

УДК 551.79+728

И. И. ПЛЮСНИН

К СТАНОВЛЕНИЮ ПАЛЕОПОЧВОВЕДЕНИЯ¹

Палеопочвоведение (палеопедология) — наука о палеопочвах. Она уже достигла достаточно высокого уровня развития. Народнохозяйственное значение этой науки возрастает с каждым годом.

По некоторым объектам исследований, особенно по флоре, по практическому и научному значению палеопочвоведение имеет сходство с палеонтологией и исторической геологией.

Автор делает попытку обобщить некоторые данные по палеопочвоведению, исходя из литературных источников, основных положений и теории современного почвоведения, а также своих исследований ископаемых почв.

В данное время палеопочвоведение особенно нуждается в уточнении многих понятий и представлений по таким основным элементам науки, как история, методика, теория и практика. Но в нашем сообщении основное внимание уделено эволюции почвообразования, не затрагиваются многие вопросы, с ним связанные: условия захоронения почв — тафономия или ориктоценозы по Ефремову и биогеоценозы по Сукачеву. Не будем также касаться палеопочв на современной поверхности Земли и наложения одних типов почвообразования на другие, что составляет особую тему и было частично затронуто нами в предыдущем сообщении [Бюллетень Комиссии по изучению четвертичного периода № 44, 1975]. То же касается аргументации и уточнения многих терминов и понятий, в том числе понятия о педосфере, о почве и элювии, которые иногда ошибочно смешиваются или объединяются (В. П. Петров и др.). Почва является лишь частью элювия, хотя и значительной, именно той частью элювия, которая активно охвачена процессом почвообразования. Живая почва на поверхности Земли — органо-минеральное развивающееся тело, которое имеет свое сложение, строение и состав по генетическим горизонтам, включая горизонт С — материнскую горную породу и горизонт грунтовых вод, связанных с почвообразованием.

Толща осадков на поверхности Земли, охваченная процессами почвообразования, достигающая мощности до одного-двух десятков метров и более, составляет зону развивающегося почвообразования — современную педосферу — особую, целостную, природную систему. Педосфера, как и всякая отдельно взятая почва, ее слагающая, не выходит за пределы мощности элювия, т. е. зоны современного выветривания. В ископаемом состоянии, глубоко погребенная осадками, педосфера становится палеопедосферой. Подобные захоронения педосфер и превращение их в палеопедосферы в геологической истории повторялись многократно. Изучение палеопедосфер в хронологическом порядке, как особых природных систем, до сих пор еще не проводилось. Геологи не всегда отмечали их, пропуская при наблюдениях в обнажениях и буровых скважи-

¹ Текст доклада на заседании Комиссии по изучению четвертичного периода АН СССР 29 ноября 1977 г.

нах. Замечали лишь перегнойно-аккумулятивные горизонты ископаемых почв, и то только если они явно выделялись своей темной окраской. Пропускали окрашенные в разные цвета и оттенки иллювиальные горизонты, не связывая их с почвообразованием, не говоря уже о том, что не описывали четко выраженные изменения материнских горных пород, как следы тех или других процессов почвообразования.

Палеопочвоведение основной материал черпает из четвертичной геологии.

Палеопочвоведение развивается в зависимости и на основе родственных ему наук. Но эта зависимость обусловила относительное запаздывание развития палеопочвоведения. История палеопочвоведения как науки следует за общим (агрономическим) почвоведением. Эта наука, как и общее почвоведение, впервые оформляется в нашей стране. Достаточно назвать имена и труды некоторых наших ученых, уделивших внимание вопросам палеопочвоведения: Л. С. Берг [1947], А. А. Величко [1963], В. И. Вернадский [1926], Г. Н. Высоцкий [1934], И. П. Герасимов [1962], М. А. Глазовская [1956], Г. И. Горецкий [1963], О. П. Добродеев, В. В. Докучаев [1951], В. А. Ковда [1965], Б. Л. Личков [1944], П. В. Маданов [Маданов и др., 1968], Т. Д. Морозова [1962], А. И. Москвитин [1972], А. И. Опарин [1948], Б. Б. Полюнов [1945], Н. Д. Седлецкий [1936], А. П. Феофилова [1972], В. И. Чалышев [1968], О. А. Чичагова [1961], Е. А. Ярилова [1947] и др.

Нет необходимости доказывать, что развитие палеопочвоведения весьма необходимо, что без него неизбежен эмпиризм, ошибки и излишние расходы труда, энергии и средств на поиски вслепую полезных ископаемых, связанных с почвообразованием. Но создание палеопочвоведения — дело весьма сложное, очень трудное и ответственное. Фактические данные современного палеопочвоведения носят еще эпизодический характер, сводки материала отсутствуют. Однако палеопочвоведение даже на первых этапах своего развития вносит в геологию новое содержание, устанавливая по ископаемым почвам надежные рубежи времени в абсолютном летоисчислении, маркируя синхронные коры выветривания суши и коры гальмиролиза на дне морей и океанов.

Развитие палеопочвоведения в настоящее время лимитируется разработкой новых методов исследования ископаемых почв и усовершенствованием применяющихся. Это особенно касается определения почвенной органики в малых количествах. Перспективны в этом отношении и могут быть приспособлены такие новые методы, как метод лазерной масс-спектрометрии, голографии, люминесцентно-битуминологический метод, а также известные методы определения состава гумуса и микрокопирования почв. Большого интереса заслуживает определение форм оптически ориентированных глин (ООГ), различно мигрирующих и откладывающихся в генетических горизонтах почвы соответственно условиям почвообразования. Необходимо усовершенствовать методы определения вторичных почвенных минералов и новообразований, характеризующих типы почвообразования, и типов почв, по которым устанавливается степень проявления зональности.

В настоящее время широкое применение в палеопочвоведении находит метод определения группового состава гумуса ископаемых почв и сопоставления содержания углерода гуминовых кислот и углерода фульвокислот, что позволяет устанавливать синхронные изменения почв и процессов почвообразования, зависящих от зональных условий и географических координат. Большое значение приобретает применение микрометода в изучении микроагрегатного состава ископаемых почв. Имеются также большие перспективы определения состава и динамики почвенного поглощающего комплекса с помощью инфракрасной спектро-

метрии и других подобных методов. Необходима разработка методов реставрации древних почв, а также факторов и условий почвообразования. Это особенно касается геохимических методов исследования ископаемых почв.

В настоящее время изучение ископаемых почв вступает в стадию использования почвенных данных для стратиграфических целей и поисков полезных ископаемых, связанных с почвообразованием. Ископаемые почвы наземного и подводного генезиса (сапропели, педосапропели, педоседименты)² служат эталоном перерывов морского осадконакопления [Яблоков, 1973] и формирования кор выветривания на суше и кор гальмиролиза на дне морей. Эти перерывы отложений увязываются в координатах времени на фоне абсолютного возраста ископаемых почв. Следы почвообразования и почв хорошо сохранились не только в четвертичных, но и в отложениях всех геологических эр, периодов и эпох. А современные первичные почвы на скалах в горах, самые молодые, ныне формирующиеся почвы, имеют сходство с теми почвами, которые впервые формировались на Земле под воздействием самых первых организмов-почвообразователей.

Первыми почвообразующими организмами, как и теперь, были представители бактерий или организмы, подобные им, затем водоросли, грибы и лишайники, поселяющиеся в порах и трещинах горных пород. В настоящее время на горных породах, оказавшихся на поверхности Земли, первые почвообразователи — лишайники, последовательно замещающиеся высшей растительностью, и сопровождающие их развитие нитритные и нитратные бактерии, а также синезеленые водоросли, способные фиксировать атмосферный азот. Мощным фактором первичного почвообразования была азотная кислота.

