

ДЕВОНСКИЕ ПАЛЕОПОЧВЫ АНДОМСКОЙ ГОРЫ

Доктор геолого-минералогических наук
Сергей НАУГОЛЬНЫХ,
Геологический институт РАН

Около 60 млн лет — такова предполагаемая продолжительность четвертого из шести геологических периодов палеозойской эры, девонского (419–358 млн лет назад).

Это было время бурного развития органического мира Земли.

Жизнь осваивала все новые и новые экологические ниши.

На суше появились прапапоротники и праголосеменные растения, в том числе древовидные формы, первые наземные позвоночные, в морях — панцирные и кистеперые рыбы и т.д. Ископаемые свидетельства, подтверждающие их существование в ту далекую эпоху, сохранились до наших дней и помогают реконструировать общую картину происходивших в биосфере процессов. Для их изучения ученые применяют методы многих естественных наук, в том числе и палеопочвоведения — междисциплинарного направления, занимающегося исследованием почв прошлого, их историей и эволюцией.

ОТ ТЕОРИИ К ПРАКТИКЕ

Начать статью мне хотелось бы с упоминания замечательной книги немецкого палеоботаника Ганса-Иоахима Швайцера. Ее название очень красноречиво — «Растения покоряют сушу» (Pflanzen erobern das Land). Перелистывая страницы, посвященные реконструкциям ландшафтов девонского периода,

читатель с удивлением рассматривает чудеса непривычного для него растительного мира. Здесь и околоводные низкорослые, не выше нескольких десятков сантиметров заросли зостерофиллюмов и саудоний, и напоминающие гигантские свечи колоннообразные стволы дюйсберггий, и куртины циклостигм (их высота достигала 8 м) с ветвящимися побегами.

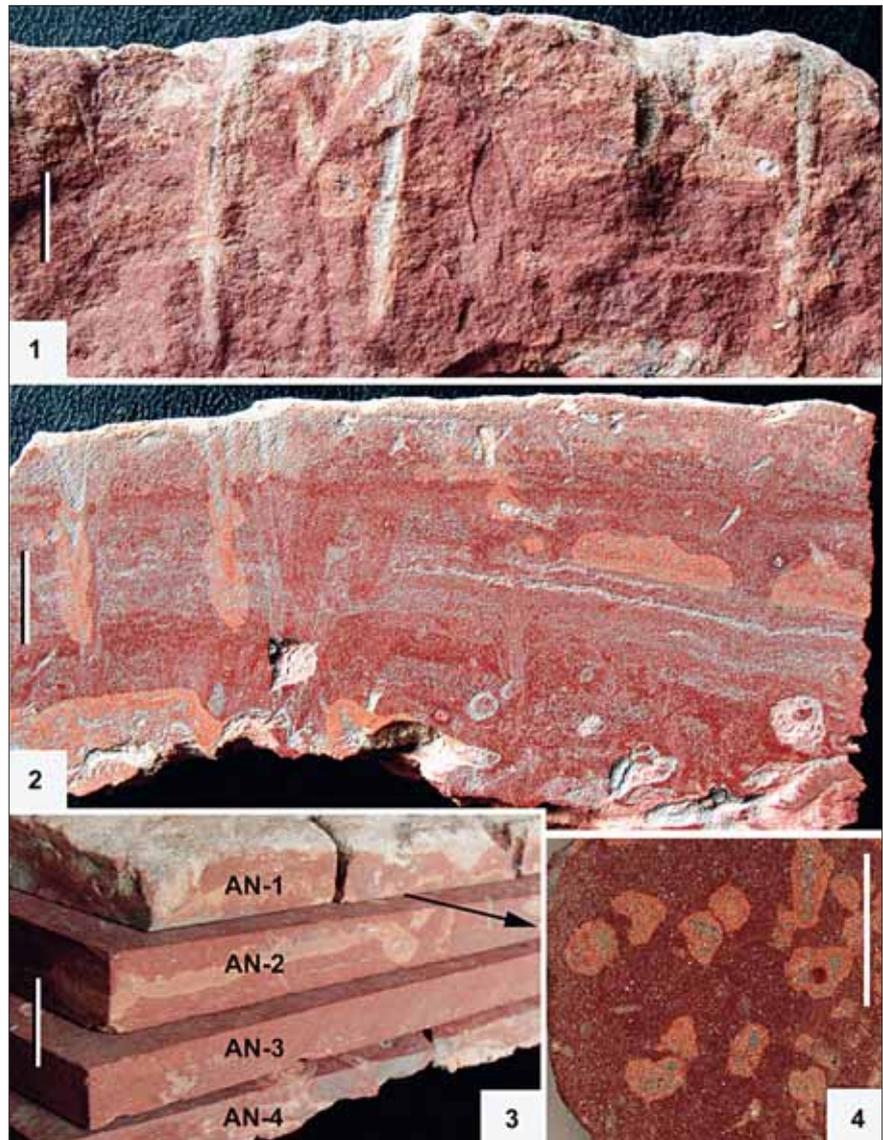
Строение палеопочвенного профиля FPS-1, северная часть разреза Андома-гора, нижняя часть климовской свиты.

