной Сибири, степные котловины Средней Сибири). Необходимы комплексные системы охраны почв, системы, имеющие строго региональный характер и ориентированные на конкретные экологические условия и условия ведения промышленного и сельского хозяйства.

Важнейшая теоретическая и практическая проблема в настоящее время – изучение антропогенного почвообразования под влиянием агро- и техногенеза. Теоретический задел по этой проблеме оказался явно недостаточным. Запросы практически опередили научные разработки. Это имело самые тяжелые негативные последствия: переосушение гидроморфных почв, слитизация орошаемых черноземов, переуплотнение почв тяжелыми орудиями и т. п. Необходимость резкого усиления исследований в области изучения антропогенной эволюции почв очевидна.

Для большей части территории Восточной Сибири и Дальнего Востока эта проблема особенно злободневна в связи с повышенной уязвимостью почвенного покрова и высокой интенсивностью самых разнообразных техногенных воздействий. На очереди также разработка единой общей теории естественного и антропогенного почвообразования, в том числе разработка единой классификации естественных и антропогенных почв. Отсутствие такой классификации в настоящее время существенно тормозит и осложняет как практические, так и теоретические работы в области почвоведения.

Один из быстро развивающихся разделов по изучению антропогенного почвообразования в Сибирском регионе – работы по рекультивации почв. Этот регион является одной из наиболее ак-

тивных «точек роста» данного направления. Подчеркнем, что в работах сибирских почвоведов проблема рекультивации почв всегда ставилась не только как злободневная практическая задача, но и как важнейшая общетеоретическая проблема. И в этом отношении уже имеются весомые результаты: показано, что многие породы обладают плодородием, и плодородие не может рассматриваться как специфическое почвенное свойство, определены скорости формирования ряда почвенных признаков и др. Необходимо дальнейшее усиление работ по рекультивации почв и почвенного покрова.

Существенно обновившимся за последние годы знаниями о почвенном покрове Сибири и Дальнего Востока не отвечает существующий уровень картографического их обобщения. Одной из актуальных научных и практических задач является публикация новых картографических материалов, отражающих современные географо-генетические представления. Эти материалы должны стать теоретической базой для выработки стратегии рационального использования почвенного покрова.

Проблема рационального использования почвенного покрова Сибири и Дальнего Востока требует самого пристального внимания. Напомним основные ключевые моменты этой проблемы.

На обширных пространствах азиатской части страны крайне мало пахотнопригодных почв. Если в среднем в бывшем Союзе их доля в почвенном покрове составляла около 10%, то за Уралом их уже менее 5%, на территории Дальневосточного экономического района около 0,5%, а в Магаданской области – 0,03%. Поэтому проблема максимально эффективного использования почвенных ресурсов в сельском хозяйстве при их бережной охране здесь приобретает самое первостепенное значение.

В северных и восточных регионах положение осложняется тем, что основным, нередко практически единственным фондом сельскохозяйственных земель являются пойменные почвы. А именно эти почвы в первую очередь подвергаются техногенным нарушениям при добыче золота, различного рода строительстве и затоплению при возведении плотин ГЭС.

Почвенное разнообразие используемого в сельском хозяйстве фонда земель исключительно велико. Пестрота условий почвообразования столь значительна, что в пределах одного хозяйства контрастность почвенного покрова может оказаться вполне сопоставимой с межзональной контрастностью почв европейской части страны. Это делает совершенно обязательным самый внимательный учет конкретных почвенных условий в сельскохозяйственной практике.

Во многих случаях пахотные почвы представлены малоизученными разностями. Это особенно относится к районам нового промышленного освоения. Выбор участков для очагового освоения и способ их освоения и эксплуатации в большинстве случаев требуют специального изучения и не терпят шаблона.

Необходимость оперативно и рационально решать эту проблему делает перспективным использование дистанционных методов при их рациональном сочетании с наземными маршрутами и ключевыми исследованиями. Научной основой отбора земель должен быть ландшафтный принцип картографирования структуры почвенного покрова, основанный на сравнительно-экологическом методе дешифрирования различных природно-территориальных комплексов.

В большинстве районов, и не только в горах или в зоне тундры, почвы и почвенный покров подвержены весьма разнообразным механизмам естественной денудации, которые обычно резко усиливают свое воздействие при сочетании с техногенными нарушениями. Денудации способствуют такие факторы, как засушливость весенне-летнего периода (развитие дефляции), ливневый характер выпадения осадков в летне-осеннее время (развитие эрозии), преобладание расчлененного рельефа, активность криогенных явлений (солифлюкция, криотурбация, термокаст и т. п.), катастрофический характер паводков, лесных пожаров и др.

В почвенном покрове крайне редки высокоплодородные почвы. В большинстве случаев приходится сталкиваться в комплексе факторов, лимитирующих почвенное плодородие: наличие мерзлоты, временное или постоянное избыточное увлажнение, неблагоприятный гранулометрический состав (пески, глины, щебнистые отложения и т. п.), активная ретроградация фосфатов, краткость периода активных температур и безморозного периода, повышенная кислотность или щелочность, засоленность, засухи весной и затяжные или проливные дожди в период уборки урожая и т. п.

Все эти обстоятельства позволяют утверждать, что для условий Восточной Сибири и Дальнего Востока особенно актуальны проблемы рационального природопользования, которые приобрели в настоящее время не только государственное, но и глобальное значение. В первую очередь, необходима самая тщательная экологизация всех проектов природопользования с учетом не только сиюминутной ситуации и конъюнктурных соображений, но и всех возможных в будущем последствий. А это значит – исчерпывающее знание природных условий. Применительно к почвенным ресурсам

– знание реально существующих почв, их свойств, их жизни и всех возможных изменений при хозяйственном освоении.

Подчеркнем некоторые наиболее важные аспекты повышения плодородия почв регионального характера. Житницей Дальнего Востока являются равнины Приамурья и Приморья. Здесь сосредоточены более 90% площади пахотных земель ДВЭР\*. Резервы земельных ресурсов в этих регионах практически исчерпаны. Освоение новых земель возможно только за счет различного рода неудобий, в первую очередь, заболоченных территорий. Одной из наиболее актуальных проблем для большинства пахотных почв является улучшение их водно-физических свойств и водного режима. Тяжелый гранулометрический состав почв, водоупорный характер нижних горизонтов в сочетании с контрастным атмосферным увлажнением способствуют возникновению как дефицита, так и особенно избытка влаги. Без осушительных мелиораций и мероприятий по регулированию водного режима существенное повышение урожаев, а нередко и вообще хозяйственное освоение, на этих почвах невозможно. Обычный дренаж в этих условиях не эффективен. Только «рисовый тип» мелиоративных систем с их густой осушительно-оросительной сетью и тщательной нивелировкой поверхности позволяет поддерживать водный режим в соответствии с требованиями возделываемой культуры.

В основу мелиорации почв Дальнего Востока должен быть положен принцип оперативного регулирования водно-воздушного режима корнеобитаемого слоя.

Поверхностная заболоченность не только создает неблагоприятный водно-воздушный режим. В поверхностно-глеевых почвах при переувлажнении в закисной обстановке образуется большое количество вредных для растений восстановленных соединений железа и марганца. В сухие периоды эти элементы концентрируются в конкрециях, которые могут составлять до 20% массы почвы. Верхний горизонт отбеливается, ухудшаются его физические свойства, теряется структура. В конкрециях происходит необратимая фиксация фосфатов (в том числе фосфатов внесенных удобрений) в недоступной для растений форме. Более 80% пахотных почв нуждаются в улучшении их фосфатного режима. Это возможно только на основе создания глубокого окультуренного пахотного слоя, что достигается систематическим внесением органических и минеральных удобрений и извести с постепенным углублением. Окультуренный пахотный слой способен поглотить до 180–200 мм

---

\* ДВЭР – Дальневосточный экономический регион, включающий Якутию, Магаданскую обл., Хабаровский и Приморский края.

осадков, а во время засухи ослабить потери влаги. На окультуренных таким образом почвах возможно стабильное получение высоких урожаев. Перспективна также гребневая культура пропашных.

Высокая эффективность минеральных удобрений может быть достигнута только за счет их грамотного внесения в правильно сбалансированных соотношениях и обязательно на фоне регулярного известкования. В настоящее время длительная эксплуатация почв без известкования привела к практически повсеместному повышению кислотности почв, даже почв с исходно нейтральной реакций. В известковании нуждается около 65% площади пахотных почв. В Амурской области, где пашни сосредоточены на сравнительно плодородных лугово-черноземных, бурых и пойменных почвах, более 70% пахотных почв характеризует сильнокислой и кислой реакцией.

Огромное значение для повышения продуктивности почв имеет в настоящее время весь комплекс социально-экономических факторов и человеческий фактор в самом широком смысле этого понятия. Для иллюстрации сравним условия сельского хозяйства и его эффективность в Амурской и Магаданской областях. Амурская область имеет наиболее благоприятные агроклиматические и почвенные условия, но урожайность зерновых (среднее за 1980–1985 гг.) менее 10 ц/га, картофеля – менее 65 ц/га, овощей – менее 90 ц/га. Магаданская область характеризуется крайне неблагоприятными условиями для земледелия, но урожайность зерновых (средняя) – более 12 ц/га, картофеля – более 100 ц/га, овощей – более 200 ц/га. Магаданская область обеспечена по сравнению с Амурской удобрениями в 5 раз лучше, техникой – в 6 раз и людскими ресурсами – в 10. А ведь именно Амурская область должна стать (и была в прошлом) житницей края. Резервы повышения продуктивности сельского хозяйства здесь огромны. И искать их нужно как в природных, так и в социально-экономических ресурсах. В значительной мере сказанное относится ко всем регионам юга Дальнего Востока.

В горных ландшафтах юга Восточной Сибири земледелие сосредоточено в межгорных котловинах и речных долинах (Хакасия, Тува, Бурятия). Здесь основной фон почвенного покрова сельскохозяйственных земель составляют лесостепные и степные почвы. Этим почвам в целом присущи малая мощность гумусового горизонта, легкий гранулометрический состав, скелетность и малогумусность. В результате неверной технологии использования почвенного покрова в горных котловинах почвы в значительной степени подвержены эрозии (более 60%). Причем в последние десяти-

летия разрушение почв сильно прогрессирует. Так, в 1963 г. в Бурятии было 175 тыс. га эродированных земель, в 1973 г. площадь их утроилась, а в 1985 г., по данным Востгипрозема, ветровой и водной эрозии было подвержено 50,4% папши (513 тыс. га) и 14,1% почв сенокосов пастбищ (234 тыс. га), имелось более 100 тыс. га подвижных песков. Часто урожай зерновых культур на сильноэродированных почвах в горных котловинах не намного превышает норму высева. С каждым годом растет и процент деградированных пастбищ в связи с развитием эрозии и других негативных последствий чрезмерной нагрузки на почвы от выпаса скота (особенно овец). Следует помнить, что большинство эродированных почв Бурятии находится в бассейне р. Селенги, которая является одной из основных рек, питающих оз. Байкал. Следовательно, защита почв от эрозии – это и защита уникального озера Байкал от загрязнения.

Возможны два варианта защиты почв от дальнейшего разрушения и одновременного повышения их плодородия: а) разработка противозрозионной агротехнологии и интенсивного внесения органических удобрений или б) временное выведение средне- и сильноэродированных земель из сельскохозяйственного производства и залужение их по особой агротехнологии с последующим использованием в качестве сенокосов и пастбищ. Второй вариант наиболее оптимальный для сухостепных районов горных котловин.

Главным направлением в изучении почв и почвенного покрова является вечная глобальная проблема их рационального использования. Ее решение возможно только на основе учета, системного подхода и непротиворечия двух основных аспектов: расширенного воспроизводства почвенного плодородия и охраны почвенного покрова от всех видов нарушения и загрязнения. Теоретическим фундаментом решения этих вопросов остается докучаевское генетическое почвоведение. Его главный принцип – решение хозяйственных задач на основе знания законов образования, распространения и жизни почв – остается незыблемым.

## О ПОЧВООБРАЗОВАНИИ В ЛЕДНИКОВО-ПЕРИГЛЯЦИАЛЬНЫХ ОБЛАСТЯХ

---

### ЗАГАДОЧНЫЕ ФЕНОМЕНЫ И ПРОБЛЕМЫ ИХ ГЕНЕЗИСА

Большинство почв ледниковых и перигляциальных областей имеет позднеледникового или более молодой возраст и полигенетично. Это обусловлено тем, что конец эпохи великого материкового оледенения ознаменовался бурной активизацией процессов литогенеза (разливы ледниковых вод, эоловый перенос, солифлюкция, криолитогенез, ледниковая экзарация и транспорт материала и т. п.). Поэтому все более древние поверхности и сформировавшиеся на них почвы были или разрушены, или погребены под слоем более молодых отложений. Сами отложения при этом неоднократно перерабатывались почвенными процессами в периоды относительного покоя. Часто в их составе обнаруживаются сохранившиеся в той или иной степени педореликты: от микропедореликтов до погребенных почвенных профилей, горизонтов или их фрагментов.

Голоцен был периодом относительного литологического покоя, но достаточно принципиальных перестроек ландшафтной оболочки: от криоаридных тундрово-степных условий раннего голоцена до лесных бореально-гумидных среднего и позднего голоцена (Величко, 1973; Хотинский, 1974 и др.).

Очевидно, что правильная и полная генетическая интерпретация современных почв этих областей возможна только с позиций эволюционно-исторического подхода. Вся наблюдаемая совокупность почвенных свойств должна быть разделена на свойства, унаследованные от исходных почвообразующих пород (литогенные), и свойства, возникшие в результате почвообразования (педогенные). Педогенные свойства разделяются на реликтовые, возникшие на предыдущих этапах почвообразования при былом сочетании факторов, и современные, соответствующие наблюдаемым природным условиям («почва-память» и «почва-отражение»). При этом реликтовые свойства необходимо понять и в их хронологической последовательности и учесть изменения, ко-

торые в них произошли при последующих изменениях природной обстановки, а современные разделить на активные, формирующиеся в настоящее время протекающими процессами, и пассивные, сформированные на ранних стадиях последнего этапа аутоэволюции и в настоящее время находящиеся в стадии относительного климакса. Понять генезис почв невозможно без понимания генезиса почвообразующих пород и выделения в наблюдаемом спектре почвенных свойств тех, которые имеют литогенный характер, т. е. унаследованы от почвообразующих пород.

В истории формирования чехла поверхностных отложений, служащих почвообразующими породами, наиболее сложной и дискуссионной проблемой, безусловно, является загадка происхождения «покровных суглинков». Этот объект обладает столь парадоксальным комплексом свойств, что до сих пор не только не удалось создать более или менее общепринятой теории генезиса покровных суглинков, но не существует и единого мнения об определении самого понятия «покровные суглинки», о параметрах, диагностирующих этот загадочный природный феномен (Бутузова, 1964; Рухина, 1973 и др.).

С этим геологическим парадоксом тесно связан не менее интересный парадокс из области почвоведения: именно на покровных суглинках формируются текстурно-дифференцированные почвы: подзолистые, дерново-подзолистые, псевдоподзолистые, буроземно-подзолистые, болотно-подзолистые, подбелы, серые лесные, палево-подзолистые и др. ТДП имеют одно общее свойство – профиль, в котором выделяются относительно облегченный по гранулометрическому составу и в той или иной степени осветленный горизонт (A<sub>2</sub>, A<sub>1</sub>A<sub>2</sub>, A<sub>2g</sub> и др.) и нижний горизонт, более тяжелый с преобладанием в окраске бурых тонов (Bt). Проблема происхождения «двухэтажного» строения ТПД – до сих пор одна из наиболее дискуссионных в почвоведении. Обсуждению генезиса этих двух природных феноменов и посвящен данный раздел. Предлагаемую концепцию мы рассматриваем одновременно как рабочую гипотезу для дальнейших исследований.

## ПОКРОВНЫЕ ПЛАЩЕОБРАЗНЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ

И оригинальные, и литературные материалы свидетельствуют о том, что «покровные суглинки» как объект достаточно четко ограниченный выделить невозможно. В природе существует целый спектр отложений, образующих очень постепенные переходы

между покровными суглинками и всеми остальными поверхностными отложениями: моренными, флювиальными, эоловыми и др. Это заставило нас (Соколов, 1986) расширить представление об объекте и говорить о покровных плащеобразных отложениях (ППО). Коротко напомним основные характеристики плащеобразных покровных отложений.

1. Покровные плащеобразные отложения могут иметь самый различный литологический состав: от безвалунных карбонатных пылеватых суглинков и глин до бескарбонатных пылевато-суглинистых (реже глинистых) и/или опесчаненных отложений, в том числе заметно завалуненных. В толще отложений, в том числе и пылеватых лёссовидных, могут быть линзы и прослойки песка, обычно в той или иной степени заметна слабая слоистость, нередко погребенные гумусовые горизонты или их фрагменты.

2. Залегание покровных плащеобразных отложений имеет локально покровный характер. Каждый конкретный плащ имеет довольно ясные пространственные границы, которые не обязательно совпадают с границами в современном рельефе (хотя последнее обычно имеет место). В плаще покровных отложений возможны «окна», образование которых не связано со смывом покровных отложений. Покровные отложения в «окнах» не откладывались. Обычно это вершины холмов. Рядом на холме такой же высоты и формы мощность покровных отложений может оказаться максимальной.

3. В пределах конкретного плаща часто можно проследить серию фациальных пространственных замещений: от центра плаща к его периферии отложения становятся более грубыми, характер их залегания менее упорядоченным. На всем протяжении плаща сохраняется верхний облегченный нанос, варьирование его свойств по сравнению с остальными горизонтами минимально.

4. Переход от одного плаща к другому, например, от безвалунного к валунному, а также к другим отложениям ледниковой формации может происходить путем плавных фациальных замещений.

5. Всем суглинистым покровным отложениям от лёссовидных бесщепнистых до валунных свойствен общий характер зависимости их литологии от удаленности от центров разноса материала ледником, своя «породная география». Объяснения этой географии с биоклиматических позиций без учета известных геологических закономерностей вряд ли правомерны. Все суглинистые покровные отложения обладают сходством основных черт минералогического спектра.

6. ППО могут залегать на практически любых доголоценовых элементах рельефа и на любых подстилающих породах, переход к ним может быть как резким, так и постепенным.

Очевидно, генезис столь сложного объекта вряд ли можно объяснить какой-либо одной «простой» гипотезой. Во всяком случае, до сих пор это не удалось.

Очень коротко напомним те трудности, с которыми сталкиваются существующие в настоящее время гипотезы. Для этого анализа объединим все эти гипотезы в пять групп: 1) флювиальные потоковые, 2) озерно-ледниковые, 3) делювиально-солифлюкционные, 4) золовая, 5) выветривания (табл. 10).

Таблица 10

**Генезис плащеобразных покровных отложений: факты и гипотезы**

| Факты,<br>которые требуют объяснения                                                | Гипотезы |    |     |    |   |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------|----|-----|----|---|----|
|                                                                                     | I        | II | III | IV | V | VI |
| Плащеобразный покровный характер залегания                                          | —        | +  | —   | +  | + | +  |
| Возможность как резкого, так и постепенного контакта с подстилающей породой         | +        | 0  | +   | 0  | — | +  |
| Локальность, «индивидуальность» плащей, наличие в них разрывов, «окош»              | 0        | 0  | +   | —  | — | +  |
| Распространение как внутри, так и вне области последнего обеденения                 | +        | —  | 0   | +  | + | +  |
| Максимальная мощность на водораздельных территориях (десятки метров)                | —        | —  | —   | 0  | — | +  |
| Возможность фациального замещения ледниковыми, флювиальными и золовыми породами     | —        | —  | —   | —  | — | +  |
| Возможность включения щебня, опесчаненных линз, погребенных гумусовых горизонтов    | +        | —  | +   | —  | — | +  |
| Наличие или отсутствие микро- и макрослоистости                                     | +        | +  | +   | +  | — | +  |
| Наличие палеокриоморфных признаков (криотурбации, псевдоморфозы, структура и т. п.) | 0        | 0  | +   | 0  | 0 | +  |
| Отсутствие существенных признаков выветривания (постглитогенного, почвенного)       | 0        | 0  | 0   | 0  | — | 0  |
| Широкое распространение в ареале ППО песчаных и щебнистых пород (невыветрелых)      | 0        | 0  | 0   | 0  | — | 0  |

**П р и м е ч а н и е:** Здесь и далее: I — флювиальные потоковые гипотезы (аллювиальные, флювиогляциальные); II — озерно-ледниковая гипотеза; III — делювиально-солифлюкционная гипотеза; IV — золовая гипотеза; V — гипотеза выветривания, VI — гипотеза таяния ледово-минеральных толщ и/или гляциопедолитов; + — факт соответствует гипотезе; — — факт не соответствует гипотезе; 0 — факт по отношению к гипотезе нейтрален.

Флювиальные потоковые гипотезы (аллювиальные, флювиогляциальные и др.), по-видимому, имеют минимальные шансы.

Они не в состоянии объяснить большинство принципиальных особенностей плащеобразных покровных отложений и прежде всего — сам плащеобразный характер их залегания. В рамках этих гипотез не находят объяснения и такие факты, как отсутствие ясной горизонтальной слоистости, большая (часто максимальная) мощность на водоразделах, включение фрагментов почвенных горизонтов, локальность и индивидуальность плащей и др.

Озерно-ледниковые гипотезы хорошо объясняют плащеобразный характер залегания ППО. Но озерному происхождению этих пород противоречит наличие в их составе грубых примесей и фрагментов бывших почвенных гумусовых горизонтов. Эта гипотеза не объясняет плавные фациальные замещения ППО моренами и лёссами, а также фациальные замещения щебнистых суглинков лёссовидными в пределах одного плаща ППО.

Все гипотезы, в основе которых лежат различные механизмы течения грунта (крип, солифлюкция) или его местного водного переотложения (делювий), рассматривать не имеет смысла, так как речь идет о плащеобразно залегающих породах, а все эти механизмы имеет смысл обсуждать только тогда, когда речь идет о склоновых наносах. Нам же нужно понять происхождение пород, которые принципиально не меняя своих свойств, лежат плащом на всех элементах рельефа, в том числе и на водоразделах.

Эоловая гипотеза хорошо объясняет два принципиально важных свойства обсуждаемого феномена: плащеобразность залегания и пылеватый состав мелкоземистой фракции. Но эта гипотеза не в состоянии объяснить ни включение крупнозема, ни отсутствие макропедореликтов, ни возможность постепенного перехода к подстилающим породам, ни наличие фациальных замещений.

Гипотеза выветривания в какой-то мере могла бы объяснить плащеобразность покрова, пылеватость и возможность постепенного перехода к подстилающей породе, но целый ряд фактов не позволяет признать дееспособность этой гипотезы: а) сами отложения имеют сравнительно слабые признаки выветривания; б) они могут резко контактировать с подстилающей породой; в) их состав может не зависеть от подстилающих пород; г) в том же географическом ареале широко распространены близкие по возрасту отложения принципиально иного состава; д) мощность ППО на водоразделах может достигать первых десятков метров.

Мы попытались предложить для объяснения генезиса ППО сложную «синтетическую» концепцию (Соколов, 1986). По-видимому, все фрагменты этой концепции в той или иной форме и

степени ранее уже разрабатывались. Основные положения этой концепции таковы:

1. ППО образовались при таянии различных, часто сложно организованных и полигенетичных, ледово-минеральных толщ (ЛМТ); вытаивание льдов сопровождалось проектированием минеральных компонентов на подстилающую поверхность, что объясняет плащеобразный покровный характер залегания.

2. Типы ЛМТ существенно различались как по соотношению ледового и минерального компонентов, так и по происхождению: активные льды, наледи, фирн, сублимационный лед, ледяные синлитогенные жилы и др.; минеральный материал, захваченный при движении ледника, разнос материала тальми водами по ледниковой поверхности, золовый привнос на поверхность ЛМТ и др.

