

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Богачев В.В.* Степи бассейна Маныча // Изв. Геолкома. 1903. Т. 22. № 9. С. 73–162.
2. *Горецкий Г.И.* Буртасское среднеантропогенное озеро и проблема колебания уровня Мирового океана в связи с оледенением // Бюл. МОИП. Отд. геол. 1958. Т. 33. № 2. С. 67–80.
3. *Попов Г.И.* Плейстоцен Черноморско-Каспийских проливов. М.: Наука, 1983. 216 с.

Московский государственный университет
Географический факультет

Поступила в редакцию
03.04.2009

ANCIENT INCISIONS OF THE MANYCH: MORPHOLOGY, ORIGIN, AGE, PALEOGEOGRAPHY

A.A. SVITOSH, A.A. HOMENKO

Summary

There are many paleo-incisions in the Manych depression, which vary in morphology, origin, and age. They were formed by the erosion and abrasion processes under the conditions of unstable sea level of the Caspian and the Black seas. Paleo-incisions may be subdivided into two groups: (1) two-sided forms mainly connected with bottom erosion of rivers and ancient water fluxes, (2) one-sided forms, caused by lateral abrasion and erosion of ancient bayous. Paleo-incisions occur through the whole Pleistocene stratigraphic range of the Manych and often constitute multi-aged systems. The largest of them occur in the Lower and Middle Pleistocene.

УДК 551.4.07:551.8(725)

© 2010 г. С.А. СЫЧЕВА, С.Н. СЕДОВ, Э. СОЛЛЕЙРО-РЕБОЛЛЕДО

ИЗМЕНЕНИЯ ЛАНДШАФТОВ ДОЛИНЫ р. САН-ПАБЛО В КОНЦЕ ПОЗДНЕГО ПЛЕЙСТОЦЕНА (ТЕОТИУАКАН, МЕКСИКА)¹

Введение

Многие компоненты ландшафтов, в том числе и почвы, чутко реагируют на климатические сигналы, что отражается в разнообразных природных записях [1]. Одними из наиболее важных хранилищ таких записей являются почвенно-седиментационные толщи [2]. Не в меньшей степени на климатические и другие колебания условий природной среды отвечает рельеф [3–5]. Это проявляется в строении эрозионных врезов, в текстурных особенностях заполняющих отложений, в изменениях трендов и скоростей рельефообразующих процессов, в характере сочетания их с почвообразованием [6]. Поэтому наиболее детальные и достоверные реконструкции палеоклиматических изменений, происходивших в позднем плейстоцене и голоцене, можно получить, проведя комплексные исследования палеопочв, палеоформ рельефа и поверхностных отложений.

Исследования такого рода имеют особое значение для тропиков, где четвертичные континентальные геологические летописи представлены гораздо беднее, чем в субтропическом и умеренном поясах. В тропиках редко встречаются хорошо сохранившиеся палеопочвы четвертичного возраста и особенно – серии погребенных почв [7]. В част-

¹ Работа выполнена в рамках Программы поддержки исследовательских и инновационных проектов Нац. Ун-та Мексики (РАРПТ), проект № IN117709.

ности, там практически отсутствуют хорошо дифференцированные лёссово-почвенные серии.

Геосистемы Центральной Мексики очень чутко реагируют (и реагировали в прошлом) на изменения глобальных климатических и региональных геологических факторов. В связи с этим их история важна для понимания не только региональных, но и глобальных закономерностей изменения природной среды. Центральномексиканские вулканические нагорья считаются относительно хорошо изученными с точки зрения позднечетвертичной палеогеографии и палеоэкологии. До недавнего времени в качестве наиболее информативных геологических летописей этой эпохи выступали результаты исследований озерных осадков межгорных впадин [8–12]. Однако именно интервал, соответствующий финальному плейстоцену и началу голоцена крайне неполно отражен в лимнических осадках; например в важнейших колонках озер Тескоко и Текокомилько ему соответствуют пробелы (хиатусы). В то же время палеоэкология этого периода крайне интересна: именно тогда происходит коренная перестройка экосистем региона, а также начинается первоначальное заселение Месоамерики человеком [13]. В связи с этим поиск и анализ позднечетвертичных почвенно-осадочных летописей динамичных аллювиальных геосистем приобретает чрезвычайную важность.