1 – профиль в вертикальном сечении; видны вертикальные каналы, оставленные почвенной инфауной и корневыми ходами;

2 – строение профиля; хорошо видно преобразование исходно слоистого осадка действием почвенной инфауны и корневых систем;

3 – разделение профиля на образцы для геохимических исследований; номера образцов соответствуют номерам в таблице с данными по распределению микроэлементов;

4 – поперечное сечение через предполагаемые корневые ходы; хорошо видны осветленные «рубашки» вокруг корневых ходов, связанные с действием восстановительных процессов. Масштабная линейка – 1 см.



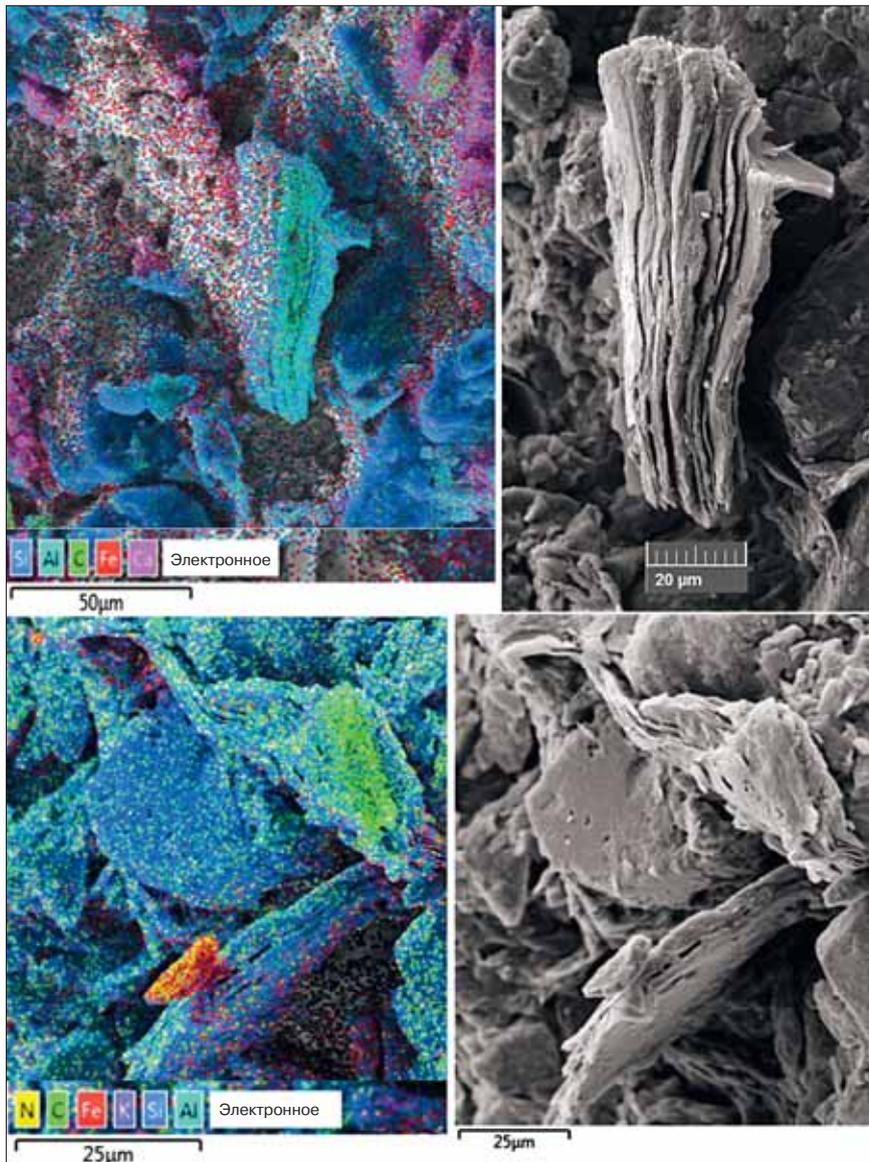
Геохимическая характеристика палеопочвенного профиля FPS-1. Содержание микроэлементов ($n \cdot 10^{-4}$, %). Номера образцов соответствуют представленным на фото 3.