3. Как в пределах области оледенения, так и за ее пределами, как на поверхности активных и/или пассивных льдов, так и на поверхности, образованной различными минеральными грунтами, формировались и были широко распространены гляциопедолиты (почвенно-лессово-ледовые толщи), образованные сингенетичными процессами золового отложения лессовой пыли, различными, в том числе криогенными, процессами ее переотложения (обычно локального), сублимационного сингенетичного образования льдов и почвообразования. Мощность гляциопедолитов могла колебаться в очень широких пределах: от дециметров до десятков метров. В очень широких пределах колебалось соотношение ледового и лессового компонентов. На поверхности были развиты почвенный и растительный покровы, в минеральной толще были погребенные почвы. Ближайшим аналогом бывших гляциопедолитов являются, по-видимому, так называемые «едомы», широко распространенные в настоящее время на равнинах Северо-Востока Евразии.

4. Таяние ЛМТ и/или гляциопедолитов сопровождалось проектированием минерального материала на подстилающую поверхность и преотложением этого материала различными агентами: тальми водами, солифлюкцией, криогенными процессами и др. Степень этого переотложения была очень разной. Она в значительной мере зависела от льдистости ЛМТ. При высокой льдистости минеральный материал мог полностью уноситься и ППО в таких случаях не образовывались. При малой льдистости (ледово-лессовые едомы, залегающие на минеральном основании) нарушения были минимальны. Сохранялись без существенного переотложения даже бывшие гумусовые горизонты. По-видимому, именно в этом случае возраст почв максимален. Такова природа почв боль-

шинства оползий, серых лесных и оподзоленных черноземных почв на лёссовидных суглинках.

Различное происхождение ледового и минерального компонентов в ЛМТ, их различное соотношение, различия в механизмах и интенсивности процессов переотложения материала и обусловили весь сложный литологический спектр ППО и постепенность их перехода к породам иного генезиса: моренным, аллювиальным, эоловым и др. Среди всех пород ледниковой и перигляциальной формации ППО и почвы на них могут рассматриваться как наиболее старые, сложные, полигенетичные. Представляется, что предложенная концепция достаточно удовлетворительно объясняет то парадоксальное сочетание характеристик ППО, которое трудно объяснить каким-то одним механизмом.

Гипотеза о принципиальной роли субэразального эолового перераспределения материала в генезисе плащеобразных покровных отложений делает уместным предположение, что почвоведцами вообще недооценивается роль эолового переноса материала, а эта проблема носит, по-видимому, глобальный характер и актуальна (причем не только в палеогеографическом аспекте) для многих регионов.

*Субэразальные эоловые плащеобразные покровные отложения* господствуют в современных аридных секторах большинства термических поясов, в регионах, примыкающих к Тихоокеанскому вулканическому кольцу и другим районам активного вулканизма, в ледниковых и перигляциальных областях. Происхождение этих отложений связано с эоловым разносом материала развееваемых площадей или вулканической пыли, песка и плака. О масштабах этого явления можно судить по ряду известных фактов. На всей территории Камчатки почвы сформированы в толще голоценовых вулканических пеплов. Вулканическим пеплом образованы верхние горизонты почв не только прибрежных, но и внутренних районов материковой части Приохотоморья. Вулканический пепел обнаружен в виде достаточно мощного плаща на коралловых островах Тихого океана, удаленных на сотни километров от действующих вулканов. Тонкая вулканическая пыль мощных взрывов разносится по всему земному шару. Эоловые лёссы поднимаются высоко в горы в аридных областях, достигая в ряде случаев нивальной зоны. Нередко древний плащ эоловых отложений обнаруживается далеко за пределами аридных территорий (Шуфанское плато на Дальнем Востоке, приенисейская часть Средне-Сибирского плоскогорья и др.). Материал, разносимый ветрами из африканских пустынь, обнаружен на тихоокеанских островах вблизи Австралии. По-видимому,

для большинства территорий характерно (при отсутствии активных эрозионных процессов) наличие тех или иных количеств эолового материала.

Целесообразно обратить внимание на то, что недооценка этого явления в настоящее время нередко приводит к возникновению ошибочных представлений о высоких темпах (и направлении) процессов выветривания. В частности, в качестве элювиальных почв в горах, по-видимому, нередко рассматриваются почвы на эоловых отложениях (коричневые почвы и др.).

Именно на плащеобразных покровных отложениях формируются в ледниково-перигляциальных областях текстурно-дифференцированные почвы.

### ТЕКСТУРНО-ДИФФЕРЕНЦИРОВАННЫЕ ПОЧВЫ

Почвы с текстурно-дифференцированным профилем (ТДП) широко распространены на земном шаре. Основой для большинства классификационно-терминологических решений служила и служит гипотеза о почвенном генезисе ТДП. Используются термины подзолистые лессивированные, псевдоподзолистые, псевдоглеевые и другие почвы. В большинстве современных отечественных классификаций эти почвы объединяются в тип подзолистых почв. Напомним, что Al-Fe-гумусовые подзолы (подзолистые иллювиально-алюмо-гумусово-железистые) в настоящее время выделены в самостоятельный тип. Они не имеют ТДП и в данном разделе не рассматриваются.

Дискуссия по поводу того, как образовался ТДП суглинистых подзолистых почв, возникла в начале текущего столетия и с тех пор, не затухая, продолжается до настоящего времени. Как это ни парадоксально, но появление новых материалов, весьма обширных и полученных самыми современными методами, не только не уменьшает остроту дискуссии, но, напротив, все более обостряет ее. Не претендуя на полноту освещения вопроса, напомним основные моменты этой дискуссии.

Все ее участники до самого последнего времени исходили из предпосылки, что исходно почвообразующие породы были однородными по гранулометрическому составу и их текстурная дифференциация на обедненный илом горизонт A<sub>2</sub> и обогащенный илом горизонт B<sub>t</sub> возникла в результате почвообразования. Исходная однородность пород чаще всего рассматривалась как очевидность и специально не обсуждалась. Когда же этот вопрос привлекал

внимание исследователей, однородность почвообразующих пород обосновывалась только отсутствием видимых литологических перерывов и однородностью в содержании и минералогическом составе крупных фракций.

Методология изучения генезиса почв с ТДП базируется на сравнении состава и свойств почвенных горизонтов между собой и с малоизмененной породой из нижней части профиля. Большинство специальных работ по этой дискуссионной проблеме строится по принципу тщательного визуального и аналитического изучения специально подобранных «типичных» разрезов на всех уровнях их структурной организации с попыткой дать количественную оценку степени почвенного преобразования пород вплоть до баланса веществ при почвообразовании. Используются и обобщения массовых материалов по типичным разрезам статистическими методами. В меньшей степени используются материалы, полученные на основе специального использования сравнительно-экологического метода.

Практически все участники дискуссии сходятся в том, что дифференциация профиля происходит или происходила в условиях, аналогичных или близких современным, и что для возникновения текстурно-дифференцированного профиля необходимо сочетание следующих условий: гумидный климат, таежно-лесная растительность и промывной тип водного режима.

Принципиальные разногласия начинаются при обсуждении возможного механизма дифференциации. Конкурируют две основные гипотезы: гипотеза лессиважа и гипотеза кислотного гидролиза\*. Была предложена еще элювиально-глеевая гипотеза, но ее обсуждение в данном контексте не представляет интереса, так как при объяснении самого механизма обезыливания она прибегает либо к гипотезе лессиважа, который называется также декольматацией (псевдооподзоливание), либо к гипотезе кислотного гидролиза.

Наличие большого количества сводных работ и литературных обзоров по данной проблеме позволяет не рассматривать историю прошедшей дискуссии, но некоторые обстоятельства подчеркнуть будет интересно. Ни представления о том, что ТДП был сформирован процессами лессиважа, ни противоположная точка зрения о первостепенной роли кислотного гидролиза никогда не были подтверждены прямыми, убедительными аргументами. Вместе с тем сторонники концепции лессиважа привели убедительные

---

\* Кислотный гидролиз глинистых минералов часто называют «истинным оподзоливанием». Такое использование термина породило много классификационно-номенклатурных и генетических недоразумений.

аргументы несостоятельности гипотезы гидролиза, а сторонники гипотезы гидролиза не менее убедительно опровергли гипотезу лессиважа. Но поскольку и те, и другие исходили из убежденности в почвенном (а не литогенном) происхождении ТДП, выводы делались в трех основных формах:

1) лессиваж не мог сформировать ТДП, значит это сделал гидролиз;

2) гидролиз не мог сформировать ТДП, значит это сделал лессиваж;

3) ни гидролиз, ни лессиваж не могли сформировать ТДП, значит они это сделали вместе.

Этот вопрос настолько проблематичен, что если еще недавно сторонники различных взглядов употребляли применительно к текстурно-дифференцированным почвам термины, соответствующие определенным генетическим представлениям (подзолистые, лессивированные, псевдоподзолистые и др.), то в последнее время все чаще используются генетически нейтральные термины (текстурно-дифференцированные почвы).

Теоретически возможные объяснения причин возникновения ТДП ограничиваются, по-видимому, двумя: обеднением исходно однородной толщи почвенными процессами (лессиважем, или гидролизом) и/или исходной литологической неоднородностью почвообразующих пород.

Результатом наших исследований (полевых, экспериментальных, литературных) стал вывод, что независимо от того, какую роль играли почвенные процессы обезыливания верхних горизонтов, текстурная дифференциация уже существовала до начала почвообразования, почвенные процессы преобразовывали породу исходно двучленного строения. Напомним, что в контексте данной проблемы двучленными породами или двучленами принято называть отложения, верхний горизонт которых мощностью около 30–60 см имеет более легкий гранулометрический состав, чем нижележащие горизонты.

Сам факт существования и широкого распространения двучленов, литогенная природа которых очевидна и не вызывает сомнений, общеизвестен. Географический ареал двучленов совпадает с ареалом текстурно-дифференцированных почв. Эти факты не носят дискуссионного характера. Предметом дискуссии являются два вопроса: а) существуют ли в ледниково-перигляциальных областях текстурно-дифференцированные почвы, сформированные на исходно однородных породах, и б) насколько почвенные процессы преобразовали исходный гранулометрический состав дву-

членных почвообразующих пород. Очевидно, что эти вопросы можно рассматривать как две стороны одной проблемы: роль почвообразования в текстурной дифференциации почв ледниково-перигляциальных областей.

Обсуждение вопроса об исходной двучленности или однородности пород требует предварительной договоренности о критериях, которые могут использоваться для принятия того или иного решения. Обсуждению таких критериев до сих пор не уделялось должного внимания. Даже в специальных работах, посвященных почвам на двучленных породах, и в руководствах по почвенным исследованиям, в которых особо подчеркивается необходимость правильного выделения литологических слоев, критерии этого выделения или не предлагаются, или обсуждается ограниченный их набор. Специальные полевые исследования и изучение литературных материалов (Апарин, 1975; Марченко, Варфоломеев, 1973; Обручев, 1932 и др.) позволяют считать, что для установления исходной литологической двучленности пород должна использоваться система критериев различной сложности и надежности и соответствующая им система полевых и лабораторных методов. В самой общей форме можно сказать, что о наличии исходной литологической двучленности можно судить а) по «поведению» слоев или горизонтов в пространстве (критерий обязательный и достаточный, т. е. решающий) и б) по различию верхнего и нижнего слоев или горизонтов по таким характеристикам вещественного состава, которые в принципе не могут быть результатом почвообразования (критерий достаточный, но необязательный, т. е. дополнительный). Обсудим эти критерии более подробно.

*Поведение горизонта в пространстве.* Свидетельством исходной литологической двучленности могут быть: а) существенное изменение мощности верхнего горизонта на небольших расстояниях, которое нельзя объяснить различиями в интенсивности почвенных процессов и/или переотложением материала ранее сформированного почвенного горизонта; б) залегание верхнего горизонта (легкой части ТДП) на различных породах без заметного изменения свойств верхнего горизонта; в) проникновение материала верхнего горизонта в нижний (или под него) в таких формах, возникновение которых было возможно только в период литогенеза; г) наличие верхнего обезыщенного горизонта на таких элементах рельефа, где его возникновение почвенными процессами в принципе необъяснимо; д) наличие в верхнем и нижнем горизонтах независимых фациальных замещений; е) наличие на границе слоев явных свидетелей литологического перерыва (прослой, погребенных гу-

мусовых горизонтов т. п.); ж) характер границы между горизонтами (ровный и резкий контакт может рассматриваться как свидетельство исходной двучленности, постепенный переход может быть результатом как почвенных, так и литологических процессов).

Этот набор аргументов можно получить только почвенно-стратиграфическим методом при полевых исследованиях. Поедание горизонтов должно изучаться в разрезах большой протяженности или при помощи заложения специальных серий разрезов. Максимум информации дают стенки естественных или искусственных обнажений протяженностью в десятки и сотни метров. Изучение одиночных типичных разрезов в некоторых случаях позволяет диагностировать исходную двучленность (наличие на границе горизонтов прослоек, погребенного гумусового горизонта, резкий переход и т. п.), но в принципе поведение горизонтов в «типичных» разрезах не всегда может служить основанием для принятия решения.

*Различие верхнего и нижнего горизонтов по таким характеристикам вещественного состава, которые в принципе не могут быть результатом почвообразования.* Это наиболее простой, популярный и очевидный критерий. Именно он чаще всего используется для диагностики явных двучленов, у которых верхний и нижний горизонты резко различаются по содержанию крупного песка и/или крупнозема.

В тех случаях, когда визуальная диагностика неоднозначна, используются различия в содержании песчаных фракций по данным гранулометрического анализа (Бутузова, 1972; Роде, 1987; Таргульян и др., 1974 и др.). Подчеркнем, что сравниваться должны данные, пересчитанные на обезыленную навеску, и необходим просмотр крупной фракции («ситовая» фракция гранулометрического анализа) под микроскопом для контроля полноты разрушения микроагрегатов и конкреций. Некоторые авторы используют для диагностики двучленности различия в содержании ила. В принципе это не вызывает возражений, но в данном случае, при обсуждении причин возникновения различий именно по содержанию ила, использование этого критерия было бы не вполне корректным.

Исходная двучленность может диагностироваться по содержанию устойчивых к выветриванию минералов. Существует много различных способов пересчета данных минералогических анализов и различных коэффициентов, которые предлагаются именно для этой цели. Трудоемкость методов существенно ограничивает возможность использования этого критерия для конкретных решений, хотя его принципиальная применимость очевидна.

Различия литологического и минералогического составов могут быть результатом не только двучленности, но и незакономерной пространственной неоднородности. В первом приближении при вынесении решения можно пользоваться наличием приуроченности аналитических различий к визуально выделяемым горизонтам (пространственная литологическая неоднородность, которая не исключает двучленность, но и не доказывает ее).

В литологии для диагностики слоев используют еще такие показатели, как цвет, сложение, структура и т. п. В данном случае эти критерии можно рассматривать только как дополнительные, поскольку различия по этим характеристикам в принципе могут быть результатом и литогенеза, и почвообразования.

Важно подчеркнуть, что литологические слои могут иметь как различный, так и близкий литолого-минералогический состав (Обручев, 1932; Геологический словарь, 1956; Лихи, 1966 и др.), поэтому различия по вещественному составу (содержание крупных фракций, устойчивых к выветриванию минералов и т. п.) должно рассматриваться как достаточный, но не обязательный критерий исходной двучленности.

По степени сложности диагностики выделяются три типа двучленных отложений: а) очевидные или явные – двучленность однозначно диагностируется визуально в каждом конкретном разрезе; б) простые – двучленность диагностируется в одиночных разрезах после проведения аналитических исследований и в) «скрытые» – двучленность диагностируется только почвенно-стратиграфическим методом по «поведению» горизонтов. Таким образом, в каждом конкретном случае проблема должна быть решена уже в процессе полевых исследований. Лабораторные исследования могут помочь установить двучленность, «пропущенную» в поле, но они не могут служить основанием ни для доказательства исходной однородности (если она не была установлена полевыми работами), ни для сомнений в исходной двучленности пород, если она была установлена в поле по поведению горизонтов.

Для того, чтобы ответить, на первый вопрос (существуют ли текстурно-дифференцированные почвы, сформированные на исходно однородных породах?), эта система критериев была использована для специального повторного изучения тех эталонных разрезов, на основании изучения которых возникла и сформировалась почвенная концепция генезиса текстурно-дифференцированных почв. В качестве таковых рассматривались: а) разрезы, которые специально выбирались их авторами для детального изучения почвенных свойств и режимов с целью обоснования гипотезы

почвенного происхождения текстурной дифференциации, т. е. рассматривались авторами в качестве текстурно-дифференцированных почв на исходно однородных породах, б) были выбраны для демонстрации участникам конгрессов, во время экскурсий, съездов и совещаний, и в) разрезы, которые в качестве почв на исходно однородных породах используются в учебном процессе, – разрезы учебных полигонов МГУ и ТСХА.

Программа такого изучения эталонных разрезов включала анализ опубликованных ранее материалов и выполнение специальных дополнительных полевых и лабораторных исследований. При полевых работах основное внимание уделялось изучению поведения горизонтов-слоев почвенно-стратиграфическим методом; в лабораторных условиях была получена принципиально новая информация за счет применения методов, которыми ранее эти объекты не изучались: микроморфологических, минералогических, спорово-пыльцевых, фитоолитного анализа и др. Было охвачено все основное разнообразие ареалов текстурно-дифференцированных почв: Восточно-Европейская равнина, Западно-Сибирская равнина и ее горное окружение, Средне-Сибирские равнины, горы и котловины, Приамурье, Приморье, Сахалин и Западная Грузия (Соколов, 1984, 1988, 1988, 1991; Соколов, Макеев и др., 1983; Соколов, Лежава, 1987; Соколов, Наумов, 1985).

В результате было установлено, что подавляющее большинство эталонных разрезов текстурно-дифференцированных почв диагностируются как простые или явные двучлены. Их двучленность диагностируется уже по распределению в профиле фракций песка и крупнозема. Во всех случаях, когда опубликованные материалы не позволяли сделать достаточно определенные выводы, исходная двучленность была диагностирована при дополнительных исследованиях, главным образом на основе использования почвенно-стратиграфического метода, т. е. на основе наиболее надежной прямой диагностики. Это позволяет сделать принципиально важные выводы: а) существующие представления о почвенно-генетической природе возникновения текстурно-дифференцированных почв возникли и развивались только на основе изучения почв на исходно двучленных почвообразующих породах; б) в пределах нашей страны нет регионов, где были бы документированы текстурно-дифференцированные почвы на исходно однородных породах.

Ни первый, ни второй вывод еще не дают оснований для заключения о том, что таких почв не существует. Но столь же очевидно, что имеющиеся в настоящее время факты позволяют рас-

смагивать представления о почвенно-генетической природе ТДП и широком их распространении на исходно однородных породах только в качестве гипотезы, которая не имеет пока фактического подтверждения.

Таким образом, и литературные, и оригинальные материалы свидетельствуют, что господствующие в настоящее время представления о почвенно-генетической природе текстурно-дифференцированного профиля подзолистых почв возникли и развивались на основе изучения почв на двучленных почвообразующих породах.

Установление этого факта, очевидно, не исключает возможной роли почвенных процессов в формировании ТДП. Теоретически почвенные процессы могли как усилить исходную литологическую контрастность (лессиваж, селективный кислотный гидролиз глинистых минералов), так и ослабить ее (оглинивание, педотурбации). Но столь же очевидно, что установление литогенной природы ТДП заставляет признать, что существующие представления о роли лессиважа и кислотного гидролиза требуют проверки, так как они основаны на балансовых пересчетах и межгоризонтном сравнительно-генетическом подходе, т. е. на предположении об исходной однородности пород. Поэтому возникает проблема поиска универсальных критериев для оценки «вклада» почвенных процессов в формирование ТДП, критериев, которые могли бы применяться как для однородных, так и для двучленных почвообразующих пород.

Таковыми универсальными критериями для оценки роли лессиважа могут быть следующие.

1. Наличие макро- и микроморфологических признаков миграции ила. Очевидно, что если этих признаков нет, то нет и оснований для обсуждения вопроса о возможной роли лессиважа. Наличие натечных глинистых кутан свидетельствует о миграции ила, но не доказывает его выноса из легкой части ТДП.

2. Повышенное содержание ила в горизонте с максимальной морфологической выраженностью глинистых кутан. Очевидно, если эти кутаны образованы привнесенным веществом, то морфологически лессивированный горизонт должен характеризоваться максимальным для данного литологического слоя содержанием ила.

3. Различия между содержанием ила в общей массе морфологически лессивированного горизонта и его содержанием в составе внутренних частей почвенных агрегатов, что в первом приближении характеризует степень изменения состава горизонта в ре-

зультате формирования глинистых кутан (Русанова, Соколова и др., 1978; Таргульян, Соколова и др., 1974).

4. Накопление ила над непроходимыми для глинистых суспензий барьерами (водоупорным, литологическим, карбонатным, мерзлотным).

Эта система универсальных критериев была использована для оценки роли лессиважа в формировании ТДП эталонных подзолистых почв и для анализа массовых материалов (Соколов, 1988; Соколов, Максеев и др., 1983). Было установлено, что в морфологически максимально лессивированных горизонтах аналитически определяемый максимум содержания ила отсутствует. Содержание ила в этом горизонте обычно либо значимо не отличается от его содержания в почвообразующей породе на глубине, где признаки лессиважа отсутствуют или существенно ослаблены, либо даже несколько меньше, чем в почвообразующей породе. Последнее связано с проникновением по трещинам облегченного материала верхнего горизонта. Совпадение аналитически определяемого максимума в содержании ила с максимальной выраженностью макро- и микроморфологических признаков лессиважа наблюдается сравнительно редко. Это, скорее, исключение, чем правило. И обычно в этих случаях горизонт Bt надежно диагностируется как иной литологический слой по сравнению с нижележащим. Состав общей массы лессивированных горизонтов не имеет значимых систематических отличий от состава внутрипедной массы. Иллювиальное накопление ила над непроходимыми для глинистых суспензий барьерами, как правило, не наблюдается.

Таким образом, лессиваж не играл существенной роли в формировании ТДП подзолистых почв. Этот вывод находится в полном соответствии с результатами прежних исследований, которые показали, что: а) при обобщении и математической обработке массовых данных не удается установить различий по вещественному составу между горизонтом Bt подзолистых почв и почвообразующей породой (Подзолистые почвы ..., 1980; Соколов, Максеев и др., 1983; Токоногов, Беркгаут, 1984; Максеев, Максеев, 1989); б) образование натечных глинистых кутан в горизонте Bt, судя по их минералогическому составу, связано не с выносом ила из легкой части ТДП (горизонт A2), а с внутригоризонтным перемещением ила; в) путь, который могут проходить коллоидные частицы в грунтах суглинистого состава, по данным модельных опытов с меченым глинистым веществом, измеряется миллиметрами (Мельникова, Ковеня, 1974).

В качестве универсальных критериев для оценки роли селективного гидролиза тонкодисперсных минералов в формировании ТДП можно назвать следующие процессы и явления:

1. Накопление в верхних горизонтах аморфных форм алюминия. Алюминий сравнительно слабо мигрирует даже в кислой хелювиальной обстановке, поэтому в горизонтах почв с активным разрушением содержащих алюминий минералов происходит обильное накопление его аморфных форм. Даже если предположить, что в текстурно-дифференцированных подзолистых почвах существуют (или существовали в прошлом) какие-то специфические условия, способствующие повышению миграционной способности алюминия, то его обильное накопление должно было бы происходить над карбонатными геохимическими барьерами.

2. Резкие различия в признаках внутригоризонтного выветривания между горизонтами A2 и Bt.

3. Селективный характер разрушения глинистых силикатов в горизонте A2 в соответствии со степенью их геохимической устойчивости.

Напомним, что при обсуждении процесса селективного кислотного гидролиза глинистых силикатов как фактора формирования ТДП приходится оперировать только косвенными аргументами. Прямые аргументы, доказывающие существование этого процесса и позволяющие хотя бы качественно оценить его роль, до сих пор не предлагались. Поводом для возникновения гипотезы селективного кислотного гидролиза послужил только сам факт существования ТДП.