Местоположение объекта исследования

Разрез находится в Центральной Мексике в 50 км на СВ от Мехико – в долине р. Сан-Пабло (в этой долине находятся знаменитые пирамиды Луны и Солнца древнего города Теотиуакан), унаследованной от древней озерной котловины (рис. 1). Его координаты: 19°47' с.ш. и 99°50' з.д., высота над уровнем моря – около 2350 м. Определяющими элементами рельефа является потухший вулкан Серро Гордо (Cerro Gordo) высотой немногим более 3100 м, относящему к Трансмексиканскому вулканическому поясу, и долина реки (рис. 2). Склоны вулкана покрыты древесно-кустарниковой растительностью и нарушены оврагами – барранкосами. Конуса выноса барранкосов, смыкаясь между собой, плащом покрывают прилегающую к вулкану речную долину. Поверхность долины выровнена с небольшим наклоном на ЮЗ. В пересохшем рус-

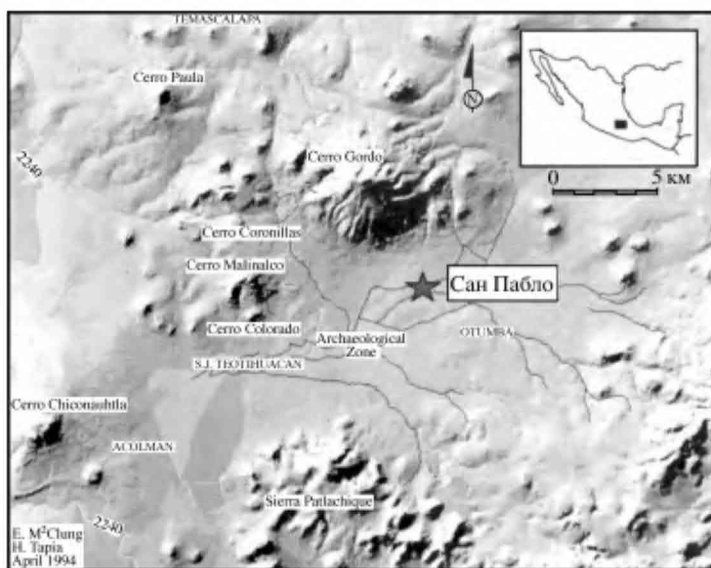


Рис. 1. Местоположение района исследования



Рис. 2. Вулкан Серро Гордо
На переднем плане плантация кактусов (опунции) в долине реки Сан-Пабло

ле в дождливые сезоны возобновляется водоток. В настоящее время долина занята плантацией кактусов (опунция) с деревьями типа акаций и ив, растущих по межам участков. В сухом речном русле проложена траншея длиной более 160 м. Изученный разрез имеет две ступени. Первая естественная ступень на глубине около 2 м у уреза пересохшего речного русла (разрез 12). Вторая ступень – вырытая в русле траншея, глубиной от 2 до 8 м, вскрывающая более древние аллювиально-коллювиальные отложения (разрезы 1–11).

Методика исследования

Основные методы исследования – стратиграфический, геолого-геоморфологического профилирования и изучения катен. В опорных разрезах (12 и 7) выделены и изучены палеопочвы и разделяющие их отложения. Разрезы выбирались с учетом геолого-геоморфологического строения. Хорошая обнаженность стенок траншеи в интервале глубин 4–10 м позволила проследить изменения литологических слоев и палеопочв по латерали, выделить палеокатены и палеоврезы. Одновременно проводилось фотографирование и зарисовка палеопочв и палеоврезов. Большая глубина траншеи – до 10 м, невыразительность границ слоев и замкнутость стенок в верхней части разреза (1.5–4.0 м) не позволила более детально изучить эту часть (между древней антропогенной почвой и кровлей палеоврезов). Поэтому строение пород в этом интервале глубин, а также верхней ступени, где детальное исследование выполнялось ранее, изложено схематично.

Материалы исследования

Первая ступень (разрез 12) сложена аллювием, погребенной почвой и двухслойным антропогенным коллювием. Артефакты 2000-летнего возраста (ровесники пирамид Солнца и Луны), залегающие на глубине 1.0–1.2 м, приурочены к культурному слою – гор. А1 погребенной антропогенно измененной почвы. Эта почва (pd 2) наиболее гумусирована, развита на древнем коллювиальном слое и перекрыта более молодым антропогенным коллювием буровато-серым, более светлым и неоднородным в верхней части со слабо развитой современной почвой (pd 1).