| | As (PP M) | Rb (PP M) | Sr (PP M) | Y (PP M) | Zr (PP M) | Nb (PP M) | Mo (PP M) | Ba (PP M) | Ce (PP M) | Pb (PPM) | Th (PP M) | U (PP M) |
|------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------|-----------------|----------------|
| AN-1 | 4,6 | 72,5 | 79,9 | 16,7 | 294,3 | 15,6 | <1,0 | 510,6 | 112,2 | 8,316 | 10,2 | 2,5 |
| AN-2 | 4,4 | 59 | 90 | 22,5 | 223,9 | 12,7 | <1,0 | 405,8 | 94,8 | 10,752 | 8,2 | 2,8 |
| AN-3 | 8,8 | 52,4 | 90,1 | 23,5 | 251 | 11,3 | <1,0 | 383,6 | 81,8 | 13,02 | 7,5 | 3,8 |
| AN-4 | 6,2 | 77,4 | 101,4 | 27,3 | 296,6 | 14,9 | <1,0 | 407,5 | 109,1 | 13,02 | 10,4 | 3,5 |

Мне приходилось бывать в гостях у профессора Швайцера в его загородном доме в Бонне, на левом берегу Рейна. Мы подолгу беседовали о растительности девона и, отдавая дань ее сокровищам, неизбежно обсуждали особенности девонских палеопочв.

Действительно, чарующее ботаническое многообразие середины палеозоя* не оставляет сомнений: почвы

*Палеозой (~540–250 млн лет назад) — геологическая эра, называемая также эрой древней жизни. Подразделяется на 6 периодов: кембрийский, ордовикский, силурийский, девонский, каменноугольный, пермский (прим. ред.).



Распределение химических элементов (фото слева) и микроморфология палеопочвенного профиля FPS-1 (фото справа), образец AN-2 в сканирующем электронном микроскопе. Скопления углерода соответствуют расположению вертикальных корневых ходов. Масштабные линейки указаны на фото.

этого периода были хорошо развиты и разнообразны. Но где их найти и что они из себя представляли?

Прежде чем перейти к ответу на этот вопрос, попробуем разобраться с самим предметом поиска. При изучении относительно молодых плейстоценовых* палеопочв, благодаря их хорошей сохранности, специалисты, как правило, используют те же методические приемы, что и при исследовании почв современных. А вот при рассмотрении палеопочв палеозойского и мезозойского** возраста в методику вносятся необходимые поправки, поскольку такие объекты, как правило, приурочены к значительно литифицированным, т.е. уплотненным и геохимически