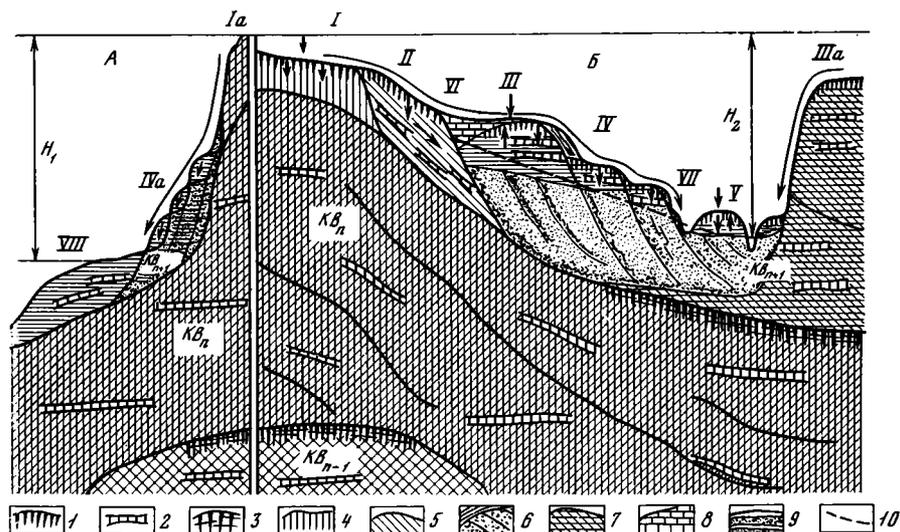
Почвенный покров на Земле испытывал многократные изменения, развиваясь совместно с земной корой и многочисленными ранее существовавшими корами выветривания, которые завершались каждый раз покровными, маркирующими почвами. В каждой коре выветривания в разрезе по вертикали наблюдаются внутренние, местные, региональные ископаемые почвы (рисунок).

В плане каждая кора выветривания дифференцируется на отдельные участки по генетическим типам геологических отложений с соответствующими почвами.

Ведущим фактором почвообразования во все времена был биологический фактор, поступательно развивающийся и утверждающийся на суше и под водой — на дне водоемов, морей и океанов, в области мелководного шельфа, куда проникают лучи Солнца.

Почвообразование и почвы развиваются неповторимо по восходящему направлению, следуя за развитием органического мира по закону необратимой эволюции, по схеме гипотетического родословного дерева. Развитие почв на Земле — движение от простого к сложному, от низшего к высшему, от первичных почв к высоко развитым, от слабо выраженного плодородия к высокому. Первичные организмы-почвообразователи оставили в земной коре прямые следы своей жизнедеятельности. Но от многих из них остались только косвенные следы в форме почвенной органики и педолитов. Первые почвы на Земле не были однообразными. Однако их многообразие определялось не столько биогенезом, сколько литогенезом. Они не отличались большим содержанием органического вещества. Такими были каменистые, песчаные, глинистые, глеевые, слитые, плотные первичные маломощные почвы.

² Почвосапропели и почвоосадки, образующиеся на дне озер и морских мелководий, условно называем почвами подводного происхождения.



Типы поверхности земли, геологические отложения, коры выветривания и категории почв

A — приморский блок, *B* — континентальный блок. *I* — автоморфные почвы на элювии повышенных элементов, progressively промываемые, *Ia* — хрящевые почвы скал; *II* — супераквальные почвы на делювии склонов; *III* — супераквальные почвы на элювии равнин с близким уровнем грунтовых вод, *IIIa* — автоморфные почвы на элювии плато; *IV* — террасовые почвы речных долин на древнем аллювии, *IVa* — почвы морских террас; *V* — пойменные почвы на аллювии; *VI* — гидроморфные (болотные) почвы понижений; *VII* — субаквальные (подводные) почвы на дне стариц и озер; *VIII* — субаквальные (подводные) почвы морского шельфа.

Вертикальные стрелки показывают направление водных потоков (инфильтрация, подъем), стрелки у поверхности — направление сноса продуктов выветривания в результате элювиально-делювиально-аллювиального процесса. H_1 — высота над уровнем моря; H_2 — высота над местным базисом эрозии *I* — покровная почва; 2 — ископаемая внутрикоричневая почва; 3 — ископаемая покровная почва; 4 — элювий; 5 — делювий; 6 — аллювий; 7 — комплекс ледниковых отложений, эоловых и других образований; 8 — торф; 9 — морские отложения; 10 — уровень грунтовых вод

$KВ_{n-1}$ — древнейшая кора выветривания; $KВ_n$ — древняя кора выветривания; $KВ_{n+1}$ — современная кора выветривания (комплекс генетических типов геологических отложений)

В зависимости от условий внешней среды (горные породы, рельеф, грунтовые воды) почвообразование приводило к формированию в пространстве различных почв. Однако общность процесса синтеза и разрушения органического вещества, накопление азота, элементов зольного питания организмов-почвообразователей, постоянный обмен веществ между организмами и средой, составляющий сущность почвообразования, всегда сохранялись, обуславливая генетическое единство почв. Почвообразование не простое повторение явлений, а поступательное развитие их. Первоначальные почвы, очевидно, возникали одновременно на разных участках очагами, где поселялись организмы и начиналось почвообразование, продолжающее преемственно развиваться поныне, как сама жизнь.

Местами почвы частично или полностью разрушались в результате денудации, дефляции, водной эрозии и аккумуляции наносов, в результате ледниковой экзарации, а также абразии и орогенеза. В других местах и на месте разрушенных вновь и вновь возникали новые почвы. Повторные этапы почвообразования каждый раз начинались под воздействием измененных факторов и условий почвообразования на базе более высокого уровня развития ведущего биологического фактора почвообразования (таблица).

Первоначальные почвы, особенно на плотных породах, развивались необычайно медленно, формируясь при крайне скудном зольном питании первых организмов-почвообразователей. Мощность слоя пород, затронутых почвообразованием, на первых этапах достигала всего нескольких миллиметров или первых нескольких сантиметров на рыхлых материнских породах. Подобные карликовые почвы в настоящее время встречаются в тундрово-полярных зонах и в жаркой пустыне в форме «пустынного загара», когда концентрируются элементы зольного и азотного питания. Первыми почвообразователями, по В. Р. Вильямсу, были бесхлорофильные хемотрофные бактерии — хемосинтетики, ассимилирующие углекислый газ за счет энергии минеральных окислительных реакций, которые возбуждались самими бактериями и протекали на поверхности горных пород. За хемотрофными бактериями в первичной почве следовали метатрофные бактерии, разлагающие органическое вещество отмирающих клеток бактерий. С возрастанием мощности почв в их глубинных горизонтах появлялись анаэробные зубактерии (настоящие бактерии), подобные современному клостридиуму, способные связывать минеральный азот. За очень длительным периодом бактериального почвообразования следовал не менее длительный этап развития автоморфных организмов-почвообразователей, в том числе водорослей, особенно синезеленых, способных фиксировать атмосферный азот, обогащая почву. Еще позднее в почве появились организмы, способствующие минерализации органических веществ с выделением в приземный слой воздуха углекислого газа. С этим создавалась предпосылка проявления природного химического и биологического фотосинтеза, с чем еще более возросло обогащение почв органикой и началась новая эра почвообразования.

Весьма длительно существовала фрагментарность первичного почвенного покрова. Сплошного почвенного покрова в архее еще не существовало. Но конкретных данных об ископаемых почвах этой эры мало. Дело в том, что первоначальные маломощные почвы в ископаемом состоянии трудно распознаются. Еще труднее распознаются ископаемые почвы подводного генезиса, и не только первоначальные, но и более позднего времени.