На основе обобщения литературных материалов было показано, что в разрезах-эталонах подзолистых текстурно-дифференцированных почв отсутствуют горизонты существенного накопления аморфных форм алюминия (Соколов, 1988). Распределение аморфных форм алюминия носит не элювиально-иллювиальный, а, скорее, аккумулятивный характер. Не наблюдается систематическое существенное накопление аморфного алюминия в составе глинистых кутан. Нет разницы в содержании аморфного алюминия в составе общей и внутрипедной массы тяжелой части ТДП. Не установлено накопление алюминия над карбонатным геохимическим барьером. Аналогичные закономерности установлены при обобщении массовых материалов (Соколов, Макеев и др., 1983). Все эти факты свидетельствуют о том, что селективный кислотный гидролиз глинистых силикатов не играл существенной роли в формировании ТДП подзолистых почв. Этот вывод находится в полном соответствии с установленными ранее фактами: а)

отсутствием существенных различий в минералогическом составе крупных фракций горизонтов A2 и Bt при математической обработке массовых данных (Верба, Беркгаут, 1985); б) оглиниванием (а не обезыливанием) подзолистых горизонтов в Al-Fe-гумусовых подзолах (Роде, 1937; Таргульян, 1971).

Можно попытаться оценить и суммарную роль почвенных элювиально-иллювиальных процессов в формировании ТДП на основе сравнения разновозрастных текстурно-дифференцированных почв. Такая работа была проведена совместно с А. О. Макеевым для территории учебного полигона МГУ «Сатино». Было установлено, что плащ покровных двучленных отложений, залегающий на дневной поверхности, по мощности горизонтов и их вещественному составу не отличается от такового под торфяной залежью верхового болота. Нижние горизонты торфяной залежи по  $^{14}\text{C}$  датируются началом атлантического времени. Это означает, что за всю вторую половину голоцена (климатически наиболее влажную) существенные изменения в строении ТДП не произошли, почвенные процессы не играли существенной роли в перераспределении ила. Напомним, что ранее были получены аналогичные результаты (Александровский, 1983).

Итак, эталонные разрезы подзолистых текстурно-дифференцированных почв характеризуют почвообразование на скрытых, простых или даже явных двучленах. Роль почвенных процессов в формировании ТДП была несущественна.

Существуют убедительные дополнительные аргументы, противоречащие гипотезе почвенно-генетического происхождения текстурной дифференциации, основанные на использовании различных методов сравнительно-экологического подхода.

Анализ зонального спектра автономных почв (Соколов, 1988) показывает, что именно текстурно-дифференцированные почвы «не вписываются» в целостную концепцию бореально-гумидного почвообразования. Они «соседствуют» с почвами, в профиле которых текстурная дифференциация отсутствует, или даже наблюдается оглинивание верхних горизонтов. Не удается установить логичные с почвенно-генетической точки зрения связи между такими важными факторами почвообразования, как климат и растительность, и степенью текстурной дифференциации в пределах ареала текстурно-дифференцированных почв (Соколов, Макеев и др., 1983).

Установлено, что к началу атлантического оптимума текстурно-дифференцированный профиль уже был, а степень его дифференциации не отличалась от современной. Установлено также,

что за период от начала атлантического оптимума до наших дней формирование почв с текстурно-дифференцированным профилем не происходило (Александровский, 1983). Приходится предполагать, что дифференциация проходила в относительно суровых и сравнительно сухих условиях послеледниковья, что противоречит нашим знаниям о почвенном покрове территорий с близкими к раннеголоценовым условиям почвообразования.

Продукты, которые согласно гипотезам лессиважа должны были быть вынесены из легкой части текстурно-дифференцированных почв, не удается найти не только в почвенном профиле. Их нет и в почвах гетерономных позиций, что обязательно должно было бы происходить в случае латерального удаления веществ. Такая гипотеза тоже выдвигалась. Гипотеза исходной двучленности почвообразующих пород снимает и эти противоречия.

Все изложенное выше, конечно, не означает, что формирование ТДП почвенными процессами вообще невозможно. Но это значит, что представления о том, что подзолистые (псевдоподзолистые, серые и т. п.) текстурно-дифференцированные почвы сформировались на однородных породах и их ТДП возник только под влиянием почвенных процессов, представляют собой, не более, чем гипотезу. Популярность и традиционность этой гипотезы не могут заменить научную аргументацию. В генетических работах почвенная природа ТДП должна не постулироваться, а доказываться прямыми объективными фактами.

Основным теоретическим следствием признания справедливости гипотезы литогенной природы ТДП является необходимость дальнейшего совершенствования общей эколого-географо-генетической и классификационно-номенклатурной концепции почвообразования в лесной зоне вообще и на Русской равнине в частности. Скажем коротко о главных направлениях такого совершенствования. В настоящее время все суглинистые таежно-лесные почвы Русской равнины с ТДП объединяются в тип подзолистых почв. Главным основанием для этого служит сам текстурно-дифференцированный профиль. Установление литогенной природы ТДП требует, очевидно, иных классификационных решений, основой которых должны быть почвенные признаки, «наложенные» на исходную двучленную почвообразующую породу. Такими почвенными признаками, сформированными соответствующими почвенными процессами, являются: выпщелоченность и кислая реакция, оглеенность, гумусированность или оторфованность, подзолистый Al-Fe-гумусовый профиль, признаки педотур-

бадий (ветровальные, зоогенные, растрескивание и заполнение трещин, переорганизация и сортировка материала и т. п.).

Вариант классификационно-номенклатурных решений, реализующих эти принципы, приведен в таблице 11. Уже сейчас можно наметить вероятные границы и ареалы выделенных в ней почв. Вместе с тем потребуются и специальные исследования для уточнения географических закономерностей и картографических решений. Предварительная проработка позволяет утверждать, что распределение этих типов почв окажется в значительно более полном согласии с общими законами биоклиматической сенсорности и рефлекторности почв и с конкретными закономерностями в распределении факторов почвообразования, чем это имеет место для современного типа суглинистых подзолистых почв.

Имеет смысл вновь обсудить общие вопросы гумидно-лесного почвообразования и внутрипочвенного выветривания; скорость и общее направление процессов, мощность охваченного ими слоя почвообразующей породы. По-видимому, современные представления о быстрой и глубокой деградации почв под лесной растительностью сильно преувеличены. В действительности почвообразование имело дело с породой, уже текстурно-дифференцированной и скорость ее преобразования была значительно меньше той, которая предполагалась по гипотезе почвенного формирования ТДП. Это соответствует нашим наблюдениям в иных биоклиматических обстановках, в том числе во влажных субтропиках, где скорость почвенного выветривания также оказалась значительно меньше, чем принято считать в настоящее время. Мощность зоны активного преобразования исходных пород почвенными процессами, по-видимому, не превышает 60–80 см: в северной части лесной зоны Русской равнины она совпадает с нижней границей иллювиального Al-Fe-гумусового горизонта, в южной – с мощностью корнеобитаемого слоя (основная масса корней). На большую глубину почвенные процессы проникают в глеевых почвах. На глубине более 100 см наблюдаются в основном локальная притрещинная переорганизация, выщелачивание и отбеливание. Не исключено, что в травянистых лиственных лесах южной тайги лесной зоны (а может быть, и не только в них?) таежное почвообразование имеет не столько элювиальную, сколько аккумулятивную направленность и ведет не к деградации почв, а к созданию условий для повышения биологической продуктивности лесных биогеоценозов.

Принципиальная схема генетической классификации автономных тазовых почв, формирующихся на дачах ИПП

| Класс почвы<br>(тип почво-<br>образования)         | Основные<br>типы почв                                         | Строение профиля<br>(горизонты)   | Ведущий<br>ЭПП                      | Ареал и эко-<br>логия                                  | Примерные эквива-<br>ленты в сущест-<br>вующих классифи-<br>кациях     |
|----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| Дерново-<br>(гумусово-)ак-<br>кумулятивный         | Дерновые                                                      | O-A1-Bm-I(Bt)-IC                  | Дерновый                            | Южная тайга,<br>хороший дре-<br>наж                    | Дерново-палево-<br>подзолистые, час-<br>тично буроземы<br>оподзоленные |
| Подбелы                                            | Подбелы дер-<br>новые<br>(дерновые<br>элювиально-<br>глеевые) | O-A1g-A2g-I(Bt)-IC                | Дерновый,<br>элювиально-<br>глеевый | Южная тайга,<br>замедленный<br>дренаж                  | Дерново-<br>подзолистые, под-<br>белы, светло-серые<br>и т. п.         |
| Al-Fe-<br>гумусовый<br>(иллювиально-<br>гумусовый) | Подзолистые                                                   | O-A2-B <sub>h</sub> -BC-II(Bt)-IC | Подзолистый                         | Северная и<br>средняя тайга,<br>хороший дре-<br>наж    | Глее-подзолистые,<br>подзолистые                                       |
| Глеевый                                            | Торфяно-<br>глеевые                                           | O-g-Iig-ICg                       | Глеевый                             | Северная,<br>и<br>средняя тайга,<br>плохой дре-<br>наж | Подзолисто-<br>глеевые, болотно-<br>подзолистые                        |

Признание исходной двуучленности подзолистых почв вызывает необходимость ответить на вопрос: как меняется исходный состав пород в процессе почвообразования? В частности, увеличиваются ли в дальнейшем исходные различия в гранулометрическом составе. Однозначного ответа на этот вопрос, возможно, не будет. Но наши наблюдения и имеющиеся литературные материалы не исключают возможности того, что степень литологической неоднородности в процессе почвообразования в ряде случаев не только не увеличивается, но даже уменьшается. Это происходит, с одной стороны, за счет утяжеления верхнего горизонта (деятельность землероев, вывалы деревьев, внутригоризонтное выветривание) и, с другой стороны, за счет облегчения нижнего горизонта при засыпании в трещины облегченного материала верхнего горизонта.

Укажем на некоторые методологические следствия признания литогенной природы ТДП.

1. Существенная часть современных представлений о процессах, преобразующих исходные породы в результате подзолообразования, получена на основе сравнения состава и свойств горизонта А2 с составом и свойствами горизонтов Вt и С. Признание исходной неоднородности пород потребует тщательной проверки всех, полученных таким образом выводов на иных методологических основах.

2. При генетическом анализе почв на рыхлых осадочных породах, особенно в пределах ледниковых и приледниковых областей, потребуется самый тщательный анализ степени исходной литологической однородности пород. При этом придется считаться с тем, что однородность в содержании крупных фракций следует рассматривать как обязательный, но еще не достаточный аргумент в пользу исходной однородности. Наличие натечных форм оптически ориентированных глин и глинисто-пылеватых кутан – как обязательное, но еще недостаточное свидетельство в пользу профилирующей роли процессов лессиважа.

3. При палеогеографических реконструкциях текстурно-дифференцированный профиль принято рассматривать как надежный аргумент в пользу былого существования гумидной обстановки с лесной растительностью. Признание литогенной природы ТДП делает необходимым учитывать для этой цели не только и не столько сам текстурно-дифференцированный профиль, сколько результаты почвенных процессов его преобразования.

С этой точки зрения, при палеопочвенных исследованиях нужно иметь в виду, что наличие ТДП в погребенных или современных почвах еще не свидетельствует о бывшей гумидной обстановке.

новке, а факты ее существования в прошлом, доказанные, например, палеоботаническим или каким-то иным исследованием, не дают основания делать вывод о том, что в этих гумидных обстановках формировались почвы с ТДП.

Признание литогенной природы ТДП ставит вопрос о том, каким был механизм дифференциации? Ответ на него – задача совместных работ почвоведов, геологов-четвертичников и геоморфологов. Вероятно, было несколько механизмов образования двухчленных пород: различия в механизме и интенсивности процессов литогенеза, отмучивание ила тальми водами и др. В ряде случаев причин могло быть несколько.

В направлении от опесчаненных и каменистых суглинков к лёссовидным роль флювиальных и криогенных процессов в образовании ТДП снижалась, а роль эоловых процессов возрастала. В ряде случаев (почвы на лёссовидных суглинках с хорошо выраженным погребенным гумусовым горизонтом) гипотеза эоловой аккумуляции пыли на поверхности малольдистых гляциопедолитов достаточна для объяснения генезиса ТДП.

В процессе почвообразования степень текстурной дифференциации менялась. Одни процессы могли вести к оглиниванию (выветривание, педотурбации), другие – к обезыливанию (гидролиз, лессиваж?) верхнего горизонта. Каким был интегральный результат, ответить трудно. Но представляется, что принципиального изменения степени исходной текстурной дифференциации в процессе почвообразования не происходило.

В настоящее время существует довольно много попыток построения региональных эволюционных схем голоценовой эволюции почв различных ледниковых и перигляциальных областей. Эти схемы имеют самую разную степень детализации и обоснованности фактическим материалом. В большинстве случаев они базируются как на материалах специальных исследований, так и на палеопочвенной интерпретации палеогеографических данных. При этом чем детальнее схемы, тем больше в них доля дедуктивных палеопочвенных построений на базе палеогеографических материалов и тем меньше относительная роль фактических, собственно палеопочвенных материалов. Наибольший интерес представляют эволюционные схемы, являющиеся результатом совместной работы палеогеографов и палеопочвоведов.

Сопоставление между собой различных схем голоценовой эволюции почв Русской равнины (а именно на эту территорию имеется наибольшее количество работ и степень детализации палеопочвенной истории максимальна), выявило существенные рас-

хождения во взглядах исследователей. Большинство авторов единодушно лишь в том, что современные почвы пережили сложную историю, в которой были периоды интенсивного криогенеза и периоды более активного, чем современный, протекания процессов дифференциации почв по гумусово-аккумулятивному и элювиально-иллювиальному типам. Когда были эти периоды и какие природные условия им соответствовали, в какой степени сохранились в современном профиле результаты бывшего почвообразования – все эти вопросы решаются неоднозначно, противоречиво (Александровский, 1983; Морозова, 1981; Гугалинская, 1982; Таргульян, Александровский, 1976 и др.). Весьма противоречиво оцениваются разными авторами характер перигляциального почвообразования, причины появления и возраст так называемого «второго гумусового горизонта», скорость выветривания первичных и вторичных минералов, скорость минерализации различных типов гумуса и др. Отсутствие достаточно обоснованных выводов по всем этим принципиальным вопросам существенно снижает достоверность детализации голоценовой истории в дедуктивных эволюционных схемах. Представляется, что эти схемы правильнее рассматривать в качестве рабочих гипотез, но не достоверных результатов. Необходимо не только детализировать существующие эволюционные схемы, но и попытаться оценить степень обоснованности наиболее общих и принципиальных представлений.

Обобщая имеющиеся в настоящее время факты, можно следующим образом представить основные черты эволюции почв на плащеобразных покровных отложениях ледниково-перигляциальных областей.

Преобразование текстурно-дифференцированных почвообразующих пород в почвы осуществлялось в основном сравнительно «быстрыми» процессами: аккумулятивно- и иллювиально-гумусовым, глеевым, выщелачиванием и др. Интенсивность, соотношение, формы проявления и география этих процессов неоднократно и принципиально менялись. Позднеплейстоценовое и раннеголоценовое почвообразование в условиях резко континентального холодного сухого климата было гумусово-аккумулятивным и криоморфным. Биоклиматической стрийности почвенного покрова (зональности) не было. Наиболее общей географической закономерностью была термическая фациальность: постепенное изменение почвенного покрова в общем направлении с СВ на ЮЗ без резких границ и принципиальных изменений в типе почвообразования. В северных и северо-восточных районах под сухими тундрами и хлудными степями формировались малогумусовые фульватно-

аккумулятивные насыщенные почвы, их ближайшие современные аналоги – палевые тундровые, тундрово-степные и арктические почвы. Криогенные комплексы с ними образовывали различные криопедолиты. В гидроморфных условиях преобладали криогидроморфные неглеевые почвы – криоземы. В южных районах в «мерзлотных прериях» формировались высокогумусовые гуматно-аккумулятивные почвы с надмерзлотным сезонным гидроморфизмом. Их ближайшие современные аналоги – мерзлотные лугово-черноземные почвы, развитые на тяжелых породах в Восточном Забайкалье и Приамурье. Реликтовые черты этих почв нередки в профиле «оподзоленных» черноземов.

Реликтами этого времени в современных почвах являются погребенные («вторые») гумусовые горизонты в дерново-подзолистых и серых почвах, криоморфный облик гумусового горизонта (в его нижней части) темно-серых почв и оподзоленных черноземов, криогенная трещинная сеть и структура, псевдоморфозы по ледяным жилам и др.

Принципиальная перестройка в почвенном покрове произошла при смене криоаридных условий на влажные гумидные условия среднего голоцена. Возникло явление стрийности (зональности), обусловленное направленным изменением увлажненности климата. В лесной зоне начали формироваться подзолистые иллювиально-гумусовые, глеевые и торфяные почвы. Гумусовые горизонты перестраивались по ульматно-фульватному типу. Однако полного исчезновения бывших темноцветных гумусовых горизонтов, по-видимому, не происходило.

В настоящее время ландшафтная обстановка в ареале текстурно-дифференцированных почв максимально контрастна и разнообразна. Разнообразен и характер почвенных процессов: иллювиально-гумусовое оподзоливание в тайге (глее-подзолистые и частично собственно подзолистые почвы), дерновый в травянистых лесах (дерново-подзолистые и светло-серые почвы), аккумулятивно-гуматно-кальциевый в лесостепи и степи (темно-серые почвы и оподзоленные криоземы), оглеение во всех ландшафтах зоны при затрудненном дренаже и др.

При всем экологически обусловленном разнообразии почв с ТДП у них имеется одно общее свойство, выраженное в разной степени: освещенность верхнего «легкого» горизонта процессами иллювиально-глеевого или сегрегационного обезжелезнения под влиянием временного избыточного контактного переувлажнения. В максимальной степени это свойство выражено у почв плоских рав-

нин, в минимальной – в условиях хорошего поверхностного дренажа.

При всей сложности и дискуссионности рассматриваемой проблемы достаточно уверенно можно утверждать, что понятие генезис текстурно-дифференцированных почв (подзолистых, серых лесных, различных оподзоленных и др.) в рамках простой генетической модели нельзя. Все они должны рассматриваться как почвы полигенетичные и палеосинлитогенные.

В общем спектре генетических проблем, относящихся к почвам с текстурно-дифференцированным профилем, имеет смысл специально обсудить две традиционно дискуссионные и в значительной мере ключевые для разработки целостной внутренне непротиворечивой концепции: а) генезис второго гумусового горизонта и б) происхождение текстурно-дифференцированных почв с горизонтом А2 палевого цвета, так называемых «палево-подзолистых» почв.

## ВТОРЫЕ ГУМУСОВЫЕ ГОРИЗОНТЫ

Проблема генезиса «вторых гумусовых горизонтов» в текстурно-дифференцированных почвах представляется нам крайне важной для понимания основных моментов их эволюции. Поэтому остановимся на ней более подробно. Эта проблема имеет длительную историю, ей посвящены многие работы, в том числе и обобщающие (Гаджиев, 1982; Александровский, 1988 и др.). Наиболее популярно мнение, что этот горизонт является нижней частью бывшего мощного гумусового горизонта черноземовидной почвы атлантического времени. Нам представляется (Соколов, 1986), что второй гумусовый горизонт – это погребенный горизонт более древней (раннеголоценовой?) почвы, что подтверждается следующими аргументами (табл. 12).

Второй гумусовый горизонт характерен только для текстурно-дифференцированных почв на плащеобразных покровных отложениях. Этот горизонт отсутствует в профиле всех остальных полноголоценовых почв в том же ареале. Его нет даже в профиле дерново-карбонатных почв. Логично предположить, что если бы этот горизонт представлял собой реликт атлантического гумусово-аккумулятивного почвообразования, то аналогичный феномен наблюдался хотя бы у части остальных почв данного ареала.

Над вторым гумусовым горизонтом находится осветленный горизонт, в котором признаки бывшей гумусированности отсутствуют. Известно, что бывшие черные гумусовые горизонты в процессе

эволюции, даже если и происходит потеря общего содержания гумуса, сохраняют морфологические признаки бывших гумусовых горизонтов. Их черная окраска за счет накопления гумусовых веществ с повышенной оптической плотностью может даже усиливаться.

Таблица 12

Происхождение второго гумусового горизонта: факты и гипотезы

| Факты,<br>которые требуют объяснения                                                                                                                       | Гипотезы* |    |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|----|-----|
|                                                                                                                                                            | I         | II | III |
| Горизонт встречается только в почвах на ППО и отсутствует в полноголоценовых почвах на других породах                                                      | —         | —  | +   |
| Горизонт находится на контакте литологически разных слоев                                                                                                  | 0         | 0  | +   |
| Горизонт имеет явные палеокриогенные признаки                                                                                                              | —         | —  | +   |
| Вышележащий горизонт не имеет признаков бывшей высокой гумусированности                                                                                    | —         | —  | +   |
| Возможность фациального латерального замещения горизонтом полуперегнойного характера                                                                       | —         | —  | +   |
| Верхняя граница может быть резкой, нижняя размыва                                                                                                          | —         | 0  | +   |
| Наличие черных гумусовых кутан                                                                                                                             | 0         | +  | 0   |
| Гуматный состав, максимальное в профиле отношение Сгк/Сфк                                                                                                  | +         | 0  | +   |
| Минимальные радиоуглеродные датировки около 2 тыс. лет, модальные 4–6 тыс. лет, максимальные 8–10 тыс. лет, последние в нижней части и криогенных трещинах | —         | —  | +   |
| В горизонте наблюдается второй максимум содержания пыльцы и фитоцитов                                                                                      | —         | —  | +   |

\* I — нижняя часть бывшего мощного гумусово-аккумулятивного горизонта атлантического возраста («остаточный»), II — иллювиально-гумусовый горизонт, III — погребенный гумусовый горизонт раннеголоценовой (позднеплейстоценовой?) криоаридной почвы (мерзлотной луговостепной?).

Второй гумусовый горизонт характеризуется повышенным содержанием пыльцы и фитоцитов. Оба признака характерны для погребенных горизонтов, ранее находившихся на дневной поверхности.

Второй гумусовый горизонт имеет яркие морфологические признаки криогенеза. Появление криогенных признаков в атлан-

тическое и более позднее время по природным условиям среднего и позднего голоцена маловероятно. Логичнее предположить их сохранение с криогенных периодов раннего голоцена.

В почвах полугидроморфных позиций второй гумусовый горизонт замещается горизонтом полуперегнойного характера. Причем даже в этом случае в осветленном выпшележащем горизонте признаки бывшей гумусированности отсутствуют. Это находит объяснение только в рамках гипотезы о погребенной природе второго гумусового горизонта.

Все эти факты позволяют предполагать, что радиоуглеродные датировки второго гумусового горизонта (их диапазон колеблется в интервале от 2 до 8 тыс. лет) «омоложень» в связи с залеганием этого горизонта близко к поверхности и наличием изотопного обмена в результате современных биологических процессов. Истинный возраст этого горизонта может быть значительно большим.

Вывод о том, что второй гумусовый горизонт должен рассматриваться как погребенный важен и в том отношении, что наличие погребенного гумусового горизонта позволяет диагностировать литологический перерыв даже при близком вещественном составе выше- и нижележащего горизонта.

Единичные пока наблюдения позволяют предполагать, что второй гумусовый горизонт может быть не только верхним горизонтом почвы, погребенной на месте, но и результатом эолового переотложения материала бывших гумусовых горизонтов.

В любом случае наличие погребенного гумусового горизонта свидетельствует о том, что выпшележащий (A2) и нижележащий (Bt) горизонты не представляют парагенетическую ассоциацию горизонтов, разновозрастны, и в горизонте Bt часть признаков имеет палеогенетическую природу. Эти признаки синхронны и сингенетичны второму гумусовому горизонту, а горизонт A2 и его почвообразующая порода представляют собой более молодое образование.