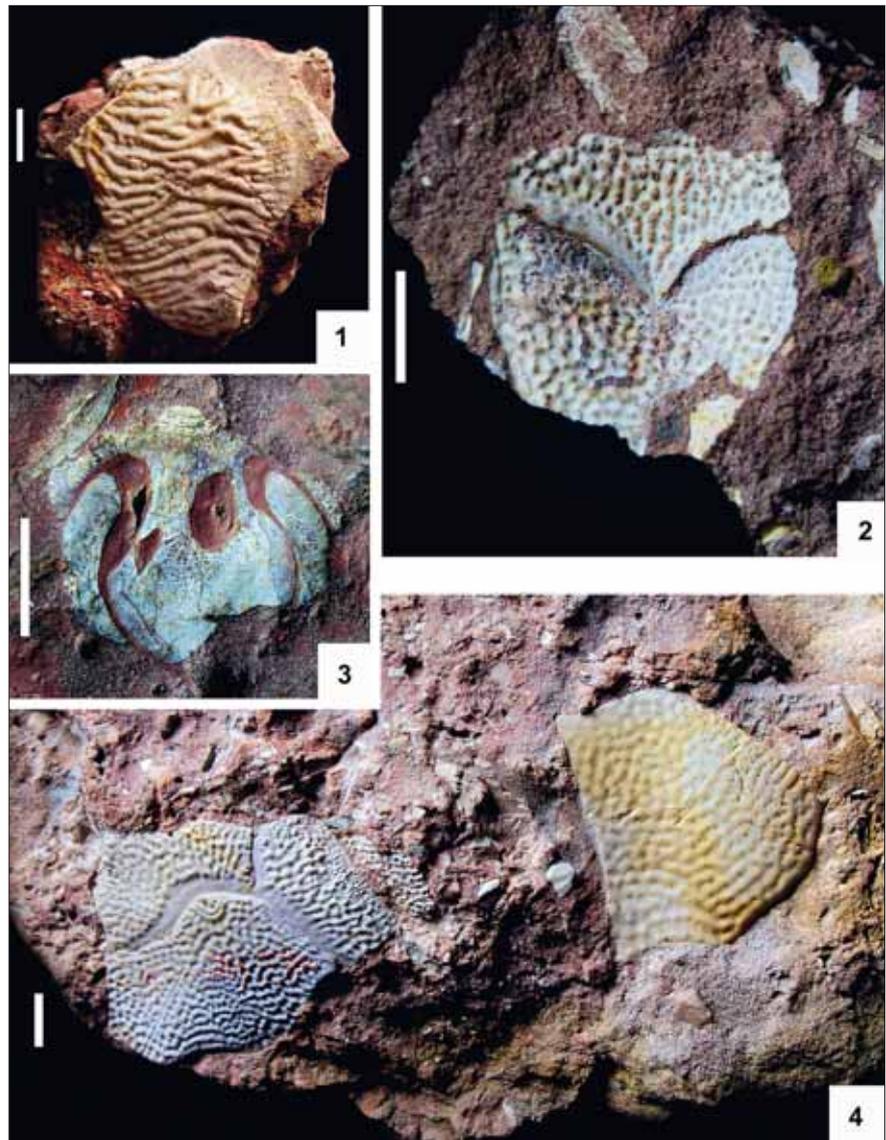
преобразованным осадочным толщам. Однако важно подчеркнуть, что подобные древние педогенные образования, как и обычные, нелитифицированные, изучаются с позиций классического генетического почвоведения. Напомню, что основы этой науки были заложены в конце XIX в. российским естествоиспытателем Василием Докучаевым.

Поскольку иногда под палеопочвой понимается древняя почва (как правило, плейстоценового или голоценового* возраста), первоначально погребенная, но позднее вновь оказавшаяся на поверхности и продолжающая функционировать, для терминологической точности предлагается ввести название «ископаемая палеопочва» (fossil Paleosoil), а для краткого ее обозначения использовать латинскую аббревиатуру «FPS».

*Плейстоцен (2,58 млн лет — 11,7 тыс. лет назад) — эпоха четвертичного периода, характеризующаяся многочисленными оледенениями (прим. ред.).

**Мезозой (~250–66 млн лет назад) — геологическая эра; подразделяется на три периода: триасовый, юрский и меловой (прим. ред.).

*Голоцен — геологическая эпоха, продолжающаяся последние примерно 12 тыс. лет, вплоть до современности (прим. ред.).



Ископаемые остатки рыб
из верхнедевонских отложений
разреза Андома-гора:
1 — чешуя кистеперой рыбы *Holoptychius*;
2–4 — остатки панцирных рыб
Bothriolepis spp.,
2 — *medio-dorsale anterior* (передняя
срединная спинная пластинка);
3 — панцирь ювенильного экземпляра
с брюшной стороны;
4 — отдельные фрагменты
пластинок панциря.
Масштабная линейка — 1 см.