Подводное почвообразование и гальмиролиз развиваются совместно. Водные условия как бы нивелируют подводное почвообразование. По содержанию органики почвы подводного генезиса, как и наземные, весьма многообразны, но перегной у них по консистенции значительно грубее перегной наземных почв. Эти почвы приближаются к сапропелевоилистым образованиям. У подводных почв менее отчетливо выражены все генетические горизонты, и особенно иллювиальные. Представления и понятия о подводном почвообразовании нуждаются в углубленной разработке. Представление об абсолютном анаэробииозисе под водой в процессе формирования почв в области шельфа не бесспорно, его необходимо пересмотреть. Ископаемые почвы подводного происхождения имеют большое распространение. Но, к сожалению, эти почвы еще до сих пор не разграничиваются и смешиваются с иловыми водными отложениями и наносами, с почвенной органикой во вторичном залежании. Осадки интенсивной аккумуляции с органикой занимают некоторое среднее положение между почвой и наносами — педосапропелями (почвосапропели) или педоседиментами (почвоосадки). Изучение подводного почвообразования мелководий в настоящее время приобретает весьма большое народнохозяйственное значение.

С подводным и наземным почвообразованием связано формирование некоторых полезных ископаемых. Полезные ископаемые, обязанные своим происхождением почвообразованию, не многочисленны, но залежи

их в земной коре и их народнохозяйственное значение весьма велики. Особенно большое практическое значение приобретает почвенная органика рассредоточенная и сосредоточенная. Первая — отстающая от минерализации (не минерализованная) точечная, рассеянная почвенная органика — сохраняется в почвообразующей породе в рассредоточенном, как бы распыленном виде. Она почти исчезает от визуального наблюдения в отличие от сосредоточенной органики в перегнойно-аккумулятивных генетических горизонтах почвы, которая обычно хорошо наблюдается визуально. Почвенная органика в соответствии с условиями среды со временем переходит в залежи торфа, сапропеля, горючих сланцев, бурого и каменного угля, нефти, газа и других каустобиолитов. Для образования нефти и газа не меньшее значение, чем сосредоточенная почвенная органика, имеет рассредоточенная — рассеянная органика, пронизывающая все коры выветривания. Остаточная почвенная органика постепенно, за весьма длительный срок, последовательно переходит в наиболее стойкие углистые вещества — до графита включительно. Образование каустобиолитов происходит непрерывно начиная с возникновения почвообразования на Земле. Условия залегания и сам характер каустобиолитов раскрывают сущность и эволюцию почвообразования, без понимания которого невозможно успешно развивать палеопедологию. Так, например, угольный пласт соответствует Ат — торфяному горизонту болотной почвы или торфяной залежи — мощной торфяной почвы. Подобную залежь нельзя искусственно рассматривать в отрыве от почвы. Подугольная толща отвечает горизонту оглеения болотных почв. Приуроченность разновозрастных месторождений бурых и каменных углей к средним широтам в пределах 30—70° с. ш., преимущественно к умеренной полосе, говорит о генезисе их не меньше, чем строение почвенных и геологических разрезов.

О раннем возникновении глеево-болотного типа почвообразования говорит также формирование древнейших железных руд, таких, как бурый железняк, сидерит и вивианит. Теперь общеизвестно, что окисление закисных солей железа в почве и образование гидрата окиси железа происходит при участии железобактерий. Этот процесс подобен дыхательному акту бактерий, способных к хемосинтезу — образованию органического вещества без участия солнечного света — на основе энергии, получаемой из реакции окисления. Образование болотной железной руды в виде скоплений конкреций, слагающих ортштейновые (ортзандовые) генетические горизонты почвы, связано с избирательной поглощательной способностью почв и отмиранием железобактерий, содержащих в своем теле до 17—20% железа. Накопление толщ железной руды, торфообразование и последующее углеобразование, связанные с болотным почвообразовательным процессом, — истина установленная. И сущность глеево-болотного типа почвообразования, начавшегося на заре жизни, сохраняется до настоящего времени, но источники органического вещества (торфа) меняются с изменением торфообразователей от бактерий и водорослей до современной травяно-моховой растительности. Однако торфонакопление не исключительно гидрогенное явление. Оно может быть сухим. Накопление грубого, полуразложившегося гумусового вещества (торфа) может быть результатом слабой минерализации органического вещества при хорошем дренаже, что происходило ранее и наблюдается на побережьях Ледовитого океана в настоящее время.

К более древним почвам относятся также мощные субтропические и тропические красноземы и латериты, до сих пор преобладающие на земном шаре. Формирование латеритных почв сопровождается образованием на их базе бокситов в результате латеритного типа почвообразования и воздействия на материнские породы агрессивных перегнойных

фульвокислот, переводящих алюминий в раствор отрицательно заряженных комплексных неустойчивых образований, разрушающихся с понижением кислотности, с выпадением алюминиевых соединений. Устойчивость этого древнего процесса объясняет сходство разновозрастных бокситов латеритного генезиса.

То же касается нефте- и газообразования, все генетические нити которых явно ведут к почвообразованию и к почвенной органике наземного и подводного происхождения. Первичные залежи нефти и газа приурочены к местам аккумуляции исходной почвенной органики в системе неоднократно унаследованных прарек и прадолин по их элементам, до междуречий включительно. Вторичные пластовые залежи, куда мигрировали нефть и газ, формировались в «ловушках», создаваемых в процессе отложения таких осадков, как песчано-галечниковый базальный русловой аллювий, выполняющий глубокие эрозионные выемки или дельтовые пески в устьях рек, перекрытые илистыми наносами. В пойменные стадии всех речных террас в результате пойменного почвообразования происходило усиленное накопление почвенной органики в виде перегноя почв центральных частей поймы, торфа в притеррасных котловинах и сапропеля, заполняющего зарастающие старицы (И. М. Губкин, Н. Б. Вассоевич, Н. И. Марковский, В. П. Гаврилов и др.).

Интересно развитие почвообразовательного процесса и изменение почв во времени, что составляет главный предмет палеопочвоведения (см. таблицу). Это прослеживается нами на примере ископаемых почв Русской платформы и примыкающих к ней территорий. Но недостаток данных об ископаемых почвах неизбежно влечет за собой некоторую схематизацию.

В ископаемом состоянии последовательно прослеживаются примитивные бактериальные почвы архея, затем более развитые водорослевые почвы протерозоя, постепенно обогащающиеся органикой почвы палеозоя и мезозоя и, наконец, богатые органикой почвы кайнозоя. Но не все звенья восходящего развития почв сохранились, а также остались фрагменты почв, не имеющих аналогов в структуре современного почвенного покрова.

Почвы, развивавшиеся в далеком докембрии, обнаруживаются в форме педолитов и примитивных почв со слабой дифференциацией на генетические горизонты. Однако эти почвы вполне обеспечивали существование, воспроизводство и развитие флоры и фауны.

В докембрии известны сапропелевые угли, возникшие на основе органических остатков низшей растительности. Жизнь на Земле, а с ней и почвообразование достигли относительно высокого развития в кембрийском периоде. Тогда же получили заметное развитие природные почвенно-климатические зоны. Еще более благоприятные природные условия для развития организмов-почвообразователей существовали в ордовике и силуре. Почвообразователями в это время были зеленые водоросли (*Cylocrinus*) и морская трава (*Zostera*). В результате жизнедеятельности синезеленых водорослей и аккумуляции органических остатков возникли горючие сланцы — особого рода донные почвы, органика которых обязана ассимиляции зольных элементов питания и связана не столько с плодородием почв, сколько с плодородием морской воды, содержащей растворенные вещества. Гумусовые угли силура Средней Азии указывают на существование болотных наземных почв того времени.