Имеет смысл акцентировать внимание на том, что оба основных дискуссионных момента: а) происхождение второго гумусового горизонта (погребенный или остаточный) и б) его возраст (атлантический или раннеголоценовый) тесно взаимообусловлены. Суждения о возрасте основаны на косвенных аргументах (радиоуглеродные датировки, спорово-пыльцевые и фитолиитные спектры, наличие криогенных признаков и др.), для объяснения ко-

торых в принципе могут быть предложены альтернативные объяснения: различная омоложенность радиоуглеродных датировок, возможность сходства разновозрастных ценозов по составу растительности, наличие возможности формирования криогенных признаков не только в раннеголоценовое время, но и при краткосрочных похолоданиях в среднем голоцене и т. п. Однако погребенный характер второго гумусового горизонта аргументируется фактами, для которых нет альтернативных объяснений: а) наличие ярковыраженного второго максимума по содержанию пылицы и фитоцитов и б) возможность его фациального замещения горизонтом полуперегнойного характера. Оба эти факта подтверждены наблюдениями в самых разных регионах обширного ареала текстурно-дифференцированных почв: дерново-подзолистые почвы Русской равнины, серые почвы Владимирского ополья, глубокоподзолистые почвы Западной Сибири, подбелы Дальнего Востока и Приамурья.

Плащеобразный характер залегания вторых гумусовых горизонтов и перекрывающих их отложений, а так же состав этих отложений позволяют полагать, что наиболее вероятным механизмом их генезиса был золовый седиментогенез. Обширность ареала рассматриваемого феномена заставляет признать, что имело место явление, сопровождавшее очень серьезную перестройку ландшафтной оболочки суши. Такую перестройку логичнее предположить в позднем плейстоцене и раннем голоцене, но не во время атлантического оптимума, когда защищенность поверхности растительностью была максимальной.

В пределах всего ареала почв с ТДП и вторыми гумусовыми горизонтами легкий нанос, под которым погребен второй гумусовый горизонт, обнаруживается только на наиболее древних породах – покровных плащеобразных отложениях; его нет ни на флювиогляциальных равнинах, ни на поверхности высоких пойм, ни в толще торфяников, возраст которых более 8 тыс. лет (хотя под этими торфяниками он может быть обнаружен). Этот факт не может быть объяснен предположением о том, что золовый седиментогенез носил узколокальный характер, обширность ареала исключает такое предположение. Раз так, значит и погребенный второй гумусовый горизонт, и перекрывающий его нанос значительно древнее, чем это можно было бы заключить по радиоуглеродным датировкам. Они формировались на рубеже плейстоцена и голоцена (или в раннем голоцене?), когда завершалось таяние последнего ледника.

Среди почв с текстурно-дифференцированным профилем и отбеленным горизонтом А2 встречаются почвы, у которых горизонт А2 имеет палевый цвет. Эти почвы обычно называют «палево-подзолистыми». Их существование не укладывалось в традиционные представления о происхождении текстурной дифференциации: кислотный гидролиз, лессиваж, поверхностное оглеение. Поэтому они всегда привлекали к себе внимание, требовали специального объяснения. Дискуссия по этому поводу имеет давнюю историю. Наличие хороших обзоров (Ильичев и др.) позволяет кратко осветить только основные гипотезы, предлагавшиеся в ходе этой дискуссии. Общим для всех гипотез было то, что их авторы, свято веря в неизбежность концепции педогенного происхождения ТДП и прекрасно понимая, что сам факт палевой окраски, обусловленной наличием железистых красящих пленок на поверхности минералов, не укладывается в эту концепцию, исходили из предположения, что палевая окраска появилась после того, как почва была дифференцирована и сформировался верхний горизонт с относительно легким гранулометрическим составом. Гипотезы различались только предполагаемым механизмом возникновения палевой окраски изначально отбеленного горизонта А2. Основных гипотез было три: а) палевая окраска – результат почвенного внутригоризонтного выветривания, б) палевая окраска обусловлена иллювиально-железистым процессом и в) палевый цвет обусловлен закреплением железа, которое подтягивается из нижних горизонтов восходящими потоками почвенных растворов в сухие периоды и/или в процессе промерзания. Наиболее популярны две первых гипотезы.

Наши наблюдения и обзор литературных материалов позволяют признать, что ни одна из этих гипотез не объясняет всей имеющейся и хорошо известной совокупности фактов (табл. 13).

Гипотеза «почвенного выветривания» возникла как результат бытовавших в прошлом представлений о том, что формирование почв с бурым недифференцированным профилем и метаморфическим горизонтом Вm (буроземов) специфично только для наиболее влажных и теплых фаций таежной зоны. Именно в западных регионах Русской равнины для палево-подзолистых почв предлагался синоним – буроземно-подзолистые почвы. В настоящее время установлено, что и бурые почвы, и «палево-подзолистые» почвы распространены в пределах всего ареала текстурно-дифференцированных почв с отбеленным горизонтом А2. Микроморфологически было установлено, что железистые кутаны покрыва-

вают все минералы, включая кварц, т. е. не являются кутанами выветривания.

Гипотеза иллювиального ожелезнения родилась как перенос на «нашу почву» широко известных представлений западноевропейских почвоведов о возможности Al-Fe-гумусового почвообразования на двучленных породах. Но в этом случае должны быть хорошо выражены известные макро- и микроморфологические признаки Al-Fe-гумусового оподзоливания, которые полностью отсутствуют у «палево-подзолистых» почв. По-видимому, само возникновение этой гипотезы и ее жизнестойкость объясняются тем, что ее сторонники оперируют фактами, относящимися не к типичным «палево-подзолистым» почвам, в профиле которых эти признаки отсутствуют, а к почвам разной степени оподзоленности. Сам факт существования последних не вызывает сомнений и хорошо известен, но он не имеет отношения в проблеме «палево-подзолистых» почв.

Т а б л и ц а 13

Генетическая природа палевых горизонтов A2: факты и гипотезы

| Факты,<br>которые требуют объяснения                                                                                                  | Гипотезы |    |     |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----|-----|----|
|                                                                                                                                       | I        | II | III | IV |
| Палево-подзолистые почвы (ППП) распространены в пределах всего ареала текстурно-дифференцированных почв                               | +        | 0  | 0   | 0  |
| ППП приурочены к условиям хорошего дренажа                                                                                            | +        | —  | +   | +  |
| ППП от текстурно-дифференцированных почв с отбеленным горизонтом A2 отличаются только отсутствием признаков поверхностной глееватости | +        | —  | +   | +  |
| Интенсивность палевой окраски равномерна                                                                                              | +        | +  | —   | +  |
| Мощность палевого горизонта варьирует в широких пределах                                                                              | +        | —  | —   | 0  |
| Железистые кутаны покрывают все минералы, в том числе кварц                                                                           | +        | +  | +   | —  |
| На крупноземье отсутствуют кутаны отбеливания и иллювинования                                                                         | +        | —  | —   | +  |

Гипотеза: I — исходная окраска породы, II — восходящая миграция, III — иллювиально-железистое оподзоливание, IV — внутригоризонтное выветривание.

Представляется, что палевый цвет – это исходный цвет верхнего легкого наноса, не отбеленный процессами поверхностного переувлажнения и оглеения (Соколов, 1986). Об этом убедительно говорят следующие факты: а) «палево-подзолистые» почвы приурочены к условиям хорошего дренажа, б) по мощности и составу «палево-подзолистые» почвы, приуроченные к приоровочным участкам водоразделов, аналогичны текстурно-дифференцированным отбеленным поверхностно-глееватым почвам, расположенным в непосредственной близости от плоских водоразделов, в) интенсивность палевой окраски равномерна по всей мощности палевого горизонта, г) мощность палевого горизонта может варьировать в очень широких пределах. Предлагаемая гипотеза хорошо объясняет и все остальные факты, необъяснимые в рамках любых предлагавшихся ранее гипотез.

Заключая этот раздел, подчеркнем, что обоснованные здесь представления о происхождении поверхностных плащеобразных отложений, почв с текстурно-дифференцированным профилем, вторых гумусовых горизонтов и палевых горизонтов A2 логично складываются в единую внутренне непротиворечивую концепцию, в которой находят объяснения традиционно дискуссионные проблемы общей теории почвообразования на ледниково-периляциальных равнинах и прилегающих к ним территориях. Это обстоятельство можно рассматривать как дополнительный аргумент справедливости предлагаемой концепции.

# ПРОБЛЕМЫ ТРОПИЧЕСКОГО ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ И ВЫВЕТРИВАНИЯ. ТРОПИЧЕСКИЕ ПАРАДОКСЫ

---

## ГЕНЕЗИС ФЕРРАЛЛИТНЫХ ПЕСТРОЦВЕТНЫХ КОР ВЫВЕТРИВАНИЯ И ЛАТЕРИТОВ

Основные теоретические концепции докучаевского генетического почвоведения первоначально формировались на основе изучения почв главным образом бореальных областей. Познание тропических почв началось позднее, когда парадигма генетического почвоведения была в основном сформирована. Попытки построения единых теоретических концепций до сих пор обычно сталкивались с серьезными трудностями: фактические материалы по тропическим почвам «не укладывались» в привычные общие схемы.

В самой сжатой, может быть даже несколько утрированной, форме возникшие противоречия можно свести к известным высказываниям о том, что мир тропических почв плохо подчиняется докучаевскому учению о факторах почвообразования и, в частности, закону климатической зональности. Появились две основные тенденции в решении существующих противоречий. Первая, популярная в зарубежном почвоведении тенденция заключалась в акцентировании внимания на специфичности тропического почвообразования и стремлении с этих позиций негативно оценивать принципиальную суть докучаевского генетического почвоведения как «климатического». Вторая тенденция, просматривающаяся в работах советских почвоведов, представляла собой стремление «нажать» на сопротивляющийся фактический материал и втиснуть его в привычные теоретические рамки. Как в том, так и другом случае природа возникших противоречий не делалась центром проблемы и предметом целенаправленного научного поиска. Традиционные ссылки на большую длительность тропического почвообразования не проясняют ситуацию.

Отражением существующих противоречий является также принципиально разный подход к классификации и диагностике

бореальных и тропических почв. В основе классификации почв бореальных областей лежат главным образом признаки, являющиеся результатом почвенных процессов, отражающих современные и/или голоценовые условия почвообразования (гумусовый профиль, характеристика почвенного поглощающего комплекса, оглеение, структурное состояние, наличие элювиальных и иллювиальных горизонтов и т. п.). Совокупность этих свойств может рассматриваться как «почва-отражение» (Соколов, 1984). Характерное время формирования этих признаков измеряется сотнями и первыми тысячами лет. Классификация же тропических почв базируется на химико-минералогическом составе слагающего их материала (феррсиаллитный, ферраллитный, аллитный и т. п.) – на признаке, характерное время которого оценивается сотнями тысяч и миллионами лет. «Почва-отражение» при классификации тропических почв учитывается только на более низких таксономических уровнях. Это принципиальное различие подходов к классификации тропических и бореальных почв характерно для большинства существующих классификаций (Глазовская, 1981; Ковда, 1973; Шишов, 1981; Soil Taxonomy, 1975 и др.).

Цель настоящей главы – попытаться понять причины существующих противоречий и предложить пути их устранения в целях построения единой теоретической базы генетического почвоведения.

При всем существующем разнообразии географо-генетических и классификационно-номенклатурных концепций тропического почвообразования можно выделить некоторые достаточно общепризнанные (но сомнительные, с нашей точки зрения) основные представления (Докучаев, 1898; Глинка, 1935; Герасимов, 1964; Добровольский, 1969; Зонн, 1968; Ковда, 1973; Польшов, 1944; Ромашкевич, 1974; Фридланд, 1964; Keller, 1957; Prescott, Pendelton, 1952 и др.).

1. Тропическое почвообразование характеризуется исключительно быстрым темпом. В условиях высоких температур и отсутствия зимней паузы, обильного промывания атмосферными осадками и большой емкости биологического круговорота происходит быстрое и глубокое преобразование почвообразующих пород. Выветривание охватывает мощную толщу (до первых десятков метров и более).

2. Возраст тропических почв, в отличие от почв бореальных областей, измеряется не тысячами, а сотнями тысяч и миллионами лет.

3. Высокая активность и большая продолжительность почвообразования в тропиках являются причиной того, что нормой для автономного мезоморфного почвообразования оказывается определенный набор генетических свойств: а) мощный профиль, слабо дифференцированный на генетические горизонты, б) яркая окраска с преобладанием различных оттенков красного цвета, в) глубокая выветрелость с преобладанием в минералогическом составе, с одной стороны, очень устойчивых к выветриванию минералов, накопление которых имеет остаточный характер, с другой стороны – минералов, представляющих собой наиболее далеко продвинутые стадии выветривания, г) высокое содержание алюминия и железа, являющееся результатом выноса всех остальных элементов и, в первую очередь, кремнезема, д) тяжелый гранулометрический состав, хорошая микроструктура, низкая емкость и ненасыщенность почвенного поглощающего комплекса, фульватный гумус. Почвы с этим набором свойств обычно выделяются как красные ферраллитные. Физическая и понятийная границы между ними и красными ферраллитными корами выветривания носят достаточно условный характер.

4. Одним из результатов тропического почвообразования является формирование латеритов – плотных горизонтов, цементированных в результате обильного накопления оксидов железа. Латерит может располагаться как в профиле почв (кор выветривания), так и на их поверхности. Популярны следующие гипотезы латеритообразования: а) остаточное накопление железа при элювиальном почвообразовании и выветривании, б) иллювиальное накопление железа за счет выноса из надлатеритных горизонтов и/или расположенных выше по рельефу почв, в) накопление железа за счет подтягивания растворов из находящихся под латеритом водоносных оглеенных горизонтов.

Формирование поверхностных латеритных панцирей и кирас обычно объясняют эрозией верхних надлатеритных горизонтов.

5. Латеритный горизонт обычно подстилается водоупорным, плотным глинистым горизонтом, в окраске которого преобладают красные и обесцвеченные (отбеленные) участки. Последние образуют густую полигональную сеть. Этот горизонт описывается под различными названиями (пестрый латерит, пятнистая глина и т. п.). В настоящее время для его обозначения в почвоведении популярен термин «плинтит». Генезис плинтита обычно объясняют тропическим выветриванием в условиях избыточного увлажнения и оглеения.

Латерит и плинтит образуют систему сингенетических горизонтов, которую в дальнейшем для краткости условимся называть «латоплинтом». В принципе латерит и плинтит могут существовать и порознь. Но и по нашим наблюдениям, и по литературным данным, над плинтитом в той или иной степени как правило выражены признаки латеритообразования, а латерит без расположенного ниже плинтита мы встречали только в виде переотложенного латеритного материала (щебень, галька, глыбы и т. п.).

Дальнейшее обсуждение будет сосредоточено на обозначенных выше трех характерных для тропиков объектов: красной ферраллитной почве (коре), латерите и плинтите. Судя по литературным данным, все три объекта в этой последовательности могут быть совмещены в вертикальном профиле, который книзу сменяется так называемой белой каолиновой глиной и сапролитовой зоной, постепенно переходящей в неыветрелую породу. Именно такие толщи рассматриваются обычно в качестве полного профиля древних тропических кор выветривания (Петров, 1967; Разумова, 1977; Фридланд, 1964 и др.).

Наши полевые исследования (Кавказ, Полинезия, Индокитай) и анализ опубликованных фактических материалов позволяют усомниться в справедливости изложенных выше и столь популярных в почвоведении (в отечественном почвоведении – практически общепринятых) генетических представлений, согласно которым красная ферраллитная почва (кора) является результатом ортоэлювиального почвоведения и почвенного выветривания, латерит – почвенно-геохимического накопления железа, плинтит и белая глина – гидроморфного почвообразования и выветривания.

Напомним, что господствующие в почвоведении генетические гипотезы далеко не столь популярны в геологической литературе. Тропические почвы и коры выветривания традиционно являются объектами изучения не только почвоведения, но и геологии, так как к древним корам выветривания приурочены месторождения различных полезных ископаемых. В геологической литературе научная ситуация значительно более дискуссионна. Диапазон генетических представлений весьма широк: от утверждений о полном совпадении понятий почва и кора выветривания и объяснения генезиса древних кор выветривания исключительно почвенными процессами до гипотез, в которых преобладающая роль отводится эндогенным, в основном, гидротермальным процессам (Гинзбург, 1912, 1951; Гинзбург, Рукавишникова, 1951; Петров, 1967; Разумова, 1977; Страхов, 1960; Чухров, 1955 и др.).

Представляется целесообразным привлечь внимание почвоведов к нетрадиционным для почвоведения генетическим гипоте-

зам. С нашей точки зрения, есть основания полагать, что многие особенности тропических почв и почвенного покрова тропических областей связаны не с почвенными процессами, а с явлениями эндогенной природы. Это могут быть различные гидротермальные процессы, связанные с современным или древним вулканизмом; магматические и постмагматические процессы, явления, сопутствующие разломам и т. п. Общая особенность всех этих процессов заключается в их несравненно большей преобразующей (по отношению к исходным породам) мощности по сравнению с экзогенным (гипергенным) почвообразованием и выветриванием, обусловленной такими факторами, как высокие температуры, большое давление, наличие агрессивных минеральных кислот. По-видимому, многие природные феномены, которые рассматриваются почвоведомы как результат почвенного выветривания и почвенно-химической миграции и аккумуляции веществ, в действительности представляют собой продукты гидротермального метасоматоза и эндогенных геохимических процессов. Рассмотрим основные аргументы, обосновывающие эту гипотезу.

1. *Экспериментальные исследования в лабораторных условиях* показали, что кислая реакция и повышение температуры на 40–50°C и более резко ускоряют разрушение минералов (Глинка, 1935; Педро, 1971; Prescott, 1952 и др.). Аналогичные результаты наблюдаются в природных условиях. Ацидногидротермальное выветривание на порядки интенсивнее выветривания в нормальных почвенных условиях (Набоко, 1958; Разумова, 1977; Соколов, 1973; Чухров, 1955 и др.).

2. *Гидротермальный генезис природных феноменов*, принципиально близких по свойствам красным ферраллитным почвам (корам), латериту и шпингиту, по-видимому, для ряда объектов может считаться доказанным. Так же как и принципиальная возможность их формирования в самых разных климатических условиях (Набоко, 1958; Петров, 1967; Разумова, 1977; Саужов, 1975; Чухров, 1955 и др.).

Напомним, что почвенная гипотеза генезиса красных ферраллитных почв (кор) и латоплинта до сих пор не столько доказывалась, сколько принималась как самоочевидная. Основанием для этого служили их широкое распространение именно в условиях тропического климата и площадной характер залегания. В настоящее время убедительно показано, что эти аргументы не могут рассматриваться в качестве достаточных для доказательства почвенной гипотезы. Установлено, что гидротермальные коры могут иметь не только линейное, но и площадное залегание, а их ареал не

ограничен условиями влажно-тропического климата (Разумова, 1977 и др.).

Строго, говоря, уже эти два обстоятельства позволяют считать, что было бы логично во всех сомнительных случаях считать, что в первую очередь в доказательствах нуждается именно почвенная, а не гидротермальная гипотеза.

3. *Набор собственных свойств красных ферраллитных почв (кор) и латоплинта* отнюдь не свидетельствует об их почвенном происхождении.

а. Характерной особенностью красных ферраллитных почв (кор) справедливо читается монотонность их профиля, слабая дифференциация на генетические горизонты. В тех случаях, когда эти горизонты выражены, мощность дифференцированной на генетические горизонты толщи сопоставима с мощностью профиля вне-тропических почв. С позиций «педогенной ферраллитности» эта особенность не находит логичного объяснения. Скорее, следовало бы ожидать, что агрессивные почвенные процессы, превратившие исходную породу в ферраллитный материал, должны в первую очередь привести к резкой дифференциации профиля на горизонты, как это имеет место во всех случаях почвообразования под влиянием агрессивных почвенных растворов. С нашей точки зрения, логичнее предположить высокую интенсивность допочвенных гидротермальных процессов, сформировавших красную ферраллитную кору, и относительно слабое преобразование этого материала под влиянием почвообразования и почвенного выветривания. Одной из причин последнего обстоятельства служат, очевидно, глубокая выветрелость и инертность того материала (красного ферраллитного), который подвергается воздействию почвенных процессов.

б. В процессе почвообразования красный цвет не только не становится более интенсивным, но, напротив, постепенно тускнеет и сменяется бурым. Этот принципиально важный факт хорошо известен, он описан в самых различных регионах с тропическим и субтропическим климатом (Ромашкевич, 1974; Фридланд, 1964; Шишов, 1981 и др.). Наши наблюдения подтверждают повсеместность этого явления и его характерность для автономного почвообразования. Если рассматривать красный цвет как результат почвообразования, то очень трудно понять, почему этот почвенный признак без существенного изменения условий почвообразования начинает деградировать. Предположение о гидротермальном происхождении красного ферраллитного материала и его побурении в почвенных гидротермических условиях за счет гидратации высоко-

температурных железистых минералов снимает это противоречие. С нашей точки зрения, сама окраска средней и нижней частей профиля свидетельствует о ее непочвенном происхождении: в окраске преобладают яркие чистые тона самых причудливых оттенков (красных, малиновых, желтых, даже фиолетовых), что совершенно нехарактерно для почвенных процессов.

в. Над латоплинтом могут формироваться различные типы почвенных профилей. Принципиально важно, что обычно формируется профиль, полностью лишенный не только современных или древних признаков гидроморфизма, но и признаков существенного элювиально-иллювиального перераспределения железа.

Положение латоплинта по отношению к генетическим почвенным горизонтам обычно не обнаруживает строгой приуроченности, латоплинт может располагаться на любой глубине почвенного профиля и за его пределами.

Эти факты широко известны. Обычно их пытаются объяснить реликтовым характером латоплинта и эрозией. Но описанные закономерности характерны и для условий, практически исключающих эрозионную деятельность.

г. Для плинтитового горизонта, залегающего под латеритом, характерно наличие выбеленных обезжелезненных участков. Это дает основания рассматривать именно плинтит и белую глину в качестве источника железа, накапливающегося в латерите. Одна из существующих гипотез предполагает образование латерита за счет восходящей миграции растворов в сухое время года. Плинтит и белая глина при этом рассматриваются как глеевые горизонты. Ряд положений этой гипотезы вызывает сомнения. Плинтит не имеет морфологических признаков оглеения. В его окраске чередуются не холодные и охристые тона, что характерно для глеевых (в том числе, тропических) почв, а яркие чистые красные и белые участки, что типично для гидротермально-измененных пород. В латеритах Западной Грузии выявлены высокотемпературные минералы оксидов железа (Ильина, Лежава, 1990).

Плинтит практически водонепроницаем; он не содержит ни корней растений, ни гумуса. Обычно он вообще лишен более или менее выраженных признаков почвообразования. Все это делает мало правдоподобными представления как об оглеенности плинтита, так и о возможности интенсивных миграционных процессов, без которых необъяснимо ни почвенное выветривание и оглинивание, ни почвенно-геохимическое формирование латерита. Представляется, что известная сумма фактов, характеризующих плинтит, более логично объясняется воздействием восходящих кислот

термальных вод (Соколов, Лежава, 1990; Соколов, Шипов и др., 1990; Соколов, Михайлов, 1992).

д. Минералогический состав красных ферраллитных почв и горизонтов латоплинта образован типичными ассоциациями гидротермальных минералов:

- в минеральном составе тонкодисперсных фракций преобладают индивидуальные минералы-алюмосиликаты с совершенной рентгенографической структурой; в верхних горизонтах в результате почвенного выветривания происходят разупорядочивание структуры и аморфизация тонкодисперсных минералов;

- в минералогическом составе крупных фракций присутствуют кристаллы новообразованного кварца и оплавленный кварц, в максимально выветрелых горизонтах обычен новообразованный «свежий» биотит;

- латеритные горизонты содержат кварцевые и кварцево-железистые конкреции и жилы; железистые латеритные горизонты могут замещаться кварцевыми кирасами;

- оксиды железа представлены высокотемпературными фазами – грубодисперсными магнитожесткими гематитом и гетитом, минералами, которые характерны для гидротермального метасоматоза, но не формируются в гипергенных условиях.

4. *Географические закономерности распространения красных ферраллитных почв и латоплинта.*

а. Красные ферраллитные почвы (коры) и латоплнт не имеют повсеместного распространения в пределах тропического пояса. Имеется определенная тенденция их тяготения к регионам современной или бывшей тектонической активности, вулканическим областям, зонам разломов и т. п. Нередко они встречаются и за пределами тропического и субтропического поясов. Не обнаруживается достаточно строгой приуроченности и к принципиально разным условиям увлажненности климата.