В основании траншеи (опорный разрез 7) на глубине 7.0–8.5 м залегает хорошо развитая текстурно-дифференцированная почва лесного генезиса – лювисоль с горизонтами: E (20 см) – Bt (80 см) – Vca (вскрытая мощность – 50 см) – pd 6 (рис. 3, 4). В элювиальном горизонте (E) присутствуют отмытые зерна кварца (скелетана) и Mn-Fe новообразования. Глинисто-иллювиальный горизонт (Bt) представлен буровато-

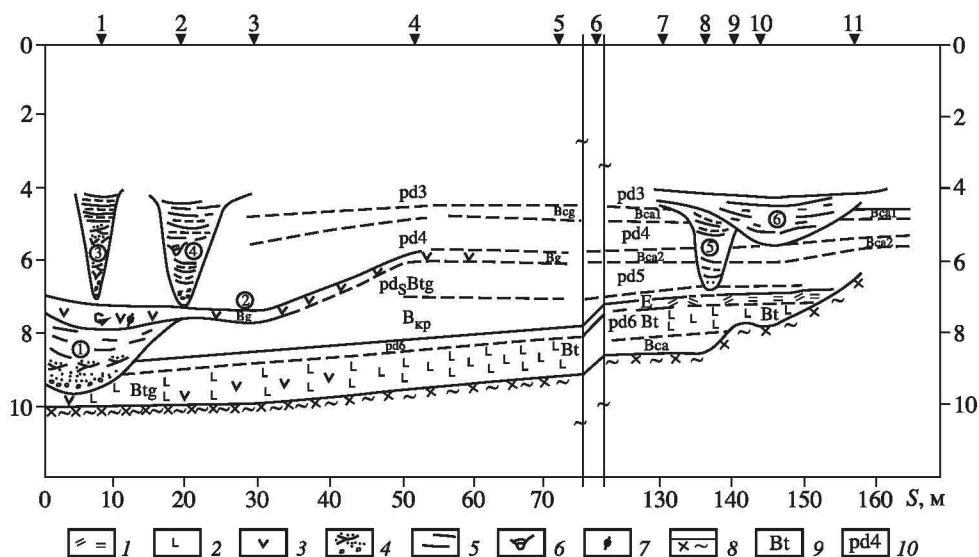


Рис. 3. Траншея Сан-Пабло

Цифры на рисунке: вверху – номера изученных разрезов (1–11), в кружках – номера палеоврезов (1–6), справа и слева – глубина (м), внизу – расстояние (м). Горизонты почвы: 1 – элювиальный E, 2 – иллювиальный Bt, 3 – глеевые Bg и G; 4 – осколок обсидиана; отложения потоков: 5 – быстрых, 6 – медленных; 7 – палеоврез; 8 – осыпь; 9 – индекс горизонта; 10 – номера почв и их горизонты (в катене и по профилю): pd 3 (Bca 1), pd 4 (G–Bg–Bca 2), pd 5 (Btg–B), pd 6 (Btg–Bt–E, Bt, Bca–E, Bt)

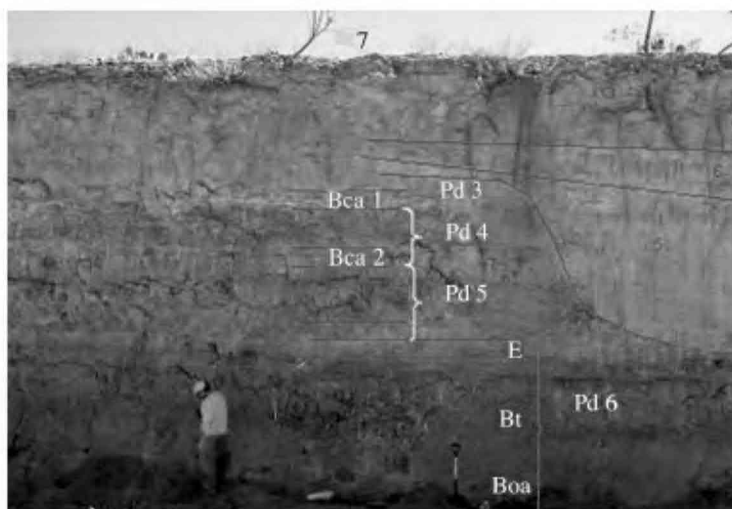


Рис. 4. Строение разреза 7

серым суглинком, сложной ореховатой структуры с мощными гумусово-глинистыми натекami (кутанами). В нижней части профиля структура укрупняется до мелкопризматической, появляются карбонатные конкреции (гор. Bca).