В девоне еще лучше были выражены почвенно-климатические природные зоны. Накопление наземных гумусовых углей и залежи их указывают на широкое распространение болотного типа почвообразования. В торфе девонских болот находят кремневые стволы сосудистых рас-

тений — торфообразователей. Известны также девонские ископаемые континентальные красноцветные почвы. Наряду с этим в толщах девонских осадков обнаруживаются аллювиальные комплексы отложений с пойменными почвами, несущими следы влияния на них зональных факторов и условий почвообразования.

Каменноугольный период характеризуется мощными толщами каменных углей, как сапропелевых, обзанных органическим остаткам низшей растительности, так и гумусовых, образовавшихся из органических остатков высшей наземной болотной растительности. Углеобразование происходило на основе органики почв болотного типа умеренно теплой зоны. В карбоне были хорошо выражены природные почвенные зоны следующих трех типов: экваториально-тропическая с красноцветными почвами, умеренно теплая с болотными почвами и умеренная с почвами лессивированного характера.

В отложениях верхнего карбона обнаруживаются болотные образования и осадки водных бассейнов с остатками болотной и водно-болотной растительности. Это были пространства, заросшие группами каламитов, травянистыми и древовидными плаунами (*Lusorodium*) и сигилляриями. Опад древесной растительности разрушался грибами с образованием фульвокислот (креновой и апокреновой), водные растворы которых усиленно промывали почву. Водоросли, которые развивались в болотных и озерных условиях, обуславливали аккумуляцию органического вещества в виде сапропелей — органики почв болотного и подводного типа почвообразования. В конкретных почвенных разрезах, под пластами угля, фиксируются почвы оподзоленного типа, предшествующие заболачиванию.

В конце карбона и начале пермского периода в северном полушарии происходило как бы сжатие природных почвенных зон и смещение их к тропической полосе, что было обусловлено формированием мощного оледенения.

Конкретные данные об ископаемых почвах карбона и перми Донбасса опубликованы в монографии А. П. Феофиловой [1975]. Но она рассматривает почвенные профили под угольными пластами в отрыве от них, не увязывая в общегенетическую цепь. Угольные пласты, как часть целого, как бывшие Ат — торфяные горизонты, нельзя отрывать от глеевых горизонтов почвы.

А. П. Феофилова приводит подробные описания зональных перегнойных и аллювиальных (пойменных) почв, сформировавшихся до наложения почв болотного типа и до образования горизонта Ат (торфяного), т. е. до накопления органики угольного пласта. Приводятся описания гидрогенных торфяно-болотных почв, возникших на аллювиально-аккумулятивных пойменных почвах прирусловых частей поймы, а также описание болотных почв, образовавшихся в результате зарастания водоемов. Много приводится описаний пойменных почв под угольными пластами. В отложениях карбона описаны также красноцветные почвы автоморфного ряда, которые свидетельствуют о выраженной аридности климата. В каменноугольный период уже существовали почвы многих рядов и типов почвообразования. Однако полная гамма этих почв еще остается неизвестной.

Об ископаемых конкретных почвах пермского периода стало известно по данным В. И. Чалышева, опубликованным в его трудах [1968]. Развитие почв болотного типа, как и других типов почвообразования, в пермский период продолжалось на более высоком уровне. Есть описания пластов угля, возникших на основе мощного Ат, лежащего на глинах, пронизанных корнеподобными разветвлениями — стигмариями лепидодендронов и сигиллярий. Несомненно, что эти глины были гори-

зонтами оглеения мощных глеевых почв. По литературным данным стало известно, что в пермский период были отчетливо выражены климатические пояса вплоть до пустынь с их маломощными почвами пустынного типа почвообразования. В. И. Чалышев описывает также сероцветные почвы гумидного климата (Северное Приуралье) и почвы болотного типа почвообразования — почвы гидрогенного ряда, формирующиеся вблизи засушливой аридной зоны. У него же приводятся описания бурых аллювиально-торфяно-болотных полиморфных почв на аллювии в дельтово-озерных условиях, а также красноцветных почв безугольных пластов на озерно-пойменном аллювии. Им же приводятся описания пестроцветных почв засушливых условий почвообразования и отмечается накопление щелочноземельных компонентов в форме карбонатов в верхних горизонтах почв с почвенной органикой в значительном количестве. В. И. Чалышев впервые в пермских отложениях обнаружил почвы солонцового типа с обменным натрием в почвенном поглощающем комплексе, а также почвы лессивированного типа с перемещенными по почвенному профилю глинами без изменения их состава. Он же описывает почвы, у которых под угольным пластом залегают огнеупорные глины — аналоги глеевых горизонтов глубоко глеевых почв. Весьма характерны пермские красноцветные террасовые почвы на аллювиальном комплексе осадков, сформировавшиеся после выхода их из зоны затопления и длительно подвергавшиеся воздействию зональных факторов почвообразования. Они представлены полосатыми мергелями, обнажающимися в обрывах берегов р. Сухоны (данные раскопок В. П. Амалицкой по Северной Двине).

Красноцветные почвы автоморфного ряда аридных условий почвообразования большое распространение получили в триасе. Но для этого периода характерны также почвы гумидных условий почвообразования, описанные под названием сероцветных и зеленовато-серых. В гумусовых горизонтах этих ископаемых почв среднего триаса, по данным В. И. Чалышева и В. В. Хлыбова [1976], обнаружен диоктаэдрический слюдopodobный хлорит как вторичный минерал, который в красноцветных почвах аридных условий почвообразования нижнего триаса не содержится. По этим же данным ископаемые почвы среднего триаса характеризуются хорошо выраженными генетическими горизонтами. При этом верхние перегнойно-аккумулятивные горизонты имеют окраску от серой до почти черной. Хорошо прослеживаются также процессы оглинения. В почвах встречаются новообразования — вторичные минералы, сидерит и шамотит в форме оолитов и водные алюмосиликаты железа и марганца. В триасе известны также красноцветные почвы субтропиков и тропиков и даже галогенные почвы. В конце триаса сокращалась площадь распространения почв болотного типа.

В юрский период шире распространяются торфяно-болотные почвы, о чем свидетельствует нарастание залежей углей в отложениях. Расширяется также ареал глеево-железистых почв. В то же время в юрском периоде известны почвы аридно-щелочного типа. Это указывает на увеличение к этому времени диапазона почвообразования.

В меловой период начинается некоторое приближение типов почвообразования к современным и четкая дифференциация почвенно-климатических зон: тропической, субтропической и бореальной — умеренной. Отмечается усиление гумидности почвообразования, выражающееся в формировании почв промывного и полупромывного типа. Однако в этот период были широко распространены и красноцветные почвы. На мергелях формировались перегнойно-карбонатные почвы типа рендзин. Еще шире, чем ранее, развивались многообразные пойменные почвы, указывающие на усиление аллювиальных процессов.

С появлением цветковой растительности мелового периода начинается новая эра жизни на Земле, которая нашла свое проявление и в процессах почвообразования. С появлением бобовых, богатых азотом, белковыми и дубильными веществами, возрастает плодородие почв, обусловливаемое накоплением органического вещества в почве, возрастанием ее структурности, водопрочности и т. д. Яркое выражение получила широкая тропическая и субтропическая полоса с латеритными почвами. В этот период также широко были распространены серые лесные почвы, а в более высоких широтах — и почвы торфяно-болотного типа. Под покровом многочисленных представителей травянистой растительности возникали первые почвы дернового типа почвообразования умеренно теплой климатической зоны. В умеренной зоне под древостоем с травянистым покровом развивались почвы дерново-подзолистого типа почвообразования с ясной дифференциацией перегнойно-аккумулятивных и иллювиальных генетических горизонтов, а южнее и юго-восточнее, в засушливых условиях, возникали солончаковатые почвы и солончаки.