б. Строгая приуроченность латоплинта к определенным условиям рельефа отсутствует. В настоящее время достаточно популярны представления о залегании латоплинта в гетерономных условиях. Все случаи его нахождения на склонах и водоразделах рассматриваются как реликтовые и объясняют или эрозией, или тектоникой. Наши наблюдения свидетельствуют о том, что латоплнт характерен скорее для автономных, чем гетерономных условий. Он обычен для куполообразных пологих поднятий, занимая водоразделы и склоны и залегая субпараллельно дневной поверхности. В литературе латерит ранее обычно описывался как автономное образование; именно этот факт и пытались объяснить популярные в

прошлом генетические гипотезы (Глинка, 1936; Петров, 1967; Разумова, 1977; Keller, 1957; Prescott, 1953 и др.).

в. Анализ региональных особенностей почвенного покрова не убеждает в справедливости гипотезы о почвенно-геохимическом происхождении латоплинта. Этот феномен может быть характерен для ареалов, в пределах которых практически отсутствуют заболоченные почвы. Отсутствуют и признаки повышенной ландшафтно-геохимической подвижности железа (обезжелезненность автономных почв, аккумуляция железа у выходов на поверхность почвенно-грунтовых вод и т. п.). С другой стороны, современные болотные почвы обычно лишены не только латеритного и плингитового горизонтов, но и не имеют ярких признаков современного почвенного конкrecioобразования.

5. *Эколого-генетический анализ зонального спектра тропических автономных почв.* В качестве исходной позиции примем утверждение о том, что генетическая концепция (если она справедлива) должна непротиворечиво объяснить не только причину и механизм генезиса определенного свойства или определенного почвенного типа, но и всю совокупность почвенных феноменов, формирующихся при принципиально близком сочетании факторов почвообразования (Соколов, 1988). В условиях влажно-тропического климата помимо красных ферралитных и близких им почв формируются так называемые бурые тропические и гумусово-карбонатные почвы. Эти почвы лишены тех свойств, которые считаются характерными для условий тропиков; они не имеют ни ярких чистых тонов в окраске, ни исключительно большой мощности, ни ферраллитного состава. Традиционно наличие этих почв объясняют их молодостью. Наш опыт не позволяет признать это объяснение универсальным. Нам приходилось наблюдать чередование в почвенном покрове красных ферралитных, бурых и гумусово-карбонатных почв в условиях, которые не давали оснований предполагать их принципиальную разновозрастность.

Принципиально важно, что в пределах профиля не прослеживается эволюционная смена «бурого» почвообразования «красным». В красных ферралитных почвах красный цвет характерен уже для зоны сапролита, а в профиле бурых почв не появляются красные оттенки в верхних, наиболее выветрелых горизонтах. Логичнее говорить о принципиально различных направлениях (и механизмах) выветривания, но не об эволюционном развитии единого направления почвообразования и выветривания от бурых почв к красным.

Интересные результаты могут быть получены при сравнении вулканических почв, возраст которых определяется сравнительно надежно. Наш опыт изучения вулканических почв в широком диапазоне условий от полярных и бореальных до тропических и экваториальных свидетельствует о том, что: а) одновозрастные вулканические почвы могут формироваться на принципиально разном по исходному составу материале: от невыветрелого до глубоковыветрелого (в том числе красного по цвету) и б) принципиально близкие по возрасту голоценовые почвы, формирующиеся в полярно-бореальных и тропических условиях, различаются по степени выветрелости исходного материала, скорее, количественно, чем качественно.

Мы не сомневаемся в корректности многочисленных фактов, свидетельствующих о сравнительно большем возрасте красных ферраллитных почв по сравнению с бурыми (в том числе и для почв на вулканических отложениях). Однако генетическая гипотеза, традиционно привлекаемая для объяснения этих фактов, не представляется нам единственно возможной. Ведь миллионы лет тому назад, когда, как предполагается, формировались красные ферраллитные почвы, могли существовать принципиально иные условия выветривания. Может быть, дело именно в этом, а не в длительности процессов выветривания и почвообразования?

Нам представляется принципиально важным сам факт существования в тропическом климате почв как с красным, так и с бурым цветом профиля. Причем возраст последних достигает по крайней мере сотен тысяч и первых миллионов лет. Трудно предположить, что это результат разной длительности процесса. Логичнее допустить существование в прошлом таких условий, в которых формировались красные (высокотемпературные) продукты выветривания. А нормой почвообразования в условиях влажно-тропического климата являются именно бурые почвы. Об этом свидетельствует и дерубефикация, и побурение верхних горизонтов красных почв, о чем говорилось выше.

По-видимому, существующий спектр автономных почв влажно-тропического климата находит логичное непротиворечивое объяснение, если предположить, что не все почвы (от красных ферраллитных до бурых и гумусово-карбонатных) в равной степени отражают почвеннообразующий потенциал климата, под которым мы понимаем изменение исходных пород за определенный срок в результате почвообразования при данных климатических условиях. Часть почв или часть свойств отражает принципиально иные условия гидротермального допочвенного выветривания, это

сингенетичный комплекс свойств: яркая окраска, глубокая выветренность, большая мощность, ферралитный состав.

6. Красные ферралитные почвы (коры) и латоплент в их первичном залегании приурочены к определенным стратиграфическим позициям, т. е. к определенным отрезкам времени в прошлом. Логично предположить, что в эти периоды обстановка выветривания и миграции веществ была достаточно специфичной. В ряде случаев удастся установить, что к этому времени было приурочено усиление активности эндогенных процессов: тектонических, разломных, вулканических (Разумова, 1977).

Все изложенное выше дает основания предложить для обсуждения и экспериментальной проверки следующую генетическую гипотезу: *такие феномены тропического почвообразования, как яркая окраска с преобладанием чистых оттенков красного цвета, глубокая выветренность, большая мощность выветрелой толщи, формирование горизонтов латерита и плинтита, которые принято считать итогом тропического почвообразования и связывать с особенностями биоклиматических условий (большие запасы тепла, интенсивное промачивание, активный биологический круговорот) и длительностью почвообразования, представляют собой исходные свойства почвообразующих пород. Причиной возникновения этих свойств были в основном эндогенные процессы: гидротермальный метасоматоз и миграция веществ с напорными агрессивными термальными растворами.*

К обсуждаемой проблеме близко примыкает еще один круг генетических вопросов. В почвоведении до сих пор господствует (или, по крайней мере, широко распространено) представление о том, что главной причиной образования тонкодисперсных глинистых минералов является внутripочвенное выветривание (Глинка, 1955; Глазовская, 1981; Горбунов, 1957; Ковда, 1973; Польшов, 1944 и др.). Их принято называть вторичными в отличие от первичных, которые унаследованы от магматических пород. Считается, что профиль глинистого вещества сингенетичен почвенному профилю (особенно при ортоэлювиальном почвообразовании), индивидуален для разных типов почвообразования и отражает биоклиматические условия почвообразования. В настоящее время имеются все основания существенно уточнить эти представления. Нет сомнений, что определенные характеристики глинистого профиля могут быть сингенетичны почвообразованию; минералы-соли, минералы-оксиды, аллофаноиды, органо-минеральные соединения, некоторые структурно-химические изменения в строении и составе исходных глинистых кристаллитов и т. п. Этот комплекс признаков с успехом может использоваться (и используется) для генетической диагно-

стики почв. Он обладает определенной рефлекторностью и сенсорностью по отношению к биоклиматическим условиям. Вместе с тем установлено, что основным источником глинистых минералов на Земле были процессы гидротермального метасоматоза, формировавшие коры выветривания задолго до возникновения жизни и появления первых почв (Набоко, 1958; Разумова, 1977; Сауков, 1975; Чухров, 1955 и др.). Полученные за последнее время материалы свидетельствуют о том, что в основе глинистого компонента большинства почв лежит комплекс минералов, унаследованный от исходных почвообразующих пород (это возможно даже при ортоэлювиальном почвообразовании). Состав глинистых минералов всегда определяет генетические особенности почв, но далеко не всегда является результатом почвообразования в настоящее время или в прошлом (Градусов, Соколов, 1978).

Попробуем рассмотреть один из наиболее очевидных контраргументов: если красные ферралитные почвы (коры) и латоплит имеют эндогенное происхождение, то почему они приурочены главным образом к тропическим условиям и почему в тропиках господствуют яркоокрашенные глубоковыветрелые почвы? Этот вопрос, безусловно, требует убедительного ответа на основе специальных исследований. В первом приближении можно предложить такое объяснение. Известно, что активность тектонических, сейсмических, магматических, вулканических и прочих эндогенных процессов носит пульсирующий характер. Эпохи глобальной эндогенной активности с периодичностью порядка миллионов лет сменяются более спокойными эпохами. В периоды высокой активности эндогенных процессов на Земле активная роль гидротермального корообразования могла быть практически повсеместной (Набоко, 1958; Разумова, 1977; Чухров, 1955 и др.). Дальнейшая судьба этих кор и слагающего их материала в тропических и бореальных областях была принципиально различной. В бореальных областях материковые оледенения многократно уничтожали и переоткладывали рыхлый материал на поверхности суши. Сохранились только глубокие линейные коры, остатки поверхностных кор и в виде так называемых сапролитов, и переотложенные красноцветные продукты в составе древних морен. Роль древних эндогенных процессов в формировании свойств современного почвенного покрова здесь сравнительно мала.

Иное дело в тропических внеледниковых областях. Здесь отсутствовал столь мощный механизм практически полного уничтожения рыхлого чехла суши. В зависимости от условий рельефа и характера растительности древние коры могли либо сохраниться

без существенных нарушений, либо разрушались и переотлагались процессами эрозии, дефляции, крипа, солифлюкции и др. Красноцветный глубоковыветрелый материал накапливался в толще осадочных пород. На протяжении многих миллионов лет эпохи корообразования неоднократно возобновлялись, материал этих кор накапливался на поверхности суши. В итоге сформировался чехол рыхлых отложений, в той или иной форме и степени унаследовавший характерные черты гидротермального корообразования – яркую хроматическую окраску и глубокую выветрелость материала.

Возможно, определенную роль играет и тот факт, что именно к тропическим широтам приурочен пояс максимальной тектонической, вулканической и сейсмической активности (Личков, 1960). Можно полагать, что аналогичная закономерность была характерна и для былых эпох.

## **НЕКОТОРЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СЛЕДСТВИЯ КОНЦЕПЦИИ «ПОЧВООБРАЗОВАНИЕ И ГИДРОТЕРМАЛЬНЫЙ ПРОЦЕСС»**

1. Почвообразование как природный глобальный процесс и педосфера как саморегулирующаяся природная система открытого типа могут быть понятны только в том случае, если они анализируются на фоне и с учетом явлений более высокого ранга и с большими характерными временами: экзогенеза как природного процесса и экзосферы или геодермы как системы. Напомним, что ранее экзогенез был определен как совокупность всех процессов, формирующих поверхностный чехол почв и рыхлых отложений на суше Земли: литогенез, выветривание, почвообразование, денудация, ландшафтно-геохимическая миграция веществ и т. п. (Соколов, 1973; Соколов, Градусов, 1981). По-видимому, в этот круг процессов должны включаться и эндогенные по своей природе процессы, активно преобразующие геодерму: гидротермальный метасоматоз, эндогенная геохимическая миграция и т. п.

Понимание экзосферы (геодермы) как контактного новообразования на границе литосферы, биосферы и атмосферы оказывается недостаточным. Геодерма суши Земли – результат взаимодействия экзо- и эндогенных процессов, в ряде случаев эти процессы синхронны. Тропические почвы могут быть поняты только на фоне закономерностей гидротермального типа экзогенеза, формирующего геодерму, характеризующуюся принципиально значимой ролью эндогенных псевдопочвенных (педоморфных) признаков.

2. В случае справедливости предложенной гипотезы, создаются теоретические предпосылки для создания внутренне непротиворечивой генетической классификации почв мира, в которой педо- и литогенные признаки будут разделяться и учитываться по единым принципам, в одних и тех же таксонах или в различных компонентах – координатах (профильно-генетической и породной). В тропических почвах надежно диагностируются элементарные почвенные процессы (гумусонакопление, иллювиально-гумусовый, выпелачивание, лессиваж, оглеение, оструктурирование и т. п.), которые и должны определять те диагностические признаки, на основе которых строится профильно-генетический компонент почвенной классификации. Такие литогенные свойства, как яркая окраска, глубокая выветрелость, большая мощность, наличие латерита и/или плинтита должны учитываться либо на едином для всех почв суши специальном таксономическом уровне, либо классифицироваться в рамках самостоятельной (породного или литолого-минералогического компонента) генетической классификации, как это и делается в настоящее время для почв внетропических областей.

3. Находит логичное объяснение и тот географический парадокс, о котором говорилось выше (азональность тропического почвообразования). Эндогенные признаки и не должны подчиняться законам биоклиматической рефлекторности и сенсорности (в частности, законам зональности). Наш опыт позволяет утверждать, что если тропические почвы классифицировать по почвенным генетическим свойствам (а не по эндогенным породным признакам), то и географические закономерности оказываются вполне логичны и подчинены единым законам географии почв. Это обстоятельство можно рассматривать как косвенный аргумент в пользу предлагаемой гипотезы.

Почвенный профиль всегда наследует свойства исходных почвообразующих пород. Экологическая и агроэкологическая роль этих свойств очень велика, часто – первостепенна. В частности, в тропиках экологически наиболее значимы именно такие породные признаки, как наличие и глубина залегания латерита и/или плинтита, ферраллитность, мощность рыхлой толщи и т. п. Это обстоятельство должно в полной мере учитываться при почвенно-экологическом картографировании. В настоящее время в нашей стране большинство методов почвенного картографирования ориентированы на составление собственно почвенных или почвенно-генетических карт. Назрела необходимость разработки методов

почвенно-экологического картографирования с акцентом на экологически значимые признаки, независимо от их происхождения.

Наличие красноцветных глубоковыветрелых толщ в настоящее время рассматривается как надежное свидетельство влажно-тропических условий их формирования (Страхов, 1962 и др.). По-видимому, этот подход, столь популярный в геологии и палеогеографии, должен применяться с известной осторожностью.

И ферраллитный состав, и наличие горизонтов латерита и/или плинта представляют собой важные в хозяйственно-экологическом отношении характеристики почв. Это значит, что они не только должны быть адекватно отражены в классификации почв, о чем мы уже говорили выше, но и точно показаны на почвенных картах. Это возможно только на основе изучения географических закономерностей гидротермального процесса и установления зависимости между гидротермальными феноменами и картографируемыми признаками. Последнее далеко не всегда методически обосновано. Если при картографировании территорий с естественным растительным покровом в качестве картографируемого признака может быть использована растительность, которая обычно достаточно чутко реагирует на глубину залегания латоплинта и ферраллитность материала, то картографирование освоенных территорий может вызвать определенные трудности. Привычные связи почвенных свойств с визуально картографируемыми факторами (рельефом, растительностью) могут отсутствовать. По-видимому, необходимы специальные методические разработки как общего, так и регионального характера.

Мы далеки от мысли, что изложенные выше аргументы достаточны для того, чтобы убедить в справедливости предлагаемой гипотезы. Но, по-видимому, они достаточны для того, чтобы утверждать право гипотезы на существование и считать целесообразным ее экспериментальную проверку и ее обсуждение как альтернативной при генетических интерпретациях.

## **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ ЭКОЛОГО-ГЕНЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ТРОПИЧЕСКОГО И БОРЕАЛЬНОГО ГУМИДНОГО ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ**

Имеет смысл специально обсудить вопрос о различиях между гумидным тропическим и бореально-умеренным почвообразованием. Этот вопрос имеет давнюю историю. Принято считать, что тропическое почвообразование отличается очень большой мощностью почвенных профилей (метры, а по некоторым данным, и пер-

вые десятки метров), яркой окраской красных тонов и очень глубокой выветрелостью с интенсивным остаточным накоплением инертных минералов и оксидов железа и алюминия (ферраллитный тип выветривания). С нашей точки зрения, эти представления не вполне корректны. Они основаны на сравнении несопоставимых объектов: бореальных почв на четвертичных отложениях и тропических почв на древних гидротермальных корках выветривания. Основные свойства тропических почв в действительности представляют собой свойства исходных почвообразующих пород (мощность, цвет, ферраллитность). Более корректно этот вопрос может быть решен сравнением почв на коренных плотных породах, которые не подвергались допочвенной гидротермальной проработке (табл. 14).

Таблица 14

**Сравнительная эколого-генетическая характеристика тропического и бореального гумидного почвообразования**

| Сравниваемые параметры                              | Почвообразование                                                                                                                             |                                                                                                                                                                             |
|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                     | тропическое                                                                                                                                  | бореальное                                                                                                                                                                  |
| 1                                                   | 2                                                                                                                                            | 3                                                                                                                                                                           |
| Состав геодермы (почвы, педолиты, непочвенные тела) | Древние почвы на гидротермалитах, древние почвы на коренных плотных породах, латериты и киласы, флювиальные и антропогенные почвы и реголиты | Плейстоцен-голоценовые почвы на рыхлых ледниково-перигляциальных отложениях, голоценовые почвы на коренных породах, торфяные, аллювиальные и антропогенные почвы и реголиты |
| Модальные почвы:                                    | Ферраллитные красные и желтые                                                                                                                | Подбелы, подзолистые                                                                                                                                                        |
| 1. Генетическая модель почвообразования             | Палеогидротермальная аутополигенетическая                                                                                                    | Палеосинлитогенная аллополигенетическая                                                                                                                                     |
| 2. Направление почвообразования                     | Тотально-элювиальное, элювиально-иллювиальное                                                                                                | Элювиально-иллювиальное                                                                                                                                                     |
| 3. Мощность                                         | $n \times 10$ см                                                                                                                             | $n \times 10$ см                                                                                                                                                            |
| 4. Возраст                                          | $n \times 10^{5-6}$ лет                                                                                                                      | Плейстоцен-голоценовый                                                                                                                                                      |
| 5. Различия в системе почвы-порода:                 |                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                             |
| а) геохимические                                    | Слабые или резкие                                                                                                                            | Слабые или резкие                                                                                                                                                           |
| б) граница                                          | Постепенная                                                                                                                                  | Постепенная                                                                                                                                                                 |
| 6. Механизм выветривания (характерный)              | Прямое биогенное                                                                                                                             | Агрессивные растворы                                                                                                                                                        |
| 7. Механизм и роль биотурбаций                      | Роющая деятельность червей, гомогенизация                                                                                                    | Ветровалы, нанокompлексность почвенного покрова                                                                                                                             |

| 1                                      | 2                                                                                                                                                                                                     | 3                                                                                                                                                 |
|----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Почвы на коренных плотных породах:     | Бурые тропические                                                                                                                                                                                     | Подзолистые, буроземы                                                                                                                             |
| 1. Генетическая модель                 | Аутополигенетичная                                                                                                                                                                                    | Аллополигенетичная                                                                                                                                |
| 2. Направление почвообразования        | Тотально-элювиальное, метаморфическое                                                                                                                                                                 | Элювиально-иллювиальное, метаморфическое                                                                                                          |
| 3. Мощность                            | $n \times 10$ см                                                                                                                                                                                      | $n \times 10$ см                                                                                                                                  |
| 4. Возраст                             | $n \times 10^{5-6}$ лет                                                                                                                                                                               | Голоценовый                                                                                                                                       |
| 5. Различия в системе почва-порода:    |                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                   |
| а) геохимическая                       | Очень резкие                                                                                                                                                                                          | Слабые/резкие (A2, Bfh)                                                                                                                           |
| б) граница                             | Резкая                                                                                                                                                                                                | Постепенная                                                                                                                                       |
| 6. Характерные механизмы выветривания: |                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                   |
| а) геохимического                      | Прямое биогенное                                                                                                                                                                                      | Агрессивные растворы                                                                                                                              |
| б) физического                         | Резко ослаблено                                                                                                                                                                                       | Криогенное, термоградиентное                                                                                                                      |
| 7. Текстура                            | Мелкоземистая                                                                                                                                                                                         | Грубая хрящевато-глыбистая                                                                                                                        |
| 8. Механизм и роль биотурбаций         | Роющая деятельность червей, гомогенизация                                                                                                                                                             | Ветровалы, наноконплексность почвенного покрова                                                                                                   |
| Характерные факторы, определяющие:     |                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                   |
| а) черты сходства                      | Гумидный климат, голоценовый «литологический покой»                                                                                                                                                   | Гумидный климат, голоценовый «литологический покой»                                                                                               |
| б) основные различия: климатогенные    | Стабильный влажно-тропический климат                                                                                                                                                                  | Контрастные изменения климата за последние 10–15 тыс. лет, эпохи криогенеза, сезонность климата, температурные контрасты                          |
| литогенные                             | Отсутствие механизмов покровного седиментогенеза и тотальной денудации, возраст геодермы $n \times 10^{5-6}$ лет, распространены древние гидротермальные ферраллитные коры выветривания и их дериваты | Периодический покровный седиментогенез и тотальная денудация, возраст геодермы плейстоцен-голоценовый, силлитные голоцен-плейстоценовые отложения |

В этом случае результаты сравнения оказываются существенно иными. Бореальные и тропические гумидные почвы характе-

ризуются принципиально близкой направленностью почвообразования, сопоставимой мощностью почвенных профилей и сходной (бурой) окраской. Их различия касаются в основном степени выветрелости и контрастности геохимических различий между почвой и исходной плотной породой, характера границы между почвой и породой и степени дифференцированности почвенного профиля. Коротко остановимся на факторно-генетической обусловленности этих отличий. Основным механизмом почвенного выветривания в тропиках является прямое воздействие биоты на породу – корневые выделения, переработка минералов в желудочно-кишечном тракте педофауны, в первую очередь, дождевых червей. Продукты жизнедеятельности биоты либо выносятся, либо вовлекаются в биологический круговорот, что в конечном счете также приводит к их выносу. За тот большой срок, который прожили почвы тропиков, это привело к глубоким изменениям в составе почв по сравнению с исходной породой. Одновременно происходила постоянная гомогенизация верхней рыхлой толщи деятельностью червей. В результате сформировался достаточно однородный глубоко выветрелый слой, который мы называем элюитным (Соколов, 1992, 1993). Хорошо выражен обычно только гумусовый горизонт с малым характерным временем.

Малая мощность почвенного профиля тропических почв на плотных породах (обычно около 40–60 см) и резкая граница между элюитным мелкоземистым слоем и плитой плотных пород объясняется тем, что в условиях тропиков практически отсутствуют механизмы физического выветривания, которые столь активны в бореальном климате. В бореальном климате физическое выветривание (криогенное, термоградиентное) формирует мощную щебнисто-глыбовую кору выветривания, в верхней части которой и формируется почвенный профиль. Поэтому здесь почвы щебнисты и граница их перехода к породе постепенная. В тропиках плита породы «ссыдается» и трансформируется только химическими, биохимическими и биологическими процессами почвенного выветривания. Это определяет медленность процесса, малую мощность и нещебнистость новообразованного материала. Постоянная гомогенизация элюитного горизонта объясняет его однородность, отсутствие ярко выраженных почвенных горизонтов и резкость границы между элюитным слоем и плитой породы.

С позиций изложенных выше генетических представлений имеет смысл обсудить проблему так называемых «ситосолой». Этим термином в большинстве международных и многих национальных классификаций обозначают почвы с маломощным мелко-

земистым профилем и близким подстиланием плитой плотных пород. Генетически они традиционно трактуются как смытые и малоразвитые. Поэтому проблемы их генезиса, диагностики и классификации не привлекают серьезного внимания исследователей и решаются достаточно схематично. Если наша гипотеза верна, то придется признать, что именно литосоли нередко следует рассматривать как норму зрелого тропического почвообразования на плотных породах, а проблемы их генезиса и классификации требуют самого пристального изучения. Сказанное, очевидно, не исключает существования маломощных смытых почв, для которых современные представления о литосолях корректны, но это уже другой вопрос.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На региональных примерах мы рассмотрели результаты взаимодействия процессов почвообразования с широким спектром экзо- и эндогенных процессов, участвующих в формировании геодермы – кожи Земли. Попытаемся представить себе проблему «экзогенез и почвообразование» в обобщенном виде.