Лесная почва перекрыта перерытым землероями горизонтом – Вкрот. (30 см) и оглеенной почвой pd 5. Ее основной иллювиально-глеевый горизонт Btg (70 см) хуже развит, чем сходный гор. Bt нижележащей почвы pd 6.

В профиле вышележащей почвы – pd 4, четко выделяется карбонатный горизонт (Bca 2) мощностью 40 см, как и в лежащей над ней, менее развитой почве – pd 3 (Bca

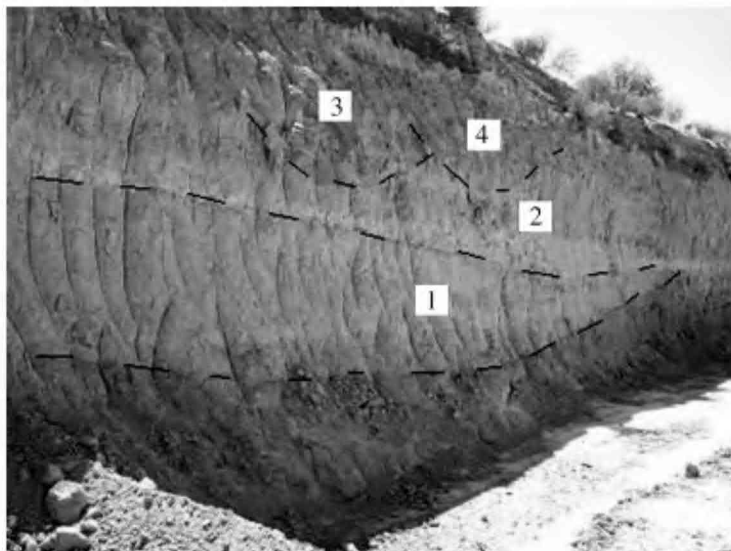


Рис. 5. Строение разрезов 1–3 (палеоврезы 1–4)

1) мощностью 30 см. Почвы с карбонатными горизонтами сформированы на пирокластических, аллювиально-коллювиальных отложениях, практически полностью переработанных почвообразованием. Мощность отложений увеличивается в сниженной восточной части траншеи.

Выделенные почвы отражают древние ландшафтные поверхности, в изучаемом разрезе – это очень пологие склоны. Сочетания почв по склонам образуют разновозрастные палеокатены, отражая разнообразие почвенного покрова. Нижняя почва (pd 6) развита на слабонаклонной поверхности, падающей на ЮВ на расстоянии 120 м с глубины 690 см в разрезе 9 до глубины 880 см в разрезе 2. Вниз по погребенному склону элювиальный и иллювиальный горизонты лювисоли замещаются их оглеенными вариантами. Таким образом, пологий склон отражается в изменении строения почв разных секторов, образующих слабоконтрастную катену 1. В том же направлении увеличиваются мощность кротовинного горизонта вышележащей почвы (pd 5) от 20 см в разрезах 6 и 7 до 80 см в разрезе 5. Он замещается коллювиальным оглеенным суглинком в разрезах 2 и 3. В разрезе 1 коллювий, как и вышележащий гор. Btg (pd 5), мощность которого не меняется, срезается палеоврезом 1. Почва (pd 5) образует неконтрастную катену 2, что связано с уменьшением угла падения склона.

Между почвами 5 и 4 залегает палеоврез 1, представляющий собой поперечный срез погребенного речного русла (рис. 3, 5). Его перекрывает глеезем (pd 4) – гор. G в разрезах 1–2. Выше по склону, в разрезах 3–5 он замещается гор. Bg, а затем карбонатным оглеенным горизонтом – в разрезе 6 и гор. Vca 2 в разрезах 7, 9–11. В разрезе 8 почва pd 4 уничтожена палеоврезом 5. Описанное изменение строения почв (pd 4) по склону образует контрастную катену 3, меняющуюся от неоглеенных карбонатных почв в верхней части склона до глеезема в субаквальной депрессии (форма 2). Поверхность, сформированная после заложения форм 1 и 2, отраженная в строении секторов этой катены, имеет значительный наклон: от 5.4 м в разрезе 11 до 7.4 м в разрезе 3. В разрезе 4 виден перегиб склона, где падение составляет 1.8 м на расстоянии 20 м.