Почвенный покров палеогена, развиваясь преемственно от мелового периода, достиг еще большего многообразия. В палеогене происходило заметное постепенное убывание красноцветных почв субтропиков. Происходило также более отчетливое обособление почвенно-географических зон степей и лесостепей. Если в начале палеогена (в палеоцене) формируется широкая полоса красноцветных почв тропической области и пестроцветных почв субтропиков, то в эоцене площадь распространения красноцветных почв заметно сокращается, за счет чего расширяются площади серых почв лесной зоны. Степи начинают постепенно приближаться к современному виду. Под злаковой травянистой растительностью получает еще более отчетливое выражение собственно дерновый тип почвообразования. В эоцене уже были хорошо выражены следующие природные почвенно-климатические зоны: тундровая, таежно-лесная с серыми, оподзоленными почвами, умеренно теплая с почвами, насыщенными основаниями, и лесостепная с темно-серыми и черноземовидными почвами. Южнее лесостепей в условиях сухого климата формировались коричнево-бурые карбонатные почвы. В более влажном теплом климате возникали желтоземы, красноземы и почвы латеритного типа почвообразования.

В олигоцене границы этих ландшафтных и почвенно-климатических зон заметно смещались. Тропическая зона отступила к югу от Кавказско-Средиземноморского направления, а к северу от нее широко распространялась умеренная полоса и тайга с серыми лесными оподзоленными почвами. Были широко распространены почвы пойменного и болотного типа почвообразования и связанные с ними угленосные образования. К югу от тайги сохранялись красноцветные почвы, развивающиеся на красных глинах. Морские осадки олигоцена представлены темными сланцеватыми глинами и сероземными мергелистыми отложениями с горизонтами, обогащенными органическим веществом почв подводного генезиса.

Высокого уровня развития достигли почвы неогена. Они еще более приблизились к современным почвам. Вся палеогеографическая обстановка приблизилась к современной. В неогене происходило сильное смещение границ всех природных почвенно-климатических зон. Но усиление климатических различий проявлялось еще в миоцене. К концу плиоцена расширилась тайга. Ее границы сместились на север и на юг. Происходило также расширение ареала злаковой растительности. Весь юг Русской равнины занимала лесостепь, южнее которой формировались степи. В неогене возникали дерново-перегнойные, черноземовидные и оподзоленные почвы. В корях выветривания неогена обнаруживаются углистые образования — результат болотного типа почвообразования в

виде землистых бурых углей по местам распространения болот низинного типа, а также лигнитовые древесные и торфовидные угли. Развитый травостой на лугах и под пологом широколиственных лесов способствовал дерновому типу почвообразования и формированию дерново-перегнойных, дерново-подзолистых и серых лесных почв. В степях под мощным травостоем формировались почвы черноземного типа, достигшие в неогене высокого уровня плодородия.

В четвертичный период с изменением климатических условий происходило многократное смещение природных почвенно-климатических зон в диаметрально противоположных направлениях. Широкое распространение в этот период получили ледниковые образования (глинистая красно-бурая морена), флювиогляциальные отложения (пески), аллювий, делювий, элювий и лёссы — главные почвообразующие породы антропогена.

Ведущий биологический фактор почвообразования достиг наивысшего уровня. Изменился сам процесс почвообразования в целом. Ускоренно эволюционировали в своем развитии все типы почвообразования и типы почв, приближающиеся к современным (см. таблицу эволюции факторов, условий и процессов почвообразования на Земле).

Ископаемые почвы четвертичного периода изучены несравненно лучше древнейших почв и служат основой для разработки палеопочвоведения. К настоящему времени известны многочисленные конкретные данные об ископаемых почвах четвертичного периода. На периферии наступающего ледника формировались почвы дерново-мерзлотного типа и многообразные почвы прилежащих к ним заметно сжатых почвенно-климатических зон. В эпохи межледниковий эти зоны как бы расширялись, мигрируя в северном направлении вслед за отступающим ледником. Почвы этих смещающихся зон изучены с применением современных методов исследования, даже составлены схематические мелкомасштабные почвенные карты межледниковых эпох (О. П. Добродеев и др.).

Еще многообразнее и выше по развитию и почвы голоцена, переходящие в современные почвы, распространение которых можно видеть на почвенной карте мира. Характеристика современных почв хорошо известна из курсов почвоведения, и поэтому приводить ее здесь нет необходимости. В настоящее время на основе данных палеопочвоведения доказывается возможность и необходимость управления процессом почвообразования по пути создания новых почв с наибольшей продуктивностью. Ставится также вопрос о мобилизации почвенных ресурсов не только наземных, но и подводных, вовлекая их в арену хозяйственной деятельности человека. Эталоном почв наивысшего развития в природных условиях и уровня их плодородия, на который можно равняться, служат черноземы, площадь современного распространения которых не является застывшей и может быть заметно увеличена. Речь идет о подобном расширении площадей распространения не только культурных черноземов, но и других почв, приближающихся к ним по свойствам и достоинству. Это представляется возможным сделать главным образом на базе факторов индустриальных — производственных, а также комплекса широких мелиораций на основе глубоких знаний мелиоративного почвоведения. Коренным образом могут быть улучшены некоторые почвы дерново-подзолистого типа в нечерноземной полосе, обладающие выраженной податливостью к мелиорациям в противоположность «буферности» других почв.

На основе палеопочвоведения можно прогнозировать процессы почвообразования, составляя для этого по опорным точкам плакорных ископаемых почв схематические мелкомасштабные почвенные карты по геологическим эпохам. Сопоставление таких карт позволит установить ско-

рость почвообразования, миграцию (смещение) природных почвенных зон, места возможного распространения полезных ископаемых и трансформацию почв. Такие карты послужат для обоснования многих практических мероприятий, в том числе для поисков и разработки полезных ископаемых, связанных с почвообразованием, а также для создания культурных почв и культурных ландшафтов, гармонично сочетающихся с природными.

Резюмируя сказанное, можно сделать следующие обобщения и выводы.

1. Общий облик и структура почвенного покрова Земли эволюционируют в соответствии с развитием почвообразования, с изменением внешней среды и самих факторов почвообразования (см. таблицу).

2. Ископаемые почвы составляют весьма длинный эволюционный ряд. Каждая почва в этом ряду имеет как бы свой порядковый номер, соответствующий ее возрасту, что наиболее отчетливо выражено в отложениях четвертичного периода.

3. В хронологическом ряду почвы размещаются по относительному возрасту, определяемому скоростью и местными условиями почвообразования.

4. При непрерывности почвообразования и аккумуляции наносов почвенная органика распределяется (рассеивается) по всей толще отложений. Общее количество рассеянной почвенной органики не меньше количества сосредоточенной органики гумусовых перегнойно-аккумулятивных горизонтов ископаемых почв. Та и другая почвенная органика служит для образования каустобиолитов.

5. Ископаемые почвы полного профиля и сплошного покрова приурочены к верхнему, завершающему слою каждой древней коры выветривания. Местное спорадическое распространение имеют внутрикоровые ископаемые почвы каждой коры выветривания (см. рисунок).

6. Ископаемые почвы отсутствуют в интенсивно аккумулирующихся русловых аллювиальных и морских отложениях.

7. Интенсивная эрозия (размыв, смыл, дефляция) исключает формирование почв нормального профиля.

8. На больших океанических глубинах и на скалах выше снеговой линии гор почвы не формируются.