При изучении любого FPS-профиля логика исследования определяется тремя базовыми принципами. Во-первых, любая палеопочва должна восприниматься как неизбежная функция ландшафта, во-вторых, как функция времени и, в-третьих, как функция жизни или результат жизнедеятельности организмов.

Надеюсь, я не утомил читателя совершенно необходимой преамбулой, поскольку терминологический инструментарий нам понадобится в не меньшей степени, чем геологический молоток и лопата при изучении палеопочвенного профиля в поле.

ДЕВОНСКИЕ ГОРЫ

В России немного найдется мест, где можно наблюдать красноцветные отложения девонского возраста во всем их великолепии. Одно из них — Андомский геологический разрез (Андама-гора), расположенный в Вологодской области на северо-восточном

берегу Онежского озера. Это излюбленное место отдыха жителей близлежащей Вытегры, Петрозаводска и Санкт-Петербурга, однако в последние годы сюда частенько заезжают и москвичи — отдохнуть от суеты мегаполиса, подышать чистым воздухом и порыбачить. Не менее желанна Андома-гора (ее также называют Андомской горой) и для геологов, ведь ее обрывистые склоны позволяют изучить во всех подробностях особенности геологического строения региона.

Меня привели на Андому-гору поиски палеопочв. От петербургского палеоботаника кандидата геолого-минералогических наук Сергея Снигиревского я узнал, что здесь в береговых обрывах частенько встречаются стволы археоптерисов (формальный род — калликсилон), древних предголосеменных, отличающиеся хорошей сохранностью. Археоптерисы были сугубо наземными растениями, произраставшими, очевид-



Верхняя часть климовской свиты, разрез Андома-гора. На врезке слева (линейка — 1 см) показан ископаемый зуб двоякодышащей рыбы, найденный на этом стратиграфическом уровне.

но, относительно недалеко от мест захоронения. Да и мелководность осадков, часть которых вообще можно рассматривать как континентальные, дельтовые или даже эоловые (ветровые), свидетельствовала в пользу возможности обнаружения здесь палеопочв.

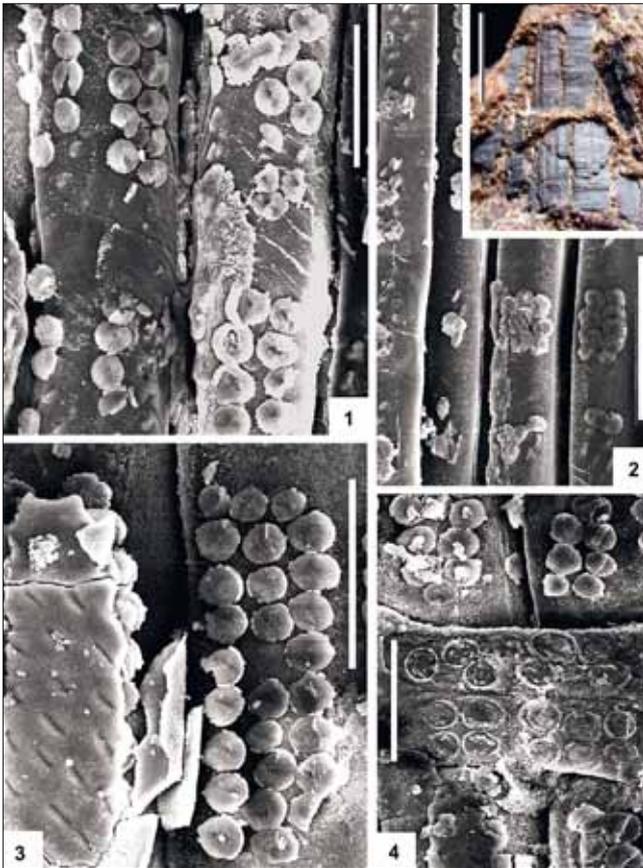
После детального изучения Андомского разреза мне действительно удалось обнаружить не менее трех палеопочвенных профилей. Под палеопочвенным профилем обычно понимают древнюю почву, разделенную на генетические горизонты А, В и С, различающиеся степенью и типом изменения исходного минерального субстрата под действием факторов почвообразования. Ниже подробно охарактеризованы два андомских палеопочвенных профиля. Для удобства рассмотрения они пронумерованы: нижний, более древний — FPS-1, верхний, более молодой — FPS-2. Как принято в геологии, будем продвигаться от нижнего профиля к верхнему, от древнего — к молодому.