Почвы и почвенный покров представляют собой важнейший компонент геодермы. Геодерма вообще и почвенный покров в особенности выполняют глобальную функцию – обеспечивают существование и эволюцию биосферы Земли. В свою очередь биосфера представляет собой одно из главных условий формирования геодермы и одновременно является одним из ее компонентов. Геодерма и биосфера образуют во времени и пространстве единую систему со множеством прямых и обратных связей. Фокусом их взаимодействия, их генетического, эволюционного и географического единства является почвенный покров. Генетические модели формирования почв и почвенного покрова определяются соотношением процессов почвообразования с эпи- и сингенетичными процессами экзогенеза, в том числе, с процессами эндогенной природы.

Кроме того, геодерма образована телами непочвенной природы: как в принципе литогенными и абитическими, так и почти полностью биогенными. Биосферно-экологические функции этих тел (рыхлые наносы, плотные породы, гидротермальные коры выветривания, латериты, кирасы, солевые коры, торфяники, коралловые острова и т. п.) и собственно почв, несмотря на принципиальные различия их свойств и законов формирования, во многом

принципиально близки. Хотя возможности выполнения ими этих функций существенно различны.

Во времени и пространстве почвы и все остальные экзосферные тела, образующие геодерму, связаны бесконечным набором (генетической секвентностью) природных образований, формирующихся под влиянием как собственно почвенных процессов, так и процессов геологической или биотической природы.

В формировании геодермы всегда принимали (и принимают в настоящее время) участие не только экзогенные (почвообразование, выветривание, седиментогенез, денудация, геохимическая миграция и т. п.), но и эндогенные (гео- и гидротермальные, гидрогенно-аккумулятивные и т. п.) процессы. Наиболее существенна экзогенная и почвообразующая роль эндогенных процессов в тектонически активных областях: зонах разломов, солянокупольной тектоники, современного вулканизма и т. п. Формы и степень их участия в формировании геодермы и почвенного покрова могут быть очень различными: от глубокого (современного или древнего) преобразования поверхностных пород с формированием таких феноменов, как ферраллитные мощные коры и бронирующие поверхность твердые латериты и кирасы, до слабого, трудно диагностируемого влияния на состав жидкой и газовой составляющей (фазы) современных почв и поверхностных отложений.

На большей части суши земного шара почвы и почвенный покров формировались и формируется по законам сложных генетических моделей. Простые генетические модели сравнительно редки. Конкретный тип генетической модели определяется соотношением процессов почвообразования с другими эпи- или сингенетическими почвообразовательными процессами экзогенеза. Этим соотношением определяются основные самые общие законы формирования почв и почвенного покрова и соответственно самые общие правила и методологические особенности их изучения и понимания.

Все образующие геодерму тела в подавляющем большинстве случаев характеризуются закономерной структурной организацией. Они закономерно анизотропны как в вертикальном (профиль, состоящий из генетических горизонтов), так и в горизонтальном (педоны, почвенный покров и др.) направлении.

Наиболее сложно организованы почвы и почвенный покров. В природе крайне редко можно встретить почвенные тела, организация которых обусловлена только собственно почвенными процессами, преобразовывавшими и преобразующими исходно однородную почвообразующую породу. Преобладают почвенные тела, сформированные на закономерно организованной в горизон-

тальном плане и в вертикальном профиле почвообразующей породе. Почвенный профиль наследует и трансформирует литогенный профиль, почвенный покров наследует и трансформирует литогенно-дифференцированный покров.

Литогенный профиль и литогенный покров могут сформироваться в результате (а) «первичных» процессов, формировавших исходный субстрат (флювиальный или эоловый седиментогенез, ледниковый или солифлюкционный транспорт, излияние вулканических лав или извержение вулканокластических пород и т. п.) и (б) разнообразных постседиментогенных, но допочвенных процессов, преобразующих и дифференцирующих исходный субстрат до начала почвообразования или синхронно с почвообразованием (диагенез флювиальных осадков, гидрогенная аккумуляция веществ, гидротермальный метасоматоз, импัลверизация солей, криогенные турбации и сортировки и т. п.).

Корректная теоретическая генетическая концепция может быть разработана только на основе адекватного отражения всей сложности, всей полигенетичности того полипрофильного объекта, который мы по традиции называем просто почвенным профилем. Реально в почвенном профиле пространственно совмещены и генетически интегрированы два или более генетически разных профилей лито- и педогенной природы.

Собственно педогенный профиль генетически стратифицирован обычно на три принципиально разных профиля: (а) профиль «почвы-памяти», образованный устойчивыми и консервативными реликтовыми признаками, которые сформировались под влиянием бывшего сочетания факторов и не отвечают их современному состоянию; (б) профиль «почвы-отражения», образованный устойчивыми современными свойствами, возникшими под влиянием современных факторов и отражающих современные природные условия и (в) профиль «почвы-жизни», образованный динамическими почвенными свойствами (гидрологический, температурный, пищевой, окислительно-восстановительный и т. п.) и отражающий современную динамику (суточную, сезонную, среднегодовую) природных условий.

Возникает сложная, интересная как в теоретическом, так и в практическом отношении проблема классификационного и картографического моделирования столь полигенетичных объектов. Поскольку лито- и педогенные профили формируются и распределяются в пространстве по своим собственным эколого-генетическим и географическим законам, теоретически наиболее логичен и перспективен путь их раздельного классифицирования и

картографирования. Но поскольку все элементарные профили, образующие объект нашего изучения, пространственно совмещены в едином почвенном профиле (а в плане образуют единую структуру почвенного покрова, которая также может быть понята и моделирована на основе раздельного понимания лито- и педогенной структуры), их самостоятельные классификации должны быть объединены в качестве самостоятельных координат или компонентов единой базовой субстантивно-генетической почвенной классификации. Соответственно карты лито- и педогенных почвенных профилей объединены в единую систему карт любого масштаба и для территории любого размера – от обзорных карт мира до детальных карт фермерских хозяйств. Стратегия и тактика экономически рационального и экологически грамотного природопользования должна базироваться на знании почвенного покрова и геодермы во всей их реальной сложности.

Подчеркнем, что в настоящее время наиболее актуальны с теоретической и практической точек зрения работы по классификационному и картографическому моделированию литогенных почвенных свойств (литогенных профилей) и почвенных режимов. Именно эти разделы науки о почве разработаны сравнительно слабо. В основе практически всех авторских, национальных и международных классификаций лежит традиционный и наиболее разработанный профильно-педогенетический подход, он же служит базой для легенд к существующим почвенным картам. Дееспособность этого подхода очевидна, она прошла проверку временем и доказывать ее уже не нужно. Хотя основатель этого научного направления В. В. Докучаев был по достоинству оценен и понят далеко не сразу.

Очевидна огромная экологическая и хозяйственная значимость процессно-режимных характеристик. Однако и методология, и принципы их классификационного и картографического моделирования разработаны значительно слабее. В большинстве существующих классификаций «почва-жизнь» учитывается на достаточно высоком уровне в единой таксономической системе с устойчивыми и консервативными почвенными свойствами лито- и педогенной природы, а при почвенном картографировании передается только опосредованно через названия почв. Теоретические и практические ограничения этого подхода были рассмотрены ранее (Соколов, Таргульян, 1976; Соколов, 1972, 1991, 1993; Фридланд, 1982).

Еще менее разработана проблема классификации и картографирования литогенных почвенных свойств, хотя теоретическая и практическая (как хозяйственно-экономическая, так и экологиче-

ская) ее значимость не меньшая. Без преувеличения можно утверждать, что актуальность этой проблемы пока должным образом не осознана. Это обусловлено рядом обстоятельств.

Докучаевское генетическое почвоведение зарождалось в обстановке острых дискуссий с весьма авторитетными представителями господствовавшей в то время за рубежом агрогеологии. В России уже существовало почвоведение, но как чисто сельскохозяйственная наука, рассматривавшая почву как некий субстрат для выращивания урожая и почти не изучавшая генезис и географию почв. После октябрьского переворота 1917 г. агрогеология была объявлена буржуазной иностранной лженаукой, а прогрессивной наукой – только русское докучаевское генетическое почвоведение. В генетическом почвоведении поддерживалась доктрина В. Р. Вильямса о ведущей роли биологического фактора. Стало общепринятым считать наиболее важными биоклиматически обусловленные (так называемые «зональные») почвенные признаки. «Литогенные» почвенные свойства в классификациях не получали должного отражения. Соответственно отражались они и на почвенных картах сравнительно скупо.

В связи с этим уместно заметить, что, с нашей точки зрения, с возникновением и развитием генетического и агрономического почвоведения агрогеология и зарождающаяся в настоящее время агроминералогия не только не утратили своего значения, но стали еще более актуальными, а сфера их деятельности обозначилась более четко. Главное направление этих наук – агрономическая и экологическая интерпретация литогенных почвенных свойств. Законы генезиса и географии этих свойств и их прикладная интерпретация в наиболее полной форме могут быть поняты и осуществлены с использованием методологии именно геологических дисциплин. «Собственными» объектами агрогеологии и агроминералогии могут быть минеральные тела как естественной, так и антропогенной природы, образующие геодерму и выполняющие экологические функции почвы (современные рыхлые отложения, эродированные территории, рекультивированные территории и т. п.). Агроэкологическое изучение этих объектов перспективно не столько с позиций генетического почвоведения, сколько в теоретических и методологических подходах агрогеологии и агроминералогии. Основная задача генетического почвоведения при изучении этих объектов – прогноз направлений и темпов их эволюции из пород в почвы.

Вторая причина недопонимания всей актуальности проблемы самостоятельного классификационного и картографическо-

го моделирования литогенных почвенных свойств так же имеет исторические корни. Многие экологически и агроэкологически наиболее значимые почвенные свойства литогенной природы традиционно считались педогенными: текстурная дифференциация почв на поверхностных плащеобразных отложениях ледниково-перигляциальных равнин (суглинистых подзолистых, псевдоподзолистых, подбелов, серых лесных, оподзоленных черноземов и др.), ферраллитный состав большинства тропических и субтропических почв, профиль глинистого вещества, наличие и глубина залегания латеритных и плинтитовых горизонтов и т. п. Значимость этих свойств очевидна, необходимость их классификационного и картографического отражения общепризнана. Но все попытки реализовать эту необходимость в парадигме генетического почвоведения порождают массу противоречий. Это естественно, так как все эти свойства имеют не почвенно-генетическую природу; их формирование и географическое распространение не подчиняются почвенным эколого-генетическим и географическим закономерностям.

Именно поэтому литогенные почвенные свойства целесообразно классифицировать в рамках самостоятельной (профильно-литогенетической) координаты базовой почвенной классификации. При картографировании нужно стремиться понять геологические закономерности географии этих почвенных свойств, разработать методологию их картографирования.

Очень важно привлечь к изучению литогенных почвенных свойств специалистов по четвертичной геологии, седиментогенезу, гидротермальным корам выветривания, геохимии, вулканологии и других геологических наук. Нужно изменить ту парадоксальную ситуацию, когда важнейшие почвенные свойства (как почв, так и почвенного покрова) не изучаются или изучаются крайне недостаточно и неадекватно: почвоведрами потому, что эти свойства не имеют почвенно-генетической природы, геологами потому, что эти свойства принадлежат почве – объекту другой науки.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

*Аболин Р. И.* Тайга между Нерчей и Кузнгой // Предварит. отчет об организации и исполнении работ по исследованию почв Азиатской России в 1911 г. СПб., 1912. С. 29–43.

*Александровский А. Л.* Эволюция почв Восточно-Европейской равнины в голоцене. М.: Наука, 1983. 140 с.

*Алисов Б. П.* Проблема широтной климатической зональности // Вестн. МГУ. 1953. № 5. С. 27–34.

*Алифанов В. М.* Палеокриогенез и современное почвообразование. Пушино: ОНТИ ПНЦ РАН, 1995. 320 с.

*Алифанов В. М., Гугалинская Л. А.* Проявление криогенеза в современных и погребенных почвах // Биологические проблемы Севера. Магадан, 1983. С. 227–228.

*Апарин Б. Ф.* Географические закономерности распространения почв с коитактным осветленным горизонтом на двучленных породах // Вести. ЛГУ. Сер. геол. 1975. № 6. С. 129–132.

*Арманд Д. Л.* Географическая среда и рациональное использование природных ресурсов. М.: Наука, 1983. 286 с.

*Афанасьев Я. Н.* Краткий предварительный отчет о почвенных исследованиях в Новозыбковском уезде летом 1913 года // Краткий предварительный отчет о работах по изучению естественно-исторических условий Черниговской губернии в 1913 г. М., 1914. С. 37–78.

*Афанасьев Я. Н.* Зональные системы почв // Зап. Горьковского СХИ. Горки, 1922. 86 с.

*Афанасьев Я. Н.* Классификационная проблема в русском почвоведении // Докл. делегатов на 1-ом конгрессе Межд. общества почвоведов в Вашингтоне. М., 1927. С. 49–108.

*Афанасьев Я. Н.* Основные черты почвенного лика Земли. Минск, 1931. 134 с.

*Безсонов А. И.* Принципы классификации почв // Избр. тр. Алма-Ата, 1960. 256 с.

*Берг Л. С.* Физико-географические (ландшафтные) зоны СССР. Л.: Изд-во ЛГУ, 1938. 427 с.

*Бердников В.* Палеокриогенный микрорельеф центра Русской равнины. М.: Наука, 1976. 170 с.

*Бирина А. Г.* Минералогический и химический состав структурных элементов дерново-подзолистых почв на покровных суглинках: Автореф. дис. ... канд. биол. наук / МГУ. М., 1981. 24 с.

*Боул С., Хоул Ф., Мак-Крекен Р.* Генезис и классификация почв. М.: Прогресс, 1977. 416 с.

*Будыко М. И.* К теории интенсивности физико-географического процесса // Вопр. географии. 1949. Сб. 17. С. 25–45.

*Буроземы и псевдоподзоливание в почвах Русской равнины.* М.: Наука, 1974. 230 с.

*Бутузова О. В.* К характеристике почв Пермской области, развитых на покровном суглинке // Почвоведение. 1964. № 1. С. 38–48.

*Бутузова О. В., Андреева И. М., Чекалова М. И.* Почвы западных районов Ленинградской области // Биохимические процессы в подзолистых почвах. М.: Наука, 1972. 247 с.

*Васильевская В. Д.* Почвообразование в тундрах Средней Сибири. М.: Наука, 1980. 295 с.

*Величко А. А.* Природный процесс в плейстоцене. М.: Наука, 1973. 256 с.

- Верба М. П., Беркгауз В. В.* Интенсивность выветривания минералов крупных фракций в текстурно-дифференцированных почвах // VII съезд ВОП: Тез. докл. Ташкент, 1985. С. 35–37.
- Вернадский В. И.* Биосфера. М.; Л.: Гостеолиздат, 1926. 147 с.
- Вернадский В. И.* Избранные сочинения: В 5 т. М.: Изд-во АН СССР, 1954–1960.
- Виленский Д. Г.* Аналогичные ряды в почвообразовании и их значение для построения генетической классификации почв. Тифлис: Изд-во Закавказ. коммун. ун-та, 1924.
- Волковинцер В. И.* Степные криоаридные почвы. Новосибирск: Наука. Сиб. отделение, 1973. 208 с.
- Волбуев В. Р.* Почвенные зоны Евразии // Изв. АН СССР. Сер. биол. 1960. № 4. С. 34–52.
- Волбуев В. Р.* Экология почв. Баку: Изд-во АН АзССР, 1963. С. 548–549.
- Волбуев В. Р.* Об основах генетической классификации почв // Почвоведение. 1964. № 12. С. 1–16.
- Волбуев В. Р.* Почвенные общности и зональная «структура почвенного покрова» // Почвенные комбинации и их генезис. М.: Наука, 1972. С. 32–40.
- Волбуев В. Р.* Система почв мира. Баку: Элм, 1973. 308 с.
- Высоцкий Г. Н.* Гидрологические и почвенные наблюдения в Велико-Анадолу // Почвоведение. 1899. № 1–4. 1900. № 1–2.
- Высоцкий Г. Н.* Об ороклиматических основах классификации почв // Почвоведение. 1901. № 6. С. 10–28.
- Высоцкий Г. Н.* Глей // Почвоведение. 1905. № 4. С. 291–327.
- Высоцкий Г. Н.* О фитологических картах, способах их составления и практическом значении // Почвоведение. 1909. № 2. С. 97–124.
- Высоцкий Г. Н.* О глубокопочвенном (полнопочвенном) почвоведении // Почвоведение. 1934. № 6. С. 834–842.
- Гаджиев И. М.* Абсолютный возраст почв и закономерности развития почвообразования // Изв. Сиб. отд. АН СССР. Сер. биология. 1981. № 10. Вып. 2. С. 137–144.
- Гаджиев И. М.* Эволюция почв южной тайги Западной Сибири. Новосибирск: Наука, 1982. 270 с.
- Гаджиев И. М., Кленов Б. М.* О дерново-подзолистых почвах со вторым гумусовым горизонтом Свердловской области // География и генезис почв Сибири. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1976. 39 с.
- Гаджиев И. М., Иванов Г. И., Корсунов В. М., Костенков Н. М., Наумов Е. М., Соколов И. А.* Актуальные проблемы изучения почв Сибири и Дальнего Востока // Проблемы почвоведения в Сибири. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1990. –С. 34–42.
- Гедройц К. К.* Почвенный поглощающий комплекс и почвенные поглощенные катионы как основа генетической почвенной классификации. Л., 1925.

*Гедройц К. К.* Осолодение почв. Носовская с.-х. опыт. станция, 1926. 130 с.

*Геммерлинг В. В.* О метаморфозе почвенных образований // *Дневник XII съезда естествоиспытателей и врачей в 1910 г. М., 1910. С. 629–631.*

*Геологический словарь.* М.: Гостеолтехиздат, 1956. 269 с.

*Герасимов И. П.* О почвенно-климатических фракциях равнин и прилегающих стран // *Тр. Почв. ин-та им. В. В. Докучаева.* 1933. Т. VIII. 38 с.

*Герасимов И. П.* Новая почвенная карта и общие законы географии почв // *Почвоведение.* 1945. № 3–4. С. 3–18.

*Герасимов И. П.* Учение Докучаева о зонах природы // *Почвоведение.* 1946. № 6. С. 351–360.

*Герасимов И. П.* Научные основы систематики и классификации почв // *Почвоведение.* 1954. № 8 С. 52–64.

*Герасимов И. П.* Современное состояние докучаевского учения о зональности почв и научных идей Л. И. Прасолова о почвенной провинциальности и их значенне для теории природного районирования // *Изв. АН СССР. Сер. география.* 1958. № 4. С. 3–10.

*Герасимов И. П.* Современная природа сибирского полюса холода // *XIX Междунар. географ. конгресс в Стокгольме.* М.: Изд-во АН СССР, 1961. С. 30–35.

*Герасимов И. П.* Самобытность генетических типов почв Сибири // *Сибирский географический сборник.* М.: Изд-во АН СССР, 1963. С. 10–25.

*Герасимов И. П.* Современные латериты и их образование // *Латериты.* М.: Недра, 1964. С. 5–16.

*Герасимов И. П.* Современный докучаевский поход к классификации почв и его применение на почвенных картах СССР // *Почвоведение.* 1964. № 6. С. 1–14.

*Герасимов И. П.* Почвенная карта мира и научные проблемы, связанные с нею // *Почвоведение.* 1966. № 4. С. 1–14.

*Герасимов И. П.* Метаморфоз почв и эволюция типов почвообразования // *Почвоведение.* 1968. № 7. С. 145–165.

*Герасимов И. П.* Абсолютный и относительный возраст почв // *Почвоведение.* 1976. № 5. С. 27–32.

*Герасимов И. П.* Генетические, географические и исторические проблемы современного почвоведения. М.: Наука, 1976. 246 с.

*Герасимов И. П., Завалишин А. А., Иванова Е. Н.* Новая схема общей классификации почв СССР // *Почвоведение.* 1939. № 7. С. 10–43.

*Герасимов И. П., Иванова Е. Н.* Три научных направления в разработке общих вопросов классификации почв и их взаимные связи // *Почвоведение.* 1958. № 11. С. 1–18.

*Герасимов И. П., Глазовская М. А.* Основы почвоведения и географии почв. М.: Изд-во МГУ, 1960.

*Герасимов И. П. Розов Н. Н. Система почв мира // Современные проблемы географии М.: Наука, 1964. С. 157–163.*

*Гинзбург И. И. Каолин и его генезис // Изв. СПб. Политехн. ин-та. 1912. С. 17–18.*

*Гинзбург И. И., Рукавишников И. А. Минералы древней коры выветривания Урала // Изв. АН СССР. 1951. С. 716.*

*Глазовская М. А. Геохимические основы типологии и методики исследований природных комплексов. М.: Изд-во МГУ, 1964. 230 с.*

*Глазовская М. А. Принципы классификации почв мира // Почвоведение. 1966. № 8. С. 1–22.*

*Глазовская М. А. Общие закономерности географии почв земного шара // Вестн. МГУ. 1966. № 4. С. 11–27.*

*Глазовская М. А. Почвы мира. М.: Изд-во МГУ, 1973. Т. II. 426 с.*

*Глазовская М. А. Общее почвоведение и география почв. М.: Высш. шк., 1981. 400 с.*

*Глазовская М. А., Лебедев Н. Г., Геннадиев А. Н. Опыт анализа генетического профиля дерново-подзолистой почвы на покровных суглинках // Геохимические и почвенные аспекты в изучении ландшафтов. М.: Изд-во МГУ, 1975. С. 5–25.*

*Глинка К. Д. Почвоведение. СПб., 1908. 596 с.*

*Глинка К. Д. Краткая сводка данных о почвах Дальнего Востока (предварит. отчет). СПб.: Изд-во Переселен. управл., 1910. 81 с.*

*Глинка К. Д. Результаты сибирских экспедиций Переселенческого управления бывш. Министерства земледелия // Бюл. III-го съезда почвоведов. 1921. № 1–2. С. 10–46.*

*Глинка К. Д. Географические результаты почвенных исследований Азиатской России // Почвоведение. 1922. № 1. С. 43–63.*

*Глинка К. Д. Докучаев как создатель русского почвоведения // Памяти В. В. Докучаева. Л.: Изд-во АН СССР, 1927.*

*Глинка К. Д. Почвоведение. М.: Сельхозгиз, 1935. 625 с.*

*Годельман Я. М. Пространственные единицы почвенно-географических структур и их классификация // Структура почвенного покрова и методы ее изучения. М.: Наука, 1973. С. 16–26.*

*Годельман Я. М. Неоднородность почвенного покрова и использование земель. М.: Наука, 1981. 198 с.*

*Горбунов Н. И. Почвенные коллоиды. М.: Изд-во АН СССР. 1957. 145 с.*

*Горбунов Н. И. Высокодисперсные минералы и методы их изучения. М.: Изд-во АН СССР, 1963. 302 с.*

*Горбунов Н. И., Горшенин К. П. Об основных принципах классификации почв // Почвоведение. 1955. № 2. С. 1–22.*

*Градусов Б. П. Минералы со смешаннослойной структурой в почвах. М.: Наука, 1976.*

*Градусов Б. П. Опыт оценки состава и свойств литогенной основы экосистем Мира // Почвоведение. 1995. № 2. С. 217–225.*

*Градусов Б. П., Фоминых Л. А.* Глинистые минералы в почвах средней тайги бассейна Подкаменной Тунгуски // Вестн. МГУ. Сер. Биология. Почвоведение. 1971. № 7. С. 83–89.

*Градусов Б. П., Иванов В. В.* О минералогическом составе глинистого материала тундровых почв Западного Таймыра // Вестн. МГУ. Сер. Биология. Почвоведение. 1974. № 4. С. 91–97.