9. Все почвы на поверхности Земли — особое органо-минеральное живое, развивающееся природное тело, имеющее свой генетический мощный (чаще несколько метров) профиль и строение (АВС). В ископаемое состояние они попадают, только сохраняя целостность всего профиля или нижнюю часть его (ВС, С).

10. Почва как целостная органо-минеральная система во вторичном залегании быть не может.

11. Во вторичном залегании могут быть только педолиты и переотложенные продукты разрушения почв в виде почвенной органики (перегноя).

12. Палеопочвоведение, формируясь на базе таких наук, как геология, палеонтология, палеогеография, палеогеоморфология, почвоведение и др., может служить основой для их развития. Уже теперь палеопочвоведение дает более расширенное понятие о почве и почвообразовании, о развитии континентов и форм земной поверхности. Палеопочвоведение наполняет новым содержанием динамическую, историческую, антропогенную, инженерную геологию и физическую географию.

13. Палеопочвоведение, выполняя огромную роль на службе народного хозяйства, в настоящее время вырастает в новую, весьма перспективную науку.

Эволюция факторов, условий и процессов почвообразования на Земле

Эра	Период	Время, млн. лет	Атмосфера (климат)	Гидросфера	Литосфера	Биосфера	Почвообразование
Доархей		1500	Гидратная атмосфера	Первичная гидросфера — озерно-морская, на разных уровнях	Массивно-кристаллические породы. Граниты мощностью десятки км	Физические и геохимические предпосылки биосферы	Протекали процессы abiогенного выветривания на суше и гальмиролиза на дне морей и озер
		1500					
Архей		1500	Атмосфера восстановительного характера (CO ₂ , N, H ₂ S, CH ₄ , CO, H ₂ O). Гуронское оледенение до 48° с. ш., на границе с протерозоем	Формирование морей	Массивно-кристаллические и метаморфические породы. Гнейсы м. 18—25 км. Песчано-глинистые отложения. Песчаники (аркозовые, железистые и др.). Филлиты	Бактериовидные организмы. Микроспоры и обрывки фоссилированных водорослей — от простейших до крупных и известковых.	Следы почвообразования — содержание графита и углерода в горных породах. Шунгиты. Песчаные сланцы. Графиты гнейсов (Алдан). Серые и темно-серые сланцы. Бактериально-водорослевые почвы (Енисейский край)
		3000					
Протерозой		1500	Формирование климатической зональности. В конце PR оледенение достигало средних широт	Формирование мирового океана и континентов	Началось формирование фанерозоя — осадочной земной коры. Развитие элювио-делювио-аллювиального комплекса. Конгломераты. Тиллиты (морена)	Широкое распространение известковых водорослей. Выход растительных форм на сушу. Споры. Пыльца. Остатки беспозвоночных (радиолярии, губки, членистоногие). Пресноводные моллюски	Рассеянная почвенная органика. По местам болотного почвообразования — углеродсодержащие породы. Графит. Красноцветные и сероцветные педолиты. Шунгит с обрывками таллома водорослей. Алевролитовые сланцы с тонкой слоистостью
		4500					
Палеозой		70—80	Климатическая зональность	Начались палеозойские трансгрессии	Осадочная з. к. (конгломераты, песчаники, глины, карбонатные осадки) Вулканические образования	Господство водорослей. Выраженные группировки наземной растительности. Примитивная водная фауна простейших плеченогих и трилобитов. Брахиоподы, птероподы	Почвы природных зон от первичных латеритов, красноземов и желтоземов до первичных бактериально-тундровых и криогенных почв. Первичные педосапропели (сланцы) на дне пресноводных водоемов и морских мелководий
		4575					

Эра	Период	Время, млн. лет	Атмосфера (климат)	Гидросфера	Литосфера	Биосфера	Почвообразование
	O	70—80 4650	Отчетливо выражены аридные и гумидные зоны	Трансгрессии и регрессии морей	Многообразие земной коры возрастает. Известняки, доломиты. Красноцветы. Глинистые сланцы	Господство водорослей и бактерий. Расширение ареалов наземной растительности. Кустарники без деления на стебли, листья и корни. Расцвет водной фауны. Появление наземных животных	Формирование автоморфных и гидроморфных красноцветных, заболоченных и болотных почв под кустарниками. Толщи горючих сланцев — кукерситов с остатками водорослей
	S	30—40 4685	Аридная и гумидная зоны получают наиболее четкое выражение	Каледонская складчатость, крупные перемещения берегов морей	Многообразие земной коры, еще шире распространены карбонатные породы, туфы	Сифонные, бурые, багрянковые и синезеленые водоросли. Псилофиты выходят на сушу. Фауна становится многообразной	Развитие почв болотного типа почвообразования, до формирования железноболотной руды и органической массы болотного гумусовых углей (Средняя Азия). Формирование горючих сланцев
	D	35—60 4732	Ярко выражена климатическая зональность. Нарастает континентальность	Чередование трансгрессий и регрессий	Отмечается разнообразие континентальных и морских отложений мощных толщ фанерозоя. Мергели. Сланцы. Соленосные породы	Изобилие водорослей и наземной древесной, кустарниковой и травянистой растительности. Гигантские плауновые, папоротники и хвощовые. Фауна еще многообразнее. Появляются земноводные и насекомые	Развитие различных типов почвообразования. Красноцветные, латеритные, пустынные и болотные почвы. Кутикуловые каменные угли. Битуминозные кремнистые сланцы. Лагунные фации с рассеянной органикой
	C	50—70 4792	Вначале широкое распространение пояса влажных тропиков. Во второй половине выражены аридные и гумидные условия. В конце — похолодание,	Изменение площади морей и материков. Мелеют моря на Русской платформе с образованием лагун	Нарастание песчаных и глинистых толщ, конгломератов, карбонатных пород, вулканических образований. Чередование континентальных и морских отложений	Господство споровых, плауновых и папоротников. Древовидные плауновые. Голосеменные. Первые хвойные. Цветковые. Травы, опыляемые насекомыми. Обильная фауна. Фораминиферы. Кораллы. Стегоцефалы. Рептилии. Насекомые	Красноземы, латериты. Проявление болотного почвообразования, особенно в условиях дельтовых равнин. Торфо- и углеобразование. Бурый железняк. Пойменное почвообразование. Аккумуляция подводной почвенной органики. Пресноводные и солоноводные педосапропели

Эра	Период	Время, млн. лет	Атмосфера (климат)	Гидросфера	Литосфера	Биосфера	Почвообразование
	P	40—45 4835	Резко выраженная зональность. Расширение аридного пояса	Развитие крупных регрессий. Образование соленых лагун	То же. Тиллиты (мощная морена). Лава. Туфы. Конгломераты. Песчаники. Лёссовидные мергели. Известняки, доломит, гипс, каменная соль	Флора унаследована от карбона. С засушливостью — вымирание папоротников. К концу господствуют голосеменные. Хвойные. Водные формы. Кораллы. Земноводные. Ящеры. Многообразие насекомых	Обилие почвенной органики. Заболоченные и торфяно-болотные почвы и почвы умеренновлажного климата. Проявление лессиважа и первичного поверхностно-дернового почвообразования. Латериты и красноземы. Богатая пресноводная и соленоводная флора способствовала формированию педосапропелей
Мезозой	T	30—45 4875	Усиление засушливости и контрастности зон. Расширение субтропических полос. Тундра отсутствовала	В начале — осушение платформ, в конце — значительные трансгрессии	В разрезе земной коры — красноцветные к. в., карбонатные и терригенные породы. Многообразные речные и озерные отложения	Развитие флоры хвойных и хвощевых. Продолжается развитие водорослей: известковых и харовых. Костистые рыбы, амфибии и рептилии, аммониты. Появление примитивных млекопитающих	Сокращение почв гидрогенного типа почвообразования. Развиваются красноцветные и пестроцветные почвы. В конце периода расширение площадей почв болотного типа почвообразования. Торф. Бурый уголь. Обилие органики на дне водоемов и мелких морей. Сапропели. Сланцы
	J	40—60 4925	Контрастность между жаркой тропической и умеренной зонами сохраняется. В конце периода — смягчение климатических различий	Регрессии моря. В конце периода — обширные трансгрессии и регрессии	Многообразные песчаноглинистые отложения, конгломераты и карбонатные осадки	Растительность становится более однородной. Широкое распространение голосеменных. Распространяются леса с травяным покровом. Фауна становится многообразнее, много ее сухопутных представителей	Красноцветные почвы, площадь которых затем сокращается с распространением сероцветных. Развитие почв болотного типа почвообразования. Торфообразование, углеобразование, аккумуляция болотных железных руд. Щелочно-земельные образования и почвы. Горючие сланцы. Илы с органикой. Фосфориты