Более молодая почва pd 3 с гор. Vca 1 увеличивается по мощности все в том же направлении – на ЮВ. В сниженной части карбонатный горизонт сменяется слабооглеенным, демонстрируя слабоконтрастную катену 4. Поверхность, на которой развита эта катена, имеет меньший наклон, чем более древняя, связанная с катеной 3: падение от 4.6 м в разрезе 11 до 4.8 м в разрезе 3.

Непосредственно над этой почвой залегают несколько палеоврезов в противоположных концах траншеи: 3 и 4 – в наиболее глубокой части траншеи, и 5 и 6 – в начале траншеи. Все палеоврезы, в том числе и более древние 1 и 2, имеют разную форму и строение заполняющих отложений, характеризующие их генезис и темпы накопления осадков.

Палеоврез 1, как уже говорилось, представляет собой фрагмент речного русла глубиной около 2 м и диаметром 30–40 м, с закономерно меняющимися отложениями вверх по разрезу. В днище залегают крупнообломочный несортированный сцементированный галечник (базальный или плиточный горизонт), сменяемый косослоистым песком (руслевая фацция аллювия), а выше – переслаиванием песков и супесей.

Аллювиальная толща перекрыта глеевым горизонтом, который вместе со склоновым вариантом почвы рд 4 – гор. Вг, образует палеоформу 2, частично наследующий первую. Это – субаквальная депрессия, глубиной около 1.5 м и диаметром больше 50 м, сформированная над заполненным речным руслом – врезом 1. Она четко выражена в палеорельефе, благодаря не только падению слоя, но и изменению почв, образующих палеокатену 3. Депрессия, частично заполнилась осадками аллювиально-коллювиального генезиса, в которых найден фрагмент обсидиана, но осталась выраженной в рельефе, в дальнейшем наследовалась палеоврезами 3 и 4. Данные врезы, как и врез 5, залегают над почвой рд 3 с гор. Вса 1, то есть они моложе его.

Палеоврез 3 представляет собой округлую депрессию диаметром 4–5 м, глубиной около 3 м, заполненную неоднородными косослоистыми галечниками и песками с мелкими вложенными V-образными врезами. Подобные отложения отложены быстрыми водными потоками, по силе подобными горным речкам.

Палеоврез 4 сходного облика и такой же глубины, но большего диаметра – 8 м. В основании он заполнен галечником, кверху сменяемым линзовидно-слоистыми песками и супесями. В кровле переслаиваются слои супеси и суглинка, повторяя очертания уменьшающейся по глубине депрессии. Подобное строение демонстрирует поперечный срез речных отложений, отражая постепенное снижение силы водотока.

Палеоврезы 5 и 6 залегают, в более высокой части древнего палеосклона (в начале траншеи), реконструируемого слабо контрастной катеной 1. Палеоврез 5 диаметром 4.5 м и глубиной около 2.3 м занимает то же стратиграфическое положение, что и врезы 3 и 4. Он развит в кровле первого карбонатного горизонта почвы рд 4 и заполнен преимущественно субгоризонтально суглинисто-супесчаными отложениями, отражающими постепенное уменьшение глубины палеовреза. То есть сила флювиального потока еще более уменьшилась, по сравнению с потоком, заполняющим осадками палеоврез 4.

Палеоврез 6 наследует палеоврез 5 со смещением тальвега и представляет собой ложбину стока с меньшими скоростями, чем в предыдущем врезе. Его диаметр увеличивается до 25 м, а глубина уменьшается до 1.5 м. Палеоврез заполнен аллювиально-коллювиальными супесями и суглинками.

Обсуждение материалов исследования

В разрезе Сан-Пабло выделено пять палеопочв (не считая современной), разделенных пирокластическими аллювиально-коллювиальными отложениями, практически полностью переработанными последующими почвообразованием. А так как почвы лишены верхних горизонтов, то можно предположить, что перед погребением они были эродированы.

Поскольку наше исследование в основном касалось нижней части разреза, то более подробно остановимся на нижних четырех палеопочвенных уровнях. Они образуют сочетания по склонам – палеокатены, которые отражают древние ландшафтные поверхности, имеющие однонаправленный уклон (с СВ на ЮЗ) – в сторону падения продольного профиля реки. Такое направление склона сохраняется и для всех катен, но выражено в разной степени, что отразилось на контрастности их строения.