*Градусов Б. П., Соколов И. А.* Минеральный состав и кристаллохимия глинистого материала как диагностические почвенные признаки // Вестн. МГУ. Сер. Почвоведение. 1978. № 4. С. 45–57.

*Градусов Б. П., Соколов И. А.* Минералогический состав илистой фракции крио-гидроморфных неглеевых почв // Почвоведение. 1989. № 6. С. 81–88.

*Григорьев А. А.* Географическая зональность и некоторые ее закономерности // Изв. АН СССР. Сер. География. 1954. № 5–6. С. 41–50.

*Григорьев А. А., Будыко М. И.* О периодическом законе географической зональности // Докл. АН СССР. 1956. Т. 110. № 1. С. 129–132.

*Григорьев А. А.* Неоднородность почвенного покрова и ее виды в подзолистой зоне // Почвоведение. 1970. № 5. С. 6–24.

*Гугалинская Л. А.* Почвообразование и криогенез Русской равнины в позднем плейстоцене. Пушкино, 1982. 190 с.

*Димо Н. А., Келлер Б. А.* В области полупустыни. Саратов, 1907. 125 с.

*Димо В. Н.* Тепловой режим почв СССР. М.: Колос, 1972. 360 с.

*Димо В. Н., Розов Н. Н.* Термические критерии как основа фациально-провинциального разделения почв // Почвоведение. 1974. № 5. С. 12–22.

*Добровольский В. В.* География и палеогеография коры выветривания. М.: Мысль, 1969. 270 с.

*Добровольский В. В.* География почв с основами почвоведения. М.: Просвещение, 1976. 287 с.

*Добровольский Г. В.* Некоторые методологические проблемы классификации и географии почв // Науч. докл. высш. школы. Биол. науки. 1970. № 4. С. 31–38.

*Добровольский Г. В., Гришина Л. А., Розанов Б. Г., Таргульян В. О.* Влияние человека на почву как компонент биосферы // Почвоведение. 1985. № 12. С. 55–65.

*Добровольский Г. В., Никитин Е. Д.* Экологические функции почвы. М.: Изд-во МГУ, 1986.

*Докучаев В. В.* К вопросу о соотношении между возрастом и высотой местности, с одной стороны, и характером и распределением черноземов, лесных земель и солонцов, с другой // Вестн. естествоиспытателей. СПб. 1891. Т. 2. С. 1–16.

*Докучаев В. В.* О почвах Кавказа. Кавказское сельское хозяйство. 1898. № 246. С. 613–616; № 247. С. 627–629.

*Докучаев В. В.* Русский чернозем. М.; Л.: Сельхозгиз, 1936. 480 с.

*Докучаев В. В.* Изб. соч.: В 3 т. М.: Сельхозгиз, 1948–1949. Т. 1–3.  
*Докучаев В. В.* Избранные сочинения. М.: Сельхозгиз, 1949. 447 с.  
*Докучаев В. В.* О нормальной оценке почв Европейской России. М.: Л.: Изд-во АН СССР, 1950. Т. I, IV.

*Докучаев В. В.* О законности известного географического распределения наземно-растительных почв на территории Европейской России. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1950. Т. II. 352 с.

*Докучаев В. В.* К учению о зонах природы. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1951. Т. VI. С. 35–102.

*Докучаев В. В.* Изб. соч. М.: Сельхозгиз, 1954. 708 с.

*Докучаев В. В.* Дороже золота русский чернозем. М.: Изд-во МГУ. 1994. 544 с.

*Достовалов Б. Н., Кудрявцев В. А.* Общее мерзлотоведение. М.: Изд-во МГУ, 1967. 403 с.

*Драницын Д. А.* Северо-Енисейская экспедиция: Предварит. отчет об организ. и исполн. работ по исследованию почв азиатской России в 1914 г. СПб., 1916.

*Дюшофур Ф.* Основы почвоведения и эволюции почв. М.: Прогресс, 1970. 591 с.

*Еловская Л. Г.* Почвы Якутской АССР // Агрохимическая характеристика почв СССР. М.: Наука, 1969.

*Еловская Л. Г., Иванова Е. Н., Розов Н. Н.* Систематический список почв мерзлотно-таежной области // Почвы мерзлотной области. Якутск, 1969.

*Еловская Л. Г., Петрова Е. И., Тетерина Л. В.* Почвы северной Якутии. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1979. 303 с.

*Забоева И. В.* Почвы и земельные ресурсы Коми АССР. Сыктывкар, 1975. 175 с.

*Зайдельман Ф. Р.* Диагностика подзолистых, лессивированных, псевдоподзолистых, псевдоглеевых и оглеенных почв на современном уровне // Почвоведение. 1973. № 1.

*Захаров С. А.* К вопросу о значении микро- и макрорельефа в подзолистой области // Почвоведение. 1910. № 4. С. 50–84; 1911. № 1. С. 10–36.

*Захаров С. А.* Курс почвоведения. М.: Сельхозгиз, 1927. 285 с.

*Зверева Т. С., Игнатенко И. В.* Условия выветривания и трансформации глинистых минералов в почвах различных подзон восточно-европейской тундры // Почвы и растительность мерзлотных районов СССР. Магадан, 1973. С. 82–91.

*Зимовец Б. А.* Почвенно-геохимические процессы муссонно-мерзлотных ландшафтов. М.: Наука, 1967. 165 с.

*Зольников В. Г.* Почвы и природные зоны Земли. М.; Л.: Наука, 1970. С. 266–294.

*Зонн С. В.* Буроземообразование, псевдоподзоливание и подзолообразование // Почвоведение. 1966. № 7. С. 5–14.

- Зонн С. В.* Особенности почвообразования и главные генетические типы почв Кубы // Генезис и география почв зарубежных стран по исследованиям советских почвоведов. М.: Наука, 1968. С. 53–153.
- Зонн С. В.* Тропическое почвоведение. М.: Наука, 1978. 343 с.
- Иванов Г. И.* Почвы Приморского края. Владивосток, 1964. 104 с.
- Иванов Г. И.* Почвообразование юга Дальнего Востока. М.: Наука, 1976. 198 с.
- Иванов И. В., Демкин В. А., Губин С. В.* Эволюция почв юго-востока европейской части СССР в голоцене // Генезис, плодородие и мелиорация почв. Пуццио, 1980. С. 20–32.
- Иванов Н. Н.* Ландшафтно-климатические зоны земного шара // Зап. географ. об-ва. Нов. сер. 1984. Т. 1. 284 с.
- Иванова Е. Н.* Очерки почв южной части Подуральского плато и прилегающих районов Прикаспийской низменности // Отчет о работе почв. ботан. отряда Казанской экспедиции АН СССР. 1926. Вып. 1. 260 с.
- Иванова Е. Н.* Почвенные исследования на севере Европейской части СССР // Почвоведение. 1945. № 3–4. С. 54–56.
- Иванова Е. Н.* Почвы Урала // Почвоведение. 1947. № 4. С. 213–226.
- Иванова Е. Н.* Опыт общей классификации почв // Почвоведение. 1956. № 6. С. 82–102.
- Иванова Е. Н.* Почвы Центральной Якутии // Почвоведение. 1971. № 9. С. 3–18.
- Иванов Е. Н.* Палевые мерзлотные почвы // Агрохимическая характеристика основных типов почв СССР. М.: Наука, 1974.
- Иванова Е. Н.* Классификация почв СССР. М.: Наука, 1976. 226 с.
- Иванова Е. Н., Розов Н. Н.* Классификация почв СССР // Докл. советских почвоведов 7 Междунар. конгр. почвов. в США. М.: Изд-во АН СССР, 1960. С. 280–293.
- Иванова Е. Н., Розов Н. Н., Ерохина А. А., Ногина Н. А., Носин В. А., Уфимцева К. А.* Новые материалы по общей географии и классификации почв полярного и бореального пояса Сибири // Почвоведение. 1961. № 11. С. 7–23.
- Иванова Е. Н., Летунов П. А., Розов Н. Н., Фридланд В. М., Шувалов С. А.* Почвенно-географическое районирование СССР. М.: Изд-во АН СССР, 1962. 422 с.
- Иванова Е. Н., Розов Н. Н.* Систематика и номенклатура почв СССР // Генезис, классификация и картография почв СССР. М.: Наука, 1964. С. 7–19.
- Иванова Е. Н., Розов Н. Н., Ерохина А. А., Ногина Н. А., Уфимцева К. А.* Новые материалы по общей географии и классификации почв полярного и полярно-бореального пояса Сибири // Почвоведение. 1971. № 10. С. 10–25.

*Квашнин-Самарин Н. К.* вопросу о мерзлоте почвообразования в западной части Амурской области и на Олекминском водоразделе // Материалы по изучению русских почв. СПб., 1911. Вып. 20. С. 120.

*Кинд Н. В.* Палеоклиматы и природная среда голоцена // История биогеоценозов СССР в голоцене. М.: Наука, 1976, С. 5–13.

*Кирица К.* К вопросу о генетической классификации почв // Почвоведение. 1956. № 6.

*Кириллов М. В.* География почв Средней Сибири. Красноярск, 1963.

Классификация и диагностика почв СССР. М.: Колос, 1977. 223 с.

*Ковалев Р. В., Волковинцер В. И., Гаджиев И. М.* Основные черты почвенного покрова и качественный состав земельного фонда Сибири // Земельные ресурсы Сибири. Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1974.

*Ковалев Р. В., Трофимов С. С.* Достижения в изучении почв Сибири // Почвоведение. 1977. № 10. С. 33–44.

*Ковалиньски С.* Опыт новой систематики почв Европы // Почвоведение. 1966. № 23.

*Ковда В. А.* Принципы классификации почв // Тр. советской секции МАП. 1933. Т. 11. Ком. 5. № 1. С. 7–23.

*Ковда В. А.* Общность и различия в истории почвенного покрова континентов (к составлению почвенной карты мира) // Почвоведение. 1965. № 1. С. 4–20.

*Ковда В. А.* Основы учения о почвах. М.: Наука, 1973. 447 с.

*Ковда В. А., Ливеровский Ю. А., Сун Да Чен.* Очерк почв Приамурья // Изв. АН СССР. Сер. Биол. 1957. № 1. С. 91–106.

*Ковда В. А., Лобова Е. В., Розанов Б. Г.* Проблема классификации почв мира // Почвоведение. 1967. № 4. С. 3–18.

*Кожара В. Л.* Пример информативно насыщенной классификации почв // Первая всесоюзная конференция по применению математических методов и ЭВМ в почвоведении. Минск, 1976. С. 34–35.

*Козловский Ф. И.* Почвенный индивидуум и методы его определения // Закономерности пространственного варьирования свойств почв и информационно-статистические методы их изучения. М.: Наука, 1970. С. 42–60.

*Козловский Ф. И., Сорокина Н. П.* Почвенный индивидуум и элементарный анализ структуры почвенного покрова // Почвенные комбинации и их генезис. М.: Наука, 1972. С. 50–56.

*Конищев В. Н.* Формирование состава дисперсных пород в криолитосфере. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1981. 280 с.

*Коноровский А. К.* Почвы севера зоны Малого Бама. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1984. 120 с.

*Корнблум Э. А., Зимовец Б. А.* О происхождении почв с белесым горизонтом на равнинах Приамурья // Почвоведение. 1961. № 6. С. 55–66.

*Корсунов В. М.* Подзолистые почвы автономных ландшафтов средней тайги Приенисейской части Западной Сибири // О почвах Сибири. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние. 1978. С. 122–131.

*Коссович П. С.* К вопросу о генезисе почв и об основах для генетической почвенной классификации // Журн. опыт. агрономии. 1906. Т. VII. С. 478–501.

*Коссович П. С.* Почвообразовательные процессы как основа генетической классификации // Журн. опыт. агрономии. 1910. Кн. 5. С. 679–703.

*Коссович П. С.* Основы учения о почве. СПб., 1911. Ч. 2. Вып. 1. С. 55–65.

*Костычев П. А.* Почвоведение. М.; Л.: Сельхозгиз, 1940. 224 с.

*Крейда Н. А.* Почвы хвойно-широколиственных лесов Приморского края // Уч. зап. Дальневост. ун-та. 1970. Т. 27. С. 229.

*Кремер А. М.* Неоднородности почвенного покрова как самоорганизующиеся системы // Закономерности пространственного варьирования почв и информационно-статистические методы их изучения. М.: Наука, 1970. С. 68–81.

*Кузьмин В. А.* Почвообразование на траппах Среднего Приангарья // Тр. конф. почв. Сибири и Дальнего Востока. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, С. 27–28.

*Кузьмин В. А.* Почвы котловины Байкальского типа. Иркутск: Вост.-Сиб. кн. изд-во, 1976. 144 с.

*Лахи Ф.* Полевая геология. М.: Мир, 1966. 482 с.

*Лемос Р. С.* Основные типы почв Бразилии // Почвоведение. 1967. № 6. С. 31–36.

*Ливеровский Ю. А.* О генезисе почв Верхне-Зейского района Дальневосточного края // Проблемы советского почвоведения. М.: Изд-во АН СССР. 1937. Кн. 5.

*Ливеровский Ю. А.* Почвы Амурской лесостепи // Почвоведение. 1947. № 7. С. 385–398.

*Ливеровский Ю. А.* Основные почвенно-географические понятия // Почвенные, географические и ландшафтные исследования. М.: Изд-во МГУ, 1964. С. 47–69.

*Ливеровский Ю. А.* Почвы // Южная часть Дальнего Востока. М.: Наука, 1969. 159–205.

*Ливеровский Ю. А.* Почвы СССР. М.: Мысль, 1974. 462 с.

*Ливеровский Ю. А.* Существуют ли почвенно-климатические пояса? // Вестн. МГУ. Сер. Геогр. 1978. № 3. С. 3–9.

*Ливеровский Ю. А., Рубцова Л. П.* Почвы Зейско-Буреинской равнины и проблема их генезиса // Почвоведение. 1956. № 5.

*Ливеровский Ю. А., Соколов И. А., Таргульян В. О.* О принципах почвенно-профильной и почвенно-генетической терминологии // Почвоведение. 1973. № 5. С. 114–124.

*Лихи А.* Классификация почв и система таксономических единиц в Канаде // Почвоведение. 1967. № 6.

*Личков Б. Л.* Природные воды Земли и литосфера. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1960.

*Магницкий В. А.* Основы физики Земли. М.: Геодезиздат, 1953.

*Макеев А. О., Макеев О. В.* Почвы с текстурно-дифференцированным профилем основных криогенных ареалов Севера Русской равнины. Путино: ОНТИ НЦБИ АН СССР, 1989. 220 с.

*Макеев О. В.* Дерновые таежные почвы юга Средней Сибири. Улан-Удэ, 1959. 345 с.

*Макеев О. В.* Почвенный криогениз // Тр. 10 Междунар. конгр. почвов. М.: Наука, 1974. С. 125–135.

*Макеев О. В.* Криогенные почвы // Криогенные почвы и их рациональное использование. М.: Наука, 1977. С. 15–25.

*Макеев О. В.* Фации почвенного криогенеза. М.: Наука, 1982. 260 с.

*Маландин Г. А.* Почвенные комплексы и их сельскохозяйственное значение // Сб. научно-исследов. работ Пермского СХИ. 1934. Т. 5. С. 48–60.

*Мамытов А. М.* Почвы гор Средней Азии и Южного Казахстана. Фрунзе, 1982. 250 с.

*Мартинов В. П.* Почвы горного Прибайкалья. Улан-Удэ, 1965. 85 с.

*Матинян Н. Н., Крым И. Я., Воронина Т. В.* Дерново-подзолистые почвы на двучленных наносах // Подзолистые почвы Северо-Запада европейской части СССР. М.: Колос, 1979. С. 172–192.

*Марченко А. И., Варфоломеев Л. А.* О генезисе двучленных почвообразующих пород на Онего-Северодвинском междуречьи // Почвы и биологическая продуктивность. Л., 1973. С. 88–128.

*Махинова А. Ф., Соколов И. А., Наумов Е. М.* Полигенетичность текстурно-дифференцированных почв Дальнего Востока // VII съезд ВОП: Тез. докл. Ташкент, 1985. Ч. 4. С. 66.

*Мельникова М. К., Ковеня С. В.* Исследование лессиважа в модельных опытах // Тр. 10 Междунар. конгр. почвов. М., 1974. Т. 6. С. 600–608.

*Милло Ж.* Геология глин. Л.: Недра. Ленингр. отд-ние, 1968.

*Минашина И. Г.* Орошаемые почвы пустыни и их мелиорация. М.: Колос, 1974. 365 с.

*Митчерлих Э. А.* Почвоведение. М.: Иностран. лит., 1957. 416 с.

*Морозова Т. Д.* Развитие почвенного покрова Европы в позднем плейстоцене. М.: Наука, 1981. 280 с.

*Набоких А. И.* К вопросу о почвенных классификациях // Ежегодник по геологии и минералогии России. 1990. Т. IV. Вып. 4.

*Набоких А. И.* Классификационная проблема в почвоведении. СПб., 1902.

*Набоко С. И.* Образование глин при поствулканических процессах // Мат. по геологии, минералогии и использованию глин в СССР. М., 1958. С. 65–68.

*Наумов Е. М., Андреева А. А.* Почвы остепненных склонов Яно-Индигирского нагорья // Почвоведение. 1963. № 3. С. 62–70.

*Наумов Е. М., Градусов Б. П., Цюрупа И. Г.* Особенности таежного почвообразования на крайнем Северо-Востоке Евразии. М.: Наука, 1974. 180 с.

*Наумов Е. М., Турсина Т. В., Томирдиаро С. В.* Проблема генезиса сингенетических ледово-лессовых едом и палеопочв Северо-Восточной Евразии // Тр. 27-го Междунар. геолог. конгр. М., 1984. С. 151–153.

*Неуструев С. С.* К вопросу о «нормальных» почвах и зональности комплекса сухих степей // Почвоведение. 1910. № 2. С. 177–190.

*Неуструев С. С.* О почвенных комбинациях равнинных и горных стран // Почвоведение. 1915. № 1. С. 62–73.

*Неуструев С. С.* Почвенная карта хлопковых районов Туркестана. М.: Изд-во Главного хлопкового комитета. М., 1926.

*Неуструев С. С.* Опыт классификации почвообразовательных процессов в связи с генезисом почв // Изв. Геогр. ин-та при ЛГУ. 1926а. Вып. 6.

*Неуструев С. С.* Элементы географии почв. М.; Л.: Сельхозгиз, 1930. 240 с.

*Неуструев С. С.* К вопросу о географическом разделении степей и пустынь в почвенном отношении // Тр. Почв. ин-та им. В. В. Докучаева. 1931. Т. 5. С. 63–76.

*Никитин Е. Д.* Генезис и география таежных почв правобережья Оби: Автореф. дис. ... канд. геогр. наук / МГУ. М., 1973. 24 с.

*Ногина Н. А.* Почвы Забайкалья. М.: Изд-во АН СССР, 1964. 312 с.

*Носин В. А.* Почвы Тувы. М.: Изд-во АН СССР, 1963.

*Обручев В. А.* Полевая геология. М.; Л.: Гостоптехиздат, 1932. Т. 1. 304 с.

*Одум Ю.* Основы экологии. М.: Мир, 1975. 634 с.

*Орловский Н. В.* О наложении почвенных процессов в связи с некоторыми вопросами систематики и номенклатуры почв Сибири // Почвоведение. 1967. № 7. С. 56–82.

Основы геоэкологии. М.: Изд-во АН СССР, 1959. 459 с.

*Оффман П. Е.* Тектонические условия траппового вулканизма на сибирской платформе // Тр. Междунар. геолог. конгр. XXII сессия. 1964. Докл. сов. геологов. М.: Наука, 1964.

*Педро Ж.* Экспериментальные исследования геохимического выветривания кристаллических пород. М.: Мир, 1971. 252 с.

*Перельман А. И.* Геохимия ландшафта. М.: Географгиз, 1961.

*Перельман А. И.* Биокосные системы Земли. М.: Наука, 1977.

*Петров Б. Ф.* Почвы Алтайско-Саянской области // Тр. Почв. ин-та им. В. В. Докучаева. 1952. Т. 35. 245 с.

*Петров В. П.* Основы учения о древних корах выветривания. М.: Недра, 1967. 343 с.

*Петрова Е. И.* Почвы Южной Якутии. Якутск, 1971. 168 с.

*Полынов Б. Б.* Время как фактор почвообразования // Изв. Докучаевского почв. комитета. 1916. № 3–4. С. 156–171.

*Полынов Б. Б.* Основы построения генетической классификации почв // Тр. Сов. секции междунар. ассоциации почвов. М.: Л., 1933. Т. II, Ком. V. С. 23–33.

*Полынов Б. Б.* Красноцветная кора выветривания и ее почвы // Почвоведение. 1944. № 1. С. 7–28.

*Полынов Б. Б.* К вопросу об элювиальных почвах // Почвоведение. 1949. № 2. С. 682–683.

*Полынов Б. Б.* Учение о ландшафтах: Избр. тр. М.: Изд-во АН СССР, 1956.

*Полынов Б. Б.* Избр. труды. М.: Изд-во АН СССР, 1956. 751 с.

*Пономарева В. В.* Теория подзолообразовательного процесса. М.: Изд-во АН СССР, 1964.

*Попов А. И.* Мерзлотные явления в земной коре – криолитология. М.: Изд-во МГУ, 1967. 303 с.

*Попов А. И.* Предмет и содержание криолитологии как учения о литогенезе в зонах устойчивого охлаждения Земли // Проблемы криолитологии. 1960. Вып. 1.

Почвенная карта СССР. М-б 1: 10000000. М.: ГУТК МВД, 1960.

Почвенная карта СССР. М-б 2: 12500000. М.: ГУТК, 1963.

Почвенная съемка. М.: Изд-во АН СССР, 1959. 346 с.

Почвенно-географическое районирование СССР. М.: Изд-во АН СССР, 1962. 422 с.

Почвоведение. М.: Колос, 1975.

*Прасолов Л. И.* Почвенные области Европейской России. М.: Госиздат, 1922. 48 с.

*Прасолов Л. И.* Южное Забайкалье. Л.: Изд-во АН СССР, 1927. 300 с.

*Прасолов Л. И.* Картография почв // Успехи почвоведения (докл. делегатов СССР на I конгр. МОП в Вашингтоне). М., 1927. С. 46–60.

*Прасолов Л. И.* К вопросу о классификации и номенклатуре почв // Тр. Почв. ин-та им. В. В. Докучаева. 1934. Т. VIII. С. 134–162.

*Прасолов Л. И.* О единой номенклатуре и основах генетической классификации почв // Почвоведение. 1937. № 6. С. 775–791.

*Прасолов Л. И.* Генетические типы почв и почвенные области Европейской части СССР // Почвы СССР. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1939. С. 9–26.

*Прасолов Л. И.* География и площадь распределения почв // Почвоведение. 1945. № 3–4. С. 146–151.

*Прасолов Л. И.* Генезис, география и картография почв. М.: Наука, 1978. 263 с.

*Прохоров Н. И.* Северная часть Амурской области // Предварит. отчет об организации и исполнении работ по исследованию почв Азиатской России в 1911 году. СПб., 1912. С. 13–20.

*Пшеничников Б. Ф.* Подзолистые иллювиально-гумусовые почвы Приморья // Почвоведение. 1976. № 11. С. 22–34.

*Разумова В. Н.* Гидротермальные монтмориллонитовые глины как породы кор выветривания черноморского побережья Аджарии // Бюл. МОИП. Отд. геол. 1970. Т. XVI. С. 86–101.

*Разумова В. Н.* Древние коры выветривания и гидротермальный процесс. М.: Наука, 1977. 243 с.

*Ратеев М. А., Градусов Б. П., Ильинская М. Н.* Глинообразование при постмагматических гидротермальных изменениях андезито-базальтов сибура Южного Урала // Литология и полезные ископаемые. 1972. № 4. С. 64–86.

*Рейнтам Л. Ю.* Характеристика некоторых почв на красно-бурой морене и вопросы разграничения дерново-подзолистого, псевдоподзолистого и буроземного типов // Тр. Эстонской с.-х. академии. Тарту, 1970.