Продолжение

Эра	Период	Время, млн. лет	Атмосфера (климат)	Гидросфера	Литосфера	Биосфера	Почвообразование
	К	40—70 4980	Существовали бореально-умеренная и средиземноморская тропическая зоны	Великая трансгрессия на погружающейся части Русской платформы. Существовала Сибирская континентальная равнина	Комплекс красноцветных кор выветривания. Карбонатные мелоподобные и гипсоносные породы. Песчано-глинистые отложения. Туфы. Лавы	Существенные изменения. Появляются покрытосеменные. Распространяются хвойные, бобовые, кальциефильные, многоцветковые. Обильная фауна. Травоядные. Хищники. Возрастает роль млекопитающих	Расширяется диапазон почвообразования. Гамма автоморфных и гидроморфных почв. Проявляется дерновый тип почвообразования. Рендзины. Болотные почвы. Бурый уголь. Красноземы. Латериты. Бокситы. Подводное почвообразование — педоседименты. Сапропели. Горючие сланцы
Кайнозой	Pg	40 5020	Тропический пояс доходил до линии Лондон — Саратов. В конце периода началось похолодание и смещение зон к низким широтам	Развитие средиземноморской геосинклинали	Комплекс к. в. Красноцветные породы. В меньшем количестве — мелоподобные и гипсоносные отложения. Болотные и аллювиальные образования. Сланцевые глины и глауконитовые пески	Расцвет покрытосеменных. Хвойные и лиственные леса, близкие к современному. Травостой степей приближается к современному. В морях расцвет беспозвоночных. Костистые рыбы. Широкое распространение млекопитающих	Красноземы, латеритные и гидrogenные ископаемые почвы. Торф. Бурый и каменный уголь. Железо-марганцевые руды болотного генезиса. Среднемошные дерновые почвы. Деятельный слой гальмиролиза фиксирует выраженную зональность. Озерные и морские сапропели

Окончание

Эра	Период	Время, млн. лет	Атмосфера (климат)	Гидросфера	Литосфера	Биосфера	Почвообразование
	N	28 5048	Изменение тепло- и влагообмена. Усиление климатических различий. Похолодание и расширение аридных зон. Создание предпосылок материковых оледенений	Изменения положения дна морей и эвстатические колебания уровня Мирового океана	Значительные изменения физико - географических условий литогенеза. Галечники, конгломераты, пески, глины, мергели и другие породы. Мощные алювиальные комплексы	Сокращение площади ледов и расширение ареала трав с преобладанием однопольных злаков. Возникает морозостойкость и ксерофитность. Расширение степей и саванн. Животный мир близок к современному. Появление человека	Почвообразование и плодородие достигает высокого уровня. Формируются дерново-перегнойные черноземовидные и дерново-перегнойные оподзоленные и другие почвы. На дне мелководий накапливается углеродистое вещество. Солоноводные и пресноводные сапропели
	Q	2,0 5050	Смена пльвиальных и ксеротермических режимов. Чередование ледниковых и межледниковых периодов	Эвстатические колебания моря сопровождались изменением очертаний берегов морей	Формируются синхронные коры выветривания и гальмиролиза геологических отложений генетических типов, ледниковых образований, лёссов, морских осадков, туфов, лав	Развитие современного органического мира. Установление современных биогеоценозов. Развитие тайги. Местами — вторичные мелколиственные леса. Формируется человеческое общество	Смещение границ зон. Формирование современного почвенного покрова (см. почвенную карту мира 1975 г. под ред. В. А. Ковды). Педосапропели. В океане зоны: арктическая северная, умеренная, тропическая

Примечание. Таблица построена не по геологической шкале в глубь веков, а из глубины их к современному периоду, в прямом соответствии с эволюцией факторов почвообразования, почвообразовательного процесса и абсолютного возраста почв.

Приняты сокращения: з. к. — земная кора, к. в. — кора выветривания и др.

14. Палеопочвоведение, подобно общему почвоведению, стимулирует изучение ископаемых почв всех геологических периодов.

15. Главнейшая задача палеопочвоведения — реконструкция факторов, условий и процессов почвообразования, а также восстановление почвенных покровов прошлых геологических периодов для целей стратиграфии и поисков полезных ископаемых, для разработки теории и практики охраны почв, а также создания культурных почв и культурных ландшафтов на Земле.

ЛИТЕРАТУРА

- Амалицкий В. П.* Дневник наблюдений по Малой Сев. Двине. Л., 1931.
- Ассинг И. А.* Изначальные стадии выветривания и почвообразования на массивно-кристаллических породах.— В кн.: Пробл. соврем. почв, 1949, сб. 12.
- Баулин В. В.* Вечная мерзлота и палеопочвы в Зап. Сибири.— В кн.: Основные проблемы изучения четвертичного периода. М.: Наука, 1965.
- Бере Л. С.* Климаты и древние эпохи истории земли.— Вестн. ЛГУ, 1947, № 5.
- Бобрицкая М. А.* Поглощение литофильной растительностью минеральных элементов из массивно-кристаллических пород.— Тр. ИГН АН СССР, 1950, т. 34.
- Богатырев К. П.* Фрагментарные (грубоскелетные) почвы и предпочтенная стадия выветривания.— Вопр. геогр., 1953, сб. 33.
- Булавин Б. П.* Ископаемые почвы Азовского побережья.— Почвоведение, 1959, № 1.
- Бушинский Г. И.* Геология бокситов. М.: Недра, 1971.
- Величко А. А.* Микულიнская ископаемая почва.— В кн.: Антропоген Русской равнины. М.: Наука, 1963.
- Величко А. А.* Природный процесс в плейстоцене. М.: Наука, 1973.
- Вернадский В. И.* Биосфера. Л., 1926.
- Вернадский В. И.* Записки об изучении живого вещества с геохимической точки зрения.— Изв. АН СССР, 1927.
- Высоцкий Г. Н.* О глубокопочвенном (полнопочвенном) почвоведении.— Почвоведение, 1934, № 6.
- Герасимов И. П.* Лёссовобразование и почвообразование.— Изв. АН СССР. Сер. геогр., 1962, № 2.
- Глазовская М. А.* Погребенные почвы, методы их изучения и их палеогеографическое значение.— В кн.: Вопросы географии: (Сб. ст. к XVIII Междунар. геогр. конгр.). М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1956.
- Глазовская М. А.* О соотношении процессов выветривания и почвообразования.— В кн.: Докл. сов. почвоведов к VII Междунар. конгр. в США. М.: Изд-во АН СССР, 1960.
- Горецкий Г. И.* Погребенные почвы, погребенный почвенный делювий и трещины усыхания, как стратиграфические документы при инженерно-геологических изысканиях.— В кн.: Тр. Гидропроекта. М., 1963, сб. 9.
- Горецкий Г. И.* Аллювий великих антропогенных прарек Русской равнины. М.: Изд-во АН СССР, 1964.
- Горецкий Г. И.* Формирование долины р. Волги в раннем и среднем антропогене. М.: Наука, 1966.
- Горецкий Г. И.* О книге В. С. Яблокова «Перерывы в морском осадконакоплении и палеореки».— Литол. и полез. ископаемые, 1975, № 3.
- Давиташвили Л. Ш.* Эволюция условий накопления горючих ископаемых. М.: Наука, 1971.
- Добровольский В. В.* Вещественный состав и морфология коры выветривания. М.: Изд-во МГУ, 1964.
- Докучаев В. В.* Место и роль современного почвоведения в науке и жизни.— Собр. соч. М.: Изд-во АН СССР, 1951, т. 61.
- Еленкин А. А.* Лишайники и почва.— Почвоведение, 1901, вып. 4.
- Искина Р. Е.* К вопросу об азотфиксирующих бактериях в лишайниках.— Изв. Перм. биол. НИИ, 1938, т. XI, вып. 5/6.
- Ковда В. А.* Минеральный состав растений и почвообразование.— Почвоведение, 1956, № 1.
- Ковда В. А.* Общность и различия в истории почвенного покрова континентов.— Почвоведение, 1965, № 1.
- Криштафович А. Н.* Эволюция растительного покрова в геологическом прошлом и ее основные факторы.— В кн.: Материалы по истории флоры и растений СССР. М.; Л., 1946, вып. 2.
- Личков Б. Л.* Осадкообразование, его причины и следствия.— Почвоведение, 1944, № 1.
- Маданов П. В., Войкин Л. М.* Вопросы палеопочвоведения и эволюции почв Среднего Поволжья.— В кн.: Сб. докл. II Междобл. конф. почвоведов и агрохимиков Среднего Поволжья и Южного Урала. Казань, 1962.