Палеокатена 1, образованная вариантами почвы rd 6, слабо контрастная, отражает наиболее длительный этап устойчивого динамического развития лесных ландшафтов. Этот этап связан с относительной стабилизацией морфолитогенных процессов и интенсификацией элювиально-иллювиального почвообразования. Это подтверждается развитием мощного и четко дифференцированного на контрастные горизонты профиля нижней почвы rd 6 – лувисоли.

Затем следовал этап усиления седиментационных процессов, вероятно, пирокластического генезиса, с участием коллювиальных процессов. Результатом этого этапа стало уменьшение уклонов и значительное снижение контрастности палеокатены 2. Следует отметить, что накопление коллювия сопровождалась его зоогенной переработкой, то есть можно говорить о синлитогенном почвообразовании в этот период.

Палеокатена 2 демонстрирует менее продолжительную приостановку седиментационных процессов, чем палеокатена 1, так почва rd 5 менее мощная и дифференцированная, чем нижележащая лувисоль.

Палеокатена 3 – резко контрастная, сформированная после нового выпадения тефры и переработки ее аллювиальными эрозионно-аккумулятивными процессами, связанной с заложением форм 1 и 2. Почва rd 4, маломощная, с карбонатным горизонтом, замещаемым оглеенным горизонтом в субаквальных условиях. Ее мощность и строение указывает на ухудшения палеоэкологических условий в сторону относительного похолодания и иссушения, а также меньшую длительность почвообразования по сравнению с предшествующими педогенными фазами. Затем вновь возобновилось поступление пепла и переработка его склоновыми процессами, что вызвало накопление коллювия в сниженной части склона и его выполаживание, поэтому катена 4 не контрастная, о чем свидетельствует второй карбонатный горизонт, связанный с почвой rd 5. Эта почва по генезису, сходная с rd 4, также формировалась менее продолжительное время и на более ровной поверхности.

Затем следует катастрофический этап с резко возросшими скоростями рельефообразования. Тогда закладываются палеоврезы 3–6, относящиеся фактически к одной возрастной генерации. Все они отражают поперечные профили русел флювиальных потоков, протекавших со склонов вулкана Серро Гордо. Морфология врезов и строение заполняющих отложений демонстрируют постепенно уменьшающуюся силу горного потока от вреза 3 до вреза 6.

После врезания и заполнения палеоформ 3–6 возобновилось относительно “спокойное” аллювиально-коллювиальное осадконакопление, характеризующееся невысокими скоростями, с накоплением аллювия рекой, меандрирующей по слабонаклонной долине. Такая тенденция сохранилась вплоть до настоящего времени.

Интерпретация полученных данных

Для реконструкции этапов развития ландшафтов и их компонентов: почв и форм рельефа, необходимым условием является наличие временных реперов, датированных относительными или археологическим, радиоуглеродным и другими методами. Таким репером служат полно развитая лувисоль – rd 6, залегающая в основании разреза. Эта почва, сходна с почвами, развитыми в других районах Центрального Мексиканского нагорья, имеющими радиоуглеродный возраст около 38 тыс. л. BP (OIS 3) [14, 15]. Продатированы карбонаты из первого карбонатного горизонта (rd 3) – около 20 тыс. л. BP (OIS 2) [14, 15]. Археологические и радиоуглеродные даты культурного слоя – около 2 тыс. л. (OIS 1) [16]. Таким образом, вся изученная толща отложений, палеопочв и палеоврезов относится к OIS 1–3.

Мексиканскими учеными выполнены широкие исследования по истории развития голоценовых почв, этапов эрозии и их связи с заселением района всемирно известной археологической зоны – Долины Теотиуакан [16]. В верхней части склона вулкана Серро Гордо был заложен разрез глубиной 1.5 м, вскрывший почвенный профиль с горизонтами: Ap–Ah–Bt–B. Казалось бы, его можно рассматривать как нормальный

почвенный профиль, однако возраст горизонтов показал их гетерохронность и наличие значительных временных лакун. Нижняя часть профиля – иллювиальный горизонт – относится к позднему плейстоцену (18–22 тыс. ВР), а гумусовые горизонты – к среднему голоцену. Лакуна – в интервале 18–5 тыс. ВР или несколько более узком диапазоне, соответствует времени преобладания денудационных процессов. И как следовало ожидать, этот временной интервал нашел детальное отражение в почвенно-седиментационной записи изученного разреза, расположенного в долине реки.