Более древний палеопочвенный профиль приурочен на стратиграфической шкале к нижней части климовской свиты, верхний девон, франский ярус (~385 млн лет назад). Дать его характеристику в терминах генетических горизонтов пока сложно, однако некоторые особенности следует упомянуть. FPS-1 заложен на породе осадочного происхождения. На сечении хорошо видна исходная слоистость осадка, однако она нарушена действием факторов почвообразования. Верхняя поверхность профиля эродирована под действием атмосферных осадков и выветривания. В профиле видны вертикальные трубки —

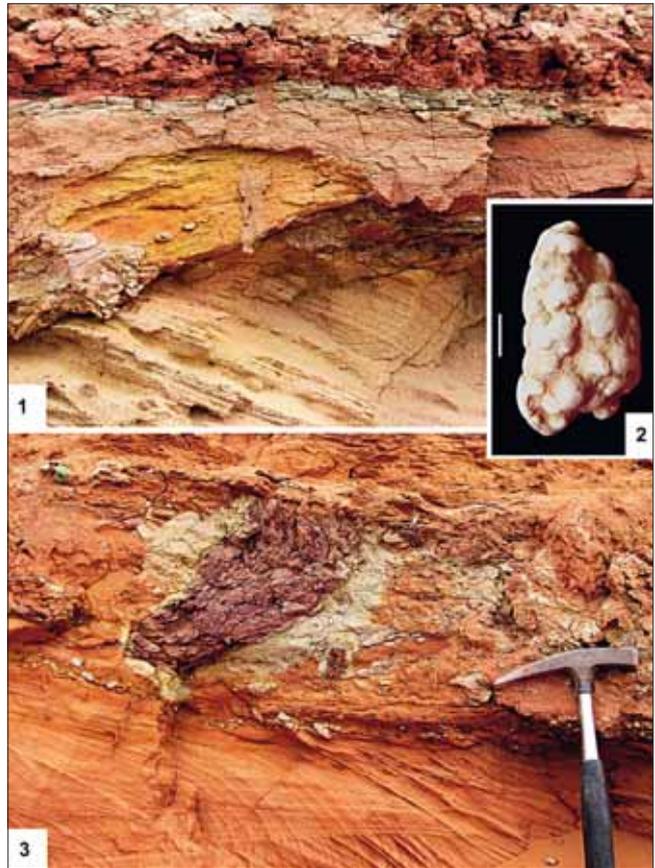
следы корневых ходов и жизнедеятельности почвенной инфавны. При изучении его структуры под электронным сканирующим микроскопом удалось обнаружить мелкие углистые трубки и чехлики — остатки корневых систем высших растений.

В геохимических свойствах этого палеопочвенного профиля бросается в глаза повышенное содержание некоторых микроэлементов, в особенности бария и циркония, что может свидетельствовать в пользу привноса обломочного материала с Хибин — гор Кольского полуострова, т.е. с Балтийского щита, со стороны древнего континента Фенноскандии. Здесь, в докембрийских нефелиновых сиенитах и щелочных гранитах, особенно много минерала циркона, образованного силикатом циркония. Кстати сказать, из хибинского натролита, описанного геохимиком и минералогом академиком Александром Ферсманом в 1922 г., впервые был выделен барий, так что соседство его с цирконием в палеопочвах Андомской горы не случайно.