- Маданов П. В., Тюрменко А. Н. Вопросы палеопочвоведения и эволюции почв каштановой зоны Казахстана.— Почвоведение, 1968, № 9.
- Минашина Н. Г. Оптически ориентированные глины в почвах.— Почвоведение, 1958, № 4.
- Морозова Т. Д. О применении микроморфологического метода при изучении ископаемых почв.— Изв. АН СССР. Сер. геогр., 1962, № 1.
- Морозова Т. Д. Строение древних почв и закономерности их географического распространения в различные эпохи почвообразования верхнего плейстоцена.— Почвоведение, 1972, № 7.
- Москвитин А. И. Палеоклиматы плейстоцена Европы.— В кн.: Проблемы изучения четвертичного периода. М.: Наука, 1972.
- Опарин А. И. Происхождение жизни. М., 1948.
- Петров В. П. О физико-химических условиях выветривания и почвообразования.— Изв. АН СССР. Сер. геол., 1972, № 7.
- Плюснин И. И. Аллювий Волго-Ахтубинской поймы как генетический тип геологических отложений.— В кн.: Тр. НИИГ. Сар. Г. Ун., 1935, т. 1, вып. 1.
- Плюснин И. И. Почвы Волго-Ахтубинской поймы (к познанию аллювия и аллювиальных почв). Ст.: Кн. изд-во, 1938.
- Плюснин И. И. Делювий и развитие склонов эрозионных долин.— Природа, 1940, № 11.
- Плюснин И. И. О путях окультуривания, мелиорации и преобразования почв.— В кн.: Науч. зап. МИИВХ. М.: Сельхозгиз, 1956, т. 19.
- Плюснин И. И. Измененные свойства почв под влиянием мелиорации.— Докл. ТСХА, 1961, вып. 63.
- Плюснин И. И. Лёсс как генетический тип геологических отложений.— В кн.: Тр. Междунар. симпоз. по литологии и генезису лёссовых пород. Ташкент, 1970, т. 1.
- Плюснин И. И. Мелиоративное почвоведение. М.: Колос, 1960; 2-е изд. М.: Колос, 1964; 3-е изд. М.: Колос, 1971.
- Плюснин И. И. Ископаемые почвы и вопросы палеопочвоведения.— Бюл. Комис. по изуч. четвертич. периода, 1975, № 44.
- Польнов Б. Б. Ландшафты и почва.— Природа, 1925, № 1.
- Польнов Б. Б. Қора выветривания. Л., 1934. Ч. 1.
- Польнов Б. Б. Красоземная кора выветривания и ее почвы.— Почвоведение, 1944, № 1.
- Польнов Б. Б. Первые стадии почвообразования на массивно-кристаллических породах.— Почвоведение, 1945, № 7.
- Польнов Б. Б. Руководящие идеи современного учения об образовании и развитии почв.— Почвоведение, 1948, № 1.
- Пономарева В. В. К познанию гумусо-иллювиального почвообразовательного процесса.— Учен. зап. ЛГУ. Сер. биол., 1951, вып. 27.
- Проблемы генезиса бокситов. М., 1975.
- Рухин Л. Б. Основы общей палеогеографии. Л.: Гостехиздат, 1959.
- Седлецкий Н. Д. Гумусообразование и углеобразование.— В кн.: Проблемы соврем. почв. 1936, сб. 1.
- Сидоренко С. А., Сидоренко А. В. Органическое вещество в осадочно-метаморфических породах докембрия. М.: Наука, 1975.
- Соколов И. А., Тонконогов В. Д. Сухоторфяные почвы и процесс сухого торфонакопления.— Бюл. почвоведения, 1968, вып. 1.
- Страхов Н. М. Основы теории литогенеза. М.: Изд-во АН СССР, 1960. Т. 1.
- Структура почвенного покрова и метода ее изучения.— Тр. Почв. ин-та им. В. В. Докучаева. М.
- Сукачев В. Н. Биогеноценология и фитоценология.— ДАН СССР, 1947, т. 47.
- Тюрин И. В. О биологическом накоплении кремнекислоты в почвах.— В кн.: Пробл. соврем. почв., 1937, сб. 4.
- Феофилова А. П. Конкреции в ископаемых почвах пермокарбонатовых отложений Донецкого бассейна и их связь с климатом.— Литол. и полез. ископаемые, 1972, № 5.
- Феофилова А. П. Ископаемые почвы карбона и перми Донбасса. М.: Наука, 1975.
- Форш Н. Н. Палеомагнетизм и палеоклиматы на Русской платформе в карбоне и перми.— ДАН СССР, 1961, т. 137, № 1.
- Чальшев В. И. Открытие ископаемых почв в пермских и триасовых отложениях.— ДАН СССР, 1968, т. 182, № 2.
- Чальшев В. И. Сероцветные почвы гумидного климата уфимского века пермского периода.— Почвоведение, 1970, № 5.
- Чальшев В. И. Ископаемые почвы пермских угленосных отложений северо-востока Европейской части СССР. Сыктывкар, 1974.
- Чичагова О. А. О составе гумуса погребенных почв различных типов почвообразования.— В кн.: Географические сообщения. М.: Изд-во АН СССР, 1961, сб. 7.
- Штина Э. А. Водоросли как продуценты органического вещества почвы.— В кн.: Тез. докл. III Всесоюз. делегатского съезда почвоведов. Тарту, 1966.
- Яблоков В. С. Перерывы в морском осадконакоплении и палеореки (в рифее — палеозое Русской платформы).— Тр. ГИН АН СССР, 1973, вып. 248.
- Ярилова Е. А. Роль литофильных лишайников в выветривании.— Почвоведение, 1947, № 9.