Второй разрез заложен немного выше по склону вулкана Серро Гордо. В его строении обнаружены современная почва – фэйзом (черноземовидная почва саванн) и две погребенные лувисоли (лесные). Верхняя с датой около 13340 ВР в гор. 2Ab1, в гор. 2Btb1 – 18740 ВР и нижняя – в гор. 3BCbt2 – 22670 ВР [7].

Ландшафтоформирующие процессы. В долине реки Сан-Пабло, текущей по древней озерной котловине, основными рельефообразующими процессами в конце позднего плейстоцена были:

- 1) золотой привнос пирокластического материала (тефры) и пыли;
- 2) коллювиальный перенос с запада на восток согласно уклону продольного профиля реки, создавшей слабонаклонные поверхности 1–4 и формы 2;
- 3) врезание и меандрирование русла реки образовали форму 1 и голоценовый врез;
- 4) в результате деятельности временных потоков – ручьев, текущих с вулкана Серро Гордо, образовались формы 3–6.

Ведущие почвообразующие процессы и их интенсивность:

- 1) текстурная дифференциация для рд 6, в меньшей степени для рд 5;
- 2) накопление карбонатов вследствие иллювиования карбонатов (для рд 6) или выпотного режима (для рд 4 и особенно для рд 3);
- 3) оглеение (максимальное для рд 4, в меньшей степени для других почв);
- 4) внутрипочвенное выветривание;
- 5) гумусонакопление (максимальное для голоценового почвообразования – рд 2);
- 6) зоогенная турбация (максимальное для гор. Вкрот.);
- 7) антропогенное преобразование почв и накопление отложений (образование 2000-летнего культурного слоя, современного коллювия и современной антропосоли).

Этапы развития ландшафтов:

- 1) формирование лувисоли рд 6 и слабо контрастной катены 1 на пологой поверхности склона – около 38 тыс. л. ВР;
- 2) выполаживание склона, вследствие выпадения пепла и накопления коллювия в сниженной восточной части склона. Возможно определенное участие синлитогенного почвообразования;
- 3) формирование неконтрастной катены 2 и почвы рд 5;
- 4) заложение вреза 1 в результате меандрирования русла реки пра-Сан-Пабло;
- 5) заполнения его аллювиальными осадками;
- 6) образование палеоформы 2 – субаквальной поверхности и прилегающего склона;
- 7) формирование контрастной катены 3 и почвы рд 4;
- 8) выпадение пепла и его переработка склоновыми процессами, накопление коллювия и выполаживание депрессии 2;
- 9) формирование неконтрастной катены 4 и почвы рд 3;
- 10) новый эрозионный этап, проявившийся в заложении и последующем заполнении палеоврезов 3–6. Формы, размеры и строение вмещающих отложений демонстрируют постепенное затухание силы водного потока, от горного до временного ложбинного;
- 11) пеплопад и накопление перекрывающей толщи позднеледникового коллювия;
- 12) заложение голоценового вреза реки Сан-Пабло и заполнение его аллювием;

- 13) возможное выпадение пепла и накопление голоценового коллювия;
- 14) почва рd 2 и культурный слой;
- 15) молодой коллювий с предварительным пеплопадом;
- 16) формирование современной почвы рd 1.

Палеоландшафтные и палеоклиматические реконструкции. В разрезе траншеи в интервале глубин 4–10 м выделены четыре палеокатены, отражающие значительную стабилизацию рельефообразующих процессов и длительные периоды почвообразования. Такие условия свидетельствуют о наиболее благоприятных сочетаниях тепла и влаги для развития растительности. А так как район исследования относится к зоне недостаточного увлажнения субтропического пояса, но приурочен к речной долине, то можно предположить, что палеокатены отражают периоды с оптимальным тепло- и влагообеспечением (теплые и относительно влажные фазы климатических ритмов). Устойчивое почвообразование периодически сменялась усиленным осадконакоплением, связанным с выпадением новых порций пепла, а также с действием речных потоков и накоплением коллювия. И если аллювиальные процессы отражают функционирование древней речной системы р. Сан-Пабло и усиление увлажненности (более влажные периоды), то склоновые процессы характерны для относительно сухих условий с редкими, но сильными ливнями. Еще более катастрофические явления нашли свое отражение в заложении врезов временными водотоками (резкий переход от наиболее сухих условий к влажным).