*Ремезов Н. П.* Классификация типов почвообразования и типов почв в свете факторов почвообразования // Зап. Харьковского СХИ. 1945. Т. IV. С. 26–42.

*Роде А. А.* Подзолообразовательный процесс. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1937. 454 с.

*Роде А. А.* Почвообразовательный процесс и эволюция почв М.: ОГИЗ, 1947. 142 с.

*Роде А. А.* Почвоведение. М.; Л.: Гослесбумиздат, 1955. 524 с.

*Роде А. А.* К вопросу о понятии гидроморфности почв в применении к классификации гидроморфных почв степной, сухостепной и полупустынной зон // Почвоведение. 1959. № 10. С. 1–13.

*Роде А. А.* Система методов в почвоведении. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1971. 92 с.

*Роде А. А.* О «почве-памяти», «почве-моменте» и двуединстве почв // Почвоведение. 1980. № 3. С. 127–131.

*Роде А. А., Рашевская М. И.* Сравнительный генетический анализ профилей бурой лесной оподзоленной почвы с псевдоглеем и лесной дерново-сильноподзолистой почвы // Биохимические процессы в подзолистых почвах. М., 1972. 103 с.

*Розанов Б. Г.* Почвенный покров земного шара. М.: Изд-во МГУ, 1977. 248 с.

*Розов Н. Н.* Развитие учения Докучаева о зональности в современный период // Изв. АН СССР. Сер. геогр. 1954. № 4. С. 3–17.

*Розов Н. Н.* К вопросу о принципах построения генетической классификации почв // Почвоведение. 1956. № 6. С. 76–81.

*Розов Н. Н., Иванова Е. Н.* Классификация почв СССР // Почвоведение. 1967. № 3. С. 1–22.

*Розов Н. Н., Караваева Н. И., Роде Т. А.* Второй пленум комиссии по классификации и номенклатуре почв при АН СССР // Почвоведение. 1954. № 8. С. 109–115.

*Розов Н. Н., Строганова М. Н.* Почвенный покров Мира. М.: Изд-во МГУ, 1979. 287 с.

*Ромашкевич А. И.* Почвы и коры выветривания влажных субтропиков Западной Грузии. М.: Наука, 1974. 180 с.

*Рубцова Л. П.* Почвы юго-западной части Зейско-Буренской низменности // Почвенная и агроландшафтная характеристика Южной части Зейско-Буренского междуречья. Благовещенск: Амур. изд-во, 1959. С. 7–29.

*Руднева Е. Н.* Подзолистые почвы на двучленных породах // Подзолистые почвы Центральной и Восточной частей европейской части СССР. Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1981. С. 69–91.

*Русанова Г. В., Соколова Т. А., Кузнецова Е. Г., Слобода А. В.* Почвообразование на пылеватых суглинках в таежной зоне европейского Северо-Востока. Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1987. 128 с.

*Рухина Е. В.* Литология ледниковых отложений. Л., 1973. 102 с.

*Сауков А. А.* Геохимия. М.: Наука, 1975. 480 с.

*Сибирцев Н. М.* Почвоведение. СПб., 1900–1901. 380 с.

*Сибирцев Н. М.* Избр. соч.: В 3 т. М.: Сельхозгиз, 1951. 472 с.; 1953. Т. 2. 584 с.

*Сибирцев Н. М.* Избр. соч. М., 1953. Т. II. 584 с.

*Скрынникова И. Н.* Почвенные растворы южной части лесной зоны и их роль в современных процессах почвообразования // Современные процессы почвообразования в лесной зоне Европейской части СССР. М.: Изд-во АН СССР, 1959. С. 1500–170.

*Смирнов М. П.* Почвы Западного Саяна. М.: Наука, 1970. 234 с.

*Смит Г.* Почвенная классификация // Почвоведение. 1967. № 6. С. 36–50.

*Соколов И. А.* Почвы луговых степей Восточного Забайкалья // Почвоведение. 1958. № 11. С. 22–31.

*Соколов И. А.* О некоторых сравнительно-генетических понятиях и терминах // Почвоведение. 1967. № 10. С. 26–34.

*Соколов И. А.* О понятиях «зональный почвенный тип» и «почвенная зона» // Лес и почва. Красноярск, 1968. С. 17–24.

*Соколов И. А.* Подзолистые почвы Забайкалья // Почвоведение. 1970. № 8. С. 26–36.

*Соколов И. А.* Специфично ли ожелезнение горно-таежных почв мерзлотной области Сибири // Почвоведение. 1971. № 4. С. 22–34.

*Соколов И. А.* Вулканизм и почвообразование. М.: Наука, 1973. 224 с.

Соколов И. А. Геохимия автономного ортоэлювиального почвообразования и выветривания в тундрово-лесной зоне плато Путорана // Природно-ландшафтные основы озер Путорана. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1976. С. 129–152.

Соколов И. А. Основные географо-генетические понятия и термины // Почвоведение. 1976. № 12. С. 12–26.

Соколов И. А. О базовой классификации почв // Почвоведение. 1978. № 8. С. 113–123.

Соколов И. А. О геохимии почвенного внутригоризонтного выветривания // Проблемы почвоведения. М.: Наука, 1978.

Соколов И. А. Гидроморфное неглеевое почвообразование // Почвоведение. 1980. № 1. С. 21–32.

Соколов И. А. О разнообразии форм гидроморфного неглеевого почвообразования // Почвоведение. 1980. № 2. С. 5–18.

Соколов И. А. Об экологии почв // Проблемы почвоведения. М.: Наука, 1982. С. 103–107.

Соколов И. А. Система морфологических методов в почвоведении // Микроморфология генетического и прикладного почвоведения. Тарту, 1983. 96 с.

Соколов И. А. Голоценовая эволюция почв Восточно-Европейской равнины // Микроморфология генетического и прикладного почвоведения. Тарту, 1983. С. 83–85.

Соколов И. А. Почвообразование на ледниковых и перигляциальных равнинах // История развития почв СССР в голоцене. Пушкино: ОНТИ НЦБИ, АН СССР, 1984. С. 15–17.

Соколов И. А. Почвообразование и время: поликлиматность и полигенетичность почв // Почвоведение. 1984. № 2. С. 102–112.

Соколов И. А. Экология почв как раздел генетического почвоведения // Почвоведение. 1985. № 10. С. 5–15.

Соколов И. А. Основные законы почвообразования // 100 лет докучаевского почвоведения. М.: Наука, 1986. С. 126–136.

Соколов И. А. Гипотеза генезиса плащеобразных покровных отложений и текстурно-дифференцированных почв ледниковых и перигляциальных равнин // Успехи почвоведения. М.: Наука, 1986. С. 130–135.

Соколов И. А. Палевые почвы Среднесибирского плоскогорья // Почвоведение. 1986. № 8. С. 5–18.

Соколов И. А. О почве – коже Земли // Человек и Земля. М., 1988. С. 304–306.

Соколов И. А. Зональный спектр автономных почв и его эколого-генетический анализ // Почвоведение. 1988. № 3. С. 15–25.

Соколов И. А. О генезисе, диагностике и классификации почв с текстурно-дифференцированным профилем // Почвоведение. 1988. № 11. С. 32–44.

Соколов И. А. Основные закономерности экологии почв // Почвоведение. 1990. № 7. С. 122–132.

*Соколов И. А.* Базовая субстантивно-генетическая классификация почв // Почвоведение. 1991. № 3. С. 107–122.

*Соколов И. А.* Некоторые теоретические проблемы изучения почв Восточной Сибири и Дальнего Востока // Почвоведение. 1991. № 5. С. 131–145.

*Соколов И. А.* Дискуссионные проблемы тропического почвообразования // Почвоведение. 1992. № 12. С. 42–50.

*Соколов И. А.* Теоретические проблемы генетического почвоведения. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1993. 232 с.

*Соколов И. А., Белобров В. П.* Некоторые общие закономерности эволюции аридных почв // Естественная и антропогенная эволюция почв и почвенного покрова. М.–Пушино: ОНТИ НЦБИ АН СССР, 1989. С. 99–101.

*Соколов И. А., Быстряков Г. М.* Палевые почвы северной тайги Восточной Сибири и Дальнего Востока // Вестн. МГУ. Сер. Почвоведение. 1980. № 1. С. 30–37.

*Соколов И. А., Быстряков Г. М., Кулинская Е. В.* К характеристике ультраконтинентального холодного аридного почвообразования // Специфика почвообразования в Сибири. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1979. С. 1–9.

*Соколов И. А., Быстряков Г. М., Макеев А. О., Кулинская Е. В., Козицкая Л. Т., Быстров Г. И.* Почвы Севера: эколого-генетическая, географическая и классификационно-номенклатурная концепция // Геохимия ландшафтов и география почв. М.: Изд-во МГУ, 1982. С. 128–145.

*Соколов И. А., Градусов Б. П.* Почвообразование и выветривание на основных породах в условиях холодного гумидного климата // Почвоведение. 1987 № 2. С. 5–17.

*Соколов И. А., Градусов Б. П.* Об экзогенезе в области широкого распространения основных пород // История больших озер Центральной субарктики. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1981. С. 57–99.

*Соколов И. А., Градусов Б. П.* Особенности автономного почвообразования в условиях холодного гумидного климата // Почвоведение. 1981. № 1. С. 136–149.

*Соколов И. А., Градусов Б. П.* Минералогический состав илистой фракции криогидроморфных неглеевых почв // Почвоведение. 1989. № 6. С. 81–91.

*Соколов И. А., Градусов Б. П.* Подзолистые почвы Средней Сибири и некоторые актуальные вопросы подзолообразования // Почвоведение. 1989. № 12. С. 12–24.

*Соколов И. А., Градусов Б. П., Турсина Т. В., Цюрупа И. Г., Тяпкина Н. А.* К характеристике почвообразования в мерзлотно-таежной области на рыхлых силикатных породах // Почвоведение. 1974. № 5. С. 29–40.

*Соколов И. А., Лежава В. В.* О проблемах генезиса и эволюции почв влажных субтропиков на примере Западной Грузии // История развития почв СССР в голоцене. Пушино: ОНТИ НЦБИ, 1984. С. 164–166.

Соколов И. А., Лежашва В. В. О происхождении латерита в Западной Грузии // Ге-конкреции в почвах. Тбилиси, 1990. С. 14.

Соколов И. А., Макеев О. А., Турсина Т. В., Верба М. П., Ковалев Н. Г., Кулинская Е. В. К проблеме генезиса почв с текстурно-дифференцированным профилем // Почвоведение. 1983. № 5. С. 129–142.

Соколов И. А., Михайлов И. С. Педосфера и гидротермальный процесс // Почвоведение. 1992 № 2. С. 41–48.

Соколов И. А., Наумов Е. М., Градусов Б. П., Турсина Т. В., Цюрупа И. Г. Ультраконтинентальное таежное почвообразование на карбонатных суглинках в Центральной Якутии // Почвоведение. 1976. № 4. С. 48–58.

Соколов И. А., Симакова А. Н. Модели почвообразования, возраст почв и география почв // Проблемы почвоведения. М., 1990. С. 136–142.

Соколов И. А., Соколова Т. А. О зональном типе почв в области вечной мерзлоты // Почвоведение. 1962. № 10. С. 23–32.

Соколов И. А., Турсина Т. В. Палево-серые почвы Центральной Якутии – аналог серых лесных почв // Почвоведение. 1979. № 3. С. 15–27.

Соколов И. А., Таргульян В. О. Статистический подход к анализу почвенного покрова малоизученных территорий // Закономерности пространственного варьирования свойств почв и информационно-статистические методы их изучения. М.: Наука, 1970.

Соколов И. А., Таргульян В. О. О таежных почвах Забайкалья в связи с самобытностью почв мерзлотно-таежной области // Почвоведение. 1976. № 8. С. 20–31.

Соколов И. А., Таргульян В. О. Взаимодействие почвы и среды: почва-память и почва-момент // Изучение и освоение природной среды. М.: Наука, 1976. С. 150–164.

Соколов И. А., Таргульян В. О. Взаимодействие почвы и среды: рефлекторность и сенсорность почв // Системные исследования природы: Вопросы географии. М.: Наука, 1977. № 104. С. 153–170.

Соколов И. А., Чигир В. Г., Алифанов В. М., Худяков О. И., Гузалинская Л. А., Фоминых Л. А., Гиличинский Д. А., Максимович С. В. Понятия, терминология и классификационные вопросы изучения промерзающих почв // Почвоведение. 1980. № 12. С. 118–125.

Соколов И. А., Шишов Л. Л. Актуальные проблемы и основные направления дальнейшего развития учения о почвенном покрове и его структурной организации // Почвы СССР: прикладные и генетико-географические аспекты исследования: Тр. Почв. ин-та им. В. В. Докучаева. М., 1987. С. 4–18.

Соколов И. А., Шишов Л. Л., Ремизов В. Д., Турсина Т. В., Воробьев В. Д. Латоплит – феномен тропического почвообразования? // Ге-конкреции в почвах. Состав, генезис, строение. Тбилиси, 1990. С. 3.

Соколова Т. А. Глинистые минералы в почвах гумидных областей СССР. М.: Изд-во МГУ, 1976.

- Соколова Т. А., Таргульян В. О.* Разрушение и передвижение глинистого вещества в дерново-подзолистой почве // Проблемы почвоведения. М.: Наука, 1978. С. 272–279.
- Спиридонов А. И.* О происхождении покровных суглинков // Землеведение. Нов. серия. 1957. Т. 4(44). С. 296–299.
- Спиридонов А. И.* О происхождении лессовых пород // Вести. МГУ. Сер. Геогр., 1960. № 5. С. 20–27.
- Страхов М. Н.* Основы теории литогенеза. М.: Изд-во АН СССР, 1960.
- Сумгин М. И.* Вечная мерзлота почвы в пределах СССР. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1937. 160 с.
- Таргульян В. О.* Почвообразование и выветривание в холодных гумидных областях. М.: Наука, 1971. 260 с.
- Таргульян В. О.* Развитие почв во времени // Проблемы почвоведения. М.: Наука, 1982. С. 108–113.
- Таргульян В. О., Александровский А. Л.* Эволюция почв в голоцене (факты, проблемы, гипотезы) // История биогеоценозов СССР в голоцене. М., 1976. С. 76.
- Таргульян В. О., Иалев А. М., Куликов А. В.* Внутрипочвенное выветривание основных пород в лесных почвах Дальнего Востока // Почвы Дальнего Востока. Хабаровск, 1976.
- Таргульян В. О., Соколова Т. А., Бирин А. Г., Куликов А. В., Целищева Л. К.* Организация, состав и генезис дерново-палево-подзолистой почвы на покровных суглинках. М., 1974.
- Таргульян В. О., Черняховский А. Г., Грачева Р. Г.* Субтропическо-тропический экзогенез и концепция И. П. Герасимова // Вопр. физ. географии. М., 1989. С. 37–56.
- Техногенные потоки вещества в ландшафтах и состояние экосистем.* М.: Наука, 1981. 250 с.
- Толковый словарь по почвоведению.* М.: Наука, 1975. 286 с.
- Томиардиаро С. В.* Лёссово-ледовая формация Восточной Сибири в позднем плейстоцене и голоцене. М.: Наука, 1980. 180 с.
- Тонконогов В. Д., Беркгаут В. В.* Опыт применения массовых аналитических данных в изучении генезиса текстурно-дифференцированных почв Европейской части СССР // Почвоведение. 1984. № 9. С. 108–116.
- Тумин Г. М.* Принципы классификации почв // Ежегодн. отчет по геол. и минерал. России. 1905–1906.
- Тумин Г. М.* Почвенное описание Дорогобужского уезда // Мат. для оценки земель Смоленской губ. 1909. Т. IV. Вып. 7.
- Указания по классификации и диагностике почв.* М.: Колос, 1967.
- Урушадзе Т. Ф.* Горные почвы СССР. Тбилиси, 1989. 272 с.
- Фокин А. Д.* Радиоиндикаторные исследования переноса железа и фосфора в подзолистой тяжелосуглинистой почве // Почвоведение. 1976. № 6. С. 66.

Фоминых Л. А. Особенности автономного почвообразования и географии среднетаежных почв на западе Сибирской платформы // Науч. докл. высш. шк. Сер. биол. 1973. № 6. С. 115–119.

Фоминых Л. А. Почвы низовий Подкаменной Тунгуски // Вестн. МГУ. Сер. Биология. Почвоведение. 1971. № 3. С. 104–106.

Фридланд В. М. О роли выветривания в создании почвенного профиля и о разделении почвенной массы // Почвоведение. 1955. № 12. С. 7–17.

Фридланд В. М. К вопросу о факторах зональности // Изв. АН СССР. Сер. геогр. 1959. № 5. С. 29–37.

Фридланд В. М. Почвы и коры выветривания влажных тропиков (на примере Сев. Вьетнама). М.: Наука, 1969. 312 с.

Фридланд В. М. О структуре (строении) почвенного покрова // Почвоведение. 1965. № 4. С. 15–28.

Фридланд В. М. О структуре почвенного покрова главных почвенных зон и подзон западной части Советского Союза // Почвоведение. 1967. № 5. С. 4–18.

Фридланд В. М. Структура почвенного покрова, задачи и методы ее изучения // Почвенные комбинации и их генезис. М.: Наука, 1972. С. 9–32.

Фридланд В. М. Структура почвенного покрова. М.: Мысль, 1972. 424 с.

Фридланд В. М. Геометрическая характеристика структур почвенного покрова // Структура почвенного покрова и методы ее изучения. М., 1973. С. 4–16.

Фридланд В. М. Некоторые проблемы классификации почв // Почвоведение. 1979. № 7. С. 112–130.

Фридланд В. М. Классификация структур почвенного покрова и типизация земель // Почвоведение. 1980. № 11. С. 5–17.

Фридланд В. М. Основные принципы и элементы базовой классификации почв и программа работ по ее созданию. М., 1982. 150 с.

Фридланд В. М. Структуры почвенного покрова Мира. М.: Мысль, 1984. 235 с.

Фридланд В. М., Караваева Н. А., Руднева Е. Н., Соколов И. А., Таргульян В. О. Программа почвенной карты СССР м-ба 1: 2 500 000. М., 1972. 86 с.

Фридланд В. М., Чижикова Н. П., Караева З. С. О формировании подзолистых почв на древних корях выветривания // Докл. АН СССР. 1976. Т. 224. № 2. С. 461–464.

Хотинский Н. А. Голоцен северной Евразии. М.: Наука, 1974. 180 с.

Черняховский А. Г. Гиббсит в коре выветривания Приморской Аджарии // Литология и полезные ископаемые. 1974. № 1. С. 45–53.

Черняховский А. Г., Градусов Б. П. Почвенно-элювиальный процесс и его роль в гумидном литогенезе современного континентального блока // Литология и полезные ископаемые. 1977. № 1. С. 37–53.

*Черняховский А. Г., Градусов Б. П., Чижикова Н. П.* Типизация, генезис и география современных кор выветривания // Литология и полезные ископаемые. 1976. № 2. С. 47–53.

*Четвертичный период Сибири.* М.: Наука, 1966. 514 с.

*Чижикова Н. П.* Пробразование минералогического состава почв в процессе агрогенеза: Автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук / Почв. ин-т им. В. В. Докучаева. М., 1991. 49 с.

*Чижикова Н. П., Градусов Б. П., Травникова Л. С.* Минералогический состав глинистого материала почв // Структура, функционирование и эволюция системы биогеоценозов. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1974. С. 159–183.

*Чухров Ф. В.* Коллоиды в земной коре. М.: Изд-во АН СССР, 1955. 672 с.

*Шило Н. А.* Четвертичные отложения Яно-Колымского золотоносного пояса, условия и этапы их формирования. Магадан, 1961. 108 с.

*Шишов Л. Л.* Классификация и диагностика главнейших типов почв Ливии // Проблемы освоения пустынь. 1981. № 2. С. 15–23.

*Шишов Л. Л., Соколов И. А.* Генетическая классификация почв СССР // Почвоведение. 1989. № 4. С. 112–120.

*Эвальд Э.* Некоторые новые подходы к систематике почв ГДР // Почвоведение. 1967. № 10. С. 52–61.

*Эвальд Э.* О взаимоотношении исследований в области генезиса и экологии почв (на примере изучения органического вещества) // Почвоведение. 1972. № 2. С. 22–28.

*Юодис Ю. К.* О структуре почвенного покрова Литовской ССР // Почвоведение. 1967. № 11. С. 24–36.

*Keller W. D.* The principles of chemical weathering. Columbia, Missouri, 1957. 111 p.

*Pressott I. D., Pendelton R. L.* Laterite and lateritic soil // Commonwealth bureau of soil science. Techn. Commun. 1952. № 47. P. 46–51.

Soil taxonomy. Washington, 1975. 436 p.

Soil Map of the World. Rome: FAO-UNESCO, 1985. 114 p.

## SUMMARY

The founder of pedology V. V. Dokuchaev defined soil as an independent natural body and, at the same time, as a function of landscape. According to Dokuchaev, soil is a bio-abiotic body that is formed as a result of transformation of the initial soil-forming rocks under the impact of biota and climate. This definition laid the foundation of the new science – pedology. V. V. Vernadsky developed the concepts of biosphere and bio-abiotic bodies. These concepts served as a base for a number of new sciences: landscape science, biogeocenology, landscape geochemistry, modern geography, study of ecosystems, etc. The methodological basis of all these sciences is formed by Dokuchaev's perception of the systems organisation of nature and its interminable evolution. It is agreed that soil occurs in the focus of all natural interactions; it serves both as a memory of landscape and as a reflection of its modern state. The quest to understand soil both as an independent self-developing open system and as a subsystem of the systems of higher organisation level – landscapes and the biosphere as a whole is quite traditional in soil science.

The development of the earlier suggested concept of exogenesis as an integral system of processes that form the surface cover of terrestrial part of the planet (the geoderma) is suggested. These processes include weathering, soil formation, sedimentogenesis, denudation and hydrogenic migration of elements. At the same time, geoderma is formed by the processes of endogenic nature, such as volcanism and hydrothermal activity. The main aim of the author was to understand soil formation as a component of exogenesis and soil mantle as a component of geoderma.

This central problem of the discussion is considered against the background of the general outline of the development of basic pedological concepts from Dokuchaev to the modern time. Dokuchaev formulated the basic principles of pedology. He defined the object of the new science (pedology), the main problems and aims of scientific inquiry, the methodology and inner structure of pedology, its place among other sciences, the main regularities of soil and soil cover formation and suggested the first scientific classification of soils. The essence of these basic concepts has withstood the test of time; moreover, the scientific significance of these concepts has considerably increased. At the same time, many initial definitions and concepts have been refined, transformed, and specified. The methodological basis of pedology has become much more complicated. The development of the main concepts is considered in the first chapter of the monograph.

The second chapter is devoted to theoretical analysis of the problem of soil formation and exogenesis. The main concepts and definitions are discussed; the systematisation of exiting knowledge is suggested. Surface cover of the terrestrial part of the Earth is formed by five main types of exogenesis: (1) tropical, (2) glacial-periglacial, (3) arid, (4) cryogenic and (5) volcanic. Correspondingly, five main sectors of the geoderma can be distinguished. The types of exogenesis and the sectors of the geoderma are characterised with respect to: (a) the main factors that control the development of this or that type of exogenesis; (b) the areal (geographic distribution) of the types of exogenesis (the sectors of geoderma); (c) the peculiarities of the processes (weathering, soil formation, sedimentogenesis, denudation, element migration) within different sectors of the geoderma; and (d) the composition and structure of the sectors.

The peculiar features of soil formation and soil mantle are considered in more detail. The genetic models of pedogenesis, composition and structure of the soil mantle at different levels of its organisation, methodological issues of soil cover studies and the problems of soil and soil cover evolution are discussed. The analysis of theoretical consequences and possibilities to apply the approach suggested for solving various scientific problems and practical tasks culminates the second chapter.

The following chapters are devoted to some particular theoretical problems that were posed by the author during the soil and soil cover studies in the glacial-periglacial and cryogenic sectors of the geoderma. Controversial problems of studying soil formation and weathering in the tropical sector of the geoderma are also discussed .