Палеопочвенные профили второго типа приурочены к верхней части климовской свиты. Они развиты гораздо лучше, «полнее», как говорят палеопочвоведы, чем FPS-1. Описание FPS-2 начнем с перекрывающей породы — песков. В их толще встречаются аллохтонные остатки минерализованных древесин прогимноспермов (археоптеридофитов) *Callixylon trifilievii Zalesky* до 30 см в диаметре и иногда более полуметра длиной. В самой же палеопочве (ее толщина 20-30 см) генетический горизонт А (гумусированный) отсутствует, а горизонт В сложен комкова-



Анатомическое строение древесины *Callixylon trifilievii* Zalesky (образец, с которого получены препараты, справа вверху на врезке, линейка – 1 см). Хорошо видны проводящие элементы (трахеиды) с окаймленными порами. Масштабные линейки для фото анатомических препаратов – 50 мкм (1, 3, 4) и 100 мкм (2).



Верхняя часть климовской свиты, разрез Андома-гора. 1 – вишневые алевролиты субаэрального генезиса, перекрывающие желтые дельтовые пески; 2 – карбонатное педогенное образование; 3 – палеопочвенный профиль FPS-2 с предполагаемым коконом дипнои.

тым алевролитом. Встречаются редкие мелкие глинисто-карбонатные уплотненные образования размером до 1 см в диаметре. В толще палеопочвы обнаружены вертикальные и наклонные ходы, предположительно принадлежавшие почвенной инфауне. Они заполнены алевропелитом ярко-бордового цвета. Подстилающий слой (горизонт С) мощностью до 2–3 см сложен рыжим алевролитом с многочисленными карбонатно-глинистыми образованиями. Вмещающая порода (горизонт D) представлена песками. Наиболее близки обнаруженным девонским палеопочвам второго профиля современные железистые и хромовые камбисоли*, встречающиеся во влажных субтропиках.

ЗАГАДКА ДВОЯКОДЫШАЩИХ РЫБ

В FPS-2 обнаружилось некое странное образование, разгадка природы которого позволила по-новому взглянуть не только на палеопочвенные профили

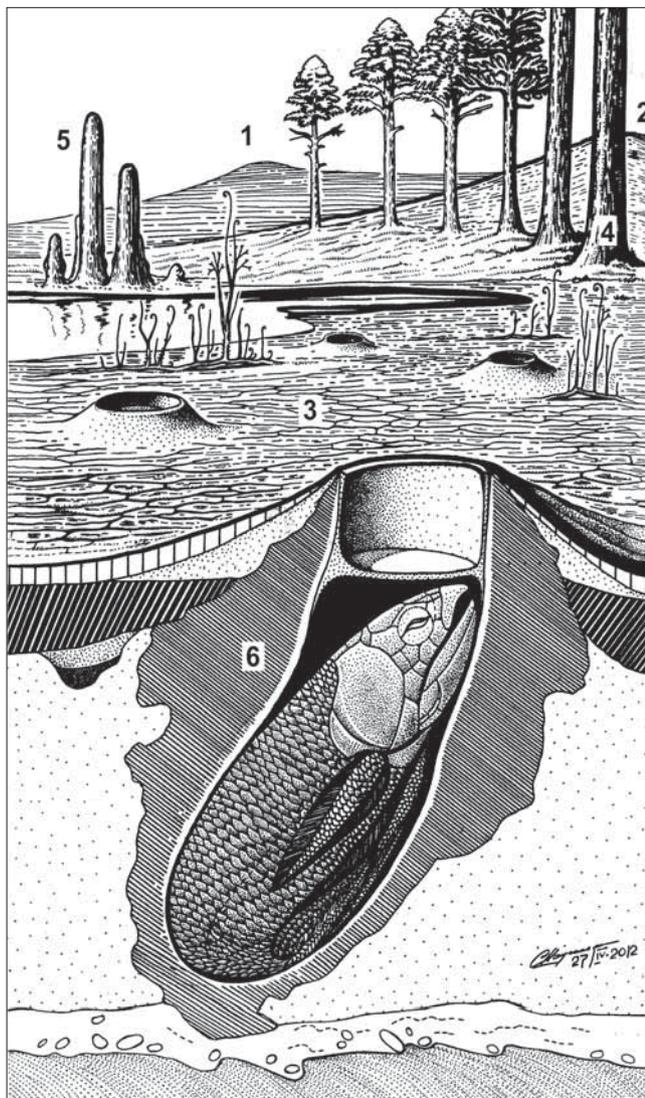
*Камбисоли — относительно слабообразованные почвы, в которых почвообразование проявляется преимущественно в изменении окраски и структуры горизонтов (прим. ред.).

Андомской горы, но, в итоге, подойти к реконструкции ландшафта, существовавшего на этой территории в конце девонского периода.

Непосредственно в профиле располагалось наклонно ориентированное тело грушевидных очертаний, очень сходное с ископаемыми остатками коконов двоякодышащих рыб*, или дипной. Подобные коконы были ранее описаны из отложений каменноугольного и пермского возраста американским палеонтологом Джеймсом Макалистером в 1992 г. Однако двоякодышащие рыбы существовали уже и в девоне, занимая весьма заметное место в экосистемах древних лагун и обширных речных эстуариев (затопляемых устьев рек). Более того, зубы дипной были найдены непосредственно в девонских отложениях Андомского разреза.

Кокон и современным, и ископаемым дипноям были нужны для переживания периодов засухи, когда мелководные эпиконтинентальные или вну-

*Двоякодышащие рыбы — древняя группа пресноводных рыб, представленных в современной фауне тремя реликтовыми видами, обладающими как жаберным, так и легочным дыханием (прим. ред.).



Ландшафтная реконструкция условий формирования ископаемых почв Андомского разреза:

- 1 — области сноса, источник поступления кластического материала (Фенноскандия);
 2 — низкие холмы, возвышенность, до которой не доходит вода при максимальном уровне в ходе сезонных колебаний;
 3 — аккумулятивная низменность, примыкающая к мелководному эстуарию или опресненной лагуне;
 4 — прогимноспермы *Archaeopteris* sp. (стволы — *Callixylon trifilievii* Zalesky);
 5 — нематофитон (прототакситес);
 6 — кокон дипнои.

Далеко у горизонта видна цепочка высоких гор. Это вершины хребтов Фенноскандии, сложенных изверженными, интрузивными и метаморфическими породами архея* и протерозоя**. Продукты разрушения гор сносились на близлежащую равнину водами рек, ручьев и временных потоков. На равнине, ближе к обширным речным эстуариям и лагунам произрастали археоптерисы с раскидистыми кронами. Их минерализованные древесины встречаются в песках Андомской горы. В низинах наше внимание привлекли бы колоннообразные плодовые тела гигантских древних грибов нематофитонов. А на поверхности закладывающихся по соседству гидроморфных подтопленных почв мы заметили бы небольшие низкокониические возвышения с центральной впадинкой — миниатюрным «кратером», расположенным на вершине. Под этими мини-курганами эволюции, в толще почвенного профиля, скрывались в ожидании нового сезонного подъема воды двоякодышащие рыбы.

В качестве послесловия следует отметить, что велика вероятность обнаружения палеопочв более высоких степеней зрелости в девонских отложениях в Ленинградской, Новгородской, Воронежской и Орловской областях. Здесь, помимо относительно мелководных морских, лагунных и аллювиальных отложений, присутствуют и разнообразные континентальные фации (осадки), в том числе и с макроостатками наземных растений. Поиск палеопочвенных горизонтов в этих отложениях представляется весьма перспективным.

*Архей — геологическая эра, длившаяся с 4 до 2,5 млрд лет назад (прим. ред.).

**Протерозой — геологическая эра, внизу граничившая с археем; длилась около 2 млрд лет (прим. ред.).

триконтинентальные водоемы пересыхали. В этих кризисных жизненных обстоятельствах и у других обитателей пересыхающих девонских водоемов появились адаптации для выживания на суше. Вспомним кистеперых рыб, переползавших «посуху» из одного водоема в другой и таким образом постепенно приспособившихся к аэральным условиям. Между прочим, ископаемые остатки таких рыб тоже встречаются в девонских отложениях Андомской горы. Получается, что обнаружение ископаемого кокона двоякодышащей рыбы в профиле FPS-2 органично сочетается с общими представлениями о ландшафтной ситуации, существовавшей здесь в позднедевонскую эпоху.

РЕКОНСТРУКЦИЯ ЛАНДШАФТА

Ну а теперь мы попробуем взглянуть на позднедевонский ландшафт, существовавший около 360 млн лет назад на северо-западе Русской платформы.

Иллюстрации автора