К сожалению, граница плейстоцен/голоцен теряется в слабо доступной верхней части траншеи. Но переход от максимума последнего вюрмского оледенения с направленным трендом к потеплению очень четко читается в этом разрезе. Прежде всего, он выражен по изменению тренда и скоростей флювиальных процессов, вплоть до смены геоморфологического режима – перестройки ведущих процессов, возрастания скоростей врезания и осадконакопления. Об этом свидетельствуют серия практически одно-возрастных палеоврезов 3–5, формы и заполняющие осадки, которых демонстрируют сильное возрастание скоростей водотоков уже не меандрирующей реки, как палеоврез 1, а стремительных горных ручьев, стекавших с ближайших склонов вулкана Серро Гордо и достигавших участка исследования. Текстура заполняющих палеоформы осадков, указывает на постепенное затухание интенсивности флювиального потока (от палеовреза 3 до палеовреза 6).

Тренды и циклы развития ландшафтов. Развитие ландшафтов происходило на фоне разных по продолжительности климатических ритмов, что нашло свое выражение в чередовании почвенных и рельефообразующих (денудационно-седиментационных) фаз и трендах этих процессов.

Тренды и циклы развития почв. Две нижние почвы, возможно, относятся к кислородно-изотопной стадии (OIS) 3, две верхние – к OIS 2. Почвообразование эволюционировало от более влажных и теплых условий (лесов) (лювисоли – рd 6) через саванну (рd 5) к более засушливым и прохладным условиям (рd 4 и рd 3).

На длительность почвообразования указывает степень развитости профиля и, в меньшей степени, его мощность. По этим двум критериям четко фиксируется тренд от более развитых почв к менее развитым в ряду: рd 6–рd 5–рd 4–рd 3. Меняется геохимическая формация: от почв кислого и нейтрального ряда (рd 6, возможно рd 5) к почвам щелочным (рd 4 в разрезах 1–3, рd 3), демонстрирующая смену режимов увлажнения и испарения, и, вероятно, приходящуюся на границу OIS 3 и 2 (переход от теплого, влажного климата – стадия 3 к холодному и сухому климату – стадия 2 (максимум последнего оледенения)).

Тренды и циклы развития рельефа. В строении изучаемого разреза присутствуют шесть позднеплейстоценовых палеоврезов трех генераций. Наиболее крупная форма 1 первой генерации отражает строение крупного русла реки с пологими склонами, существовавшего относительно долго. Ее заполнение включает несколько аллювиальных фаций (от плиточной до пойменной) и демонстрирует постепенное ослабевание

силы речного потока. Форма 2 наследует предшествующую, и фактически является заключительной стадией развития первой, отражая субаквальную поверхность, на которой был сформирован аккумулятивный сектор катены 3 с глеезом. Формы 3–6 относятся к одной возрастной генерации – второй, отражая постепенное снижение силы малого водного потока, текущего со склонов вулкана Серро Гордо. К третьей генерации относятся врезы речного русла: голоценового и современного.

Заключение

Генерализируя записи двух основных групп природных процессов: почвообразующих, отвечающих, главным образом, за эпохи стабильности, и рельефообразующих, фиксирующих условия эпох ландшафтных перестроек, можно реконструировать сложную, постоянно меняющуюся историю развития ландшафтов, в которой обозначаются, как различные циклы, так и некие общие тренды. И те, и другие в какой-то степени подчиняются влиянию многих факторов: саморазвитию речной долины Сан-Пабло, периодичности извержений вулканов и неотектонических подвижек и т. д. Однако, ведущая роль принадлежит климатическим изменениям – ритмам разной иерархии и общему тренду от теплого интервала – OIS 3 к максимуму ледниковья (LGM) и позднеледниковья (LGT) – OIS 2, к новому межледниковью (голоцену) – OIS 1.

К OIS 3, вероятно, относятся две нижние почвы, причем rd 6 – лювисоль формировалась в более благоприятных теплых и влажных условиях продолжительного интерстадила, чем rd 5. К OIS 2 относятся rd 4 и rd 3, свидетельствующие о некоторых импульсах смягчения климата на фоне наименее благоприятных условий для развития почв в LGM и LGT.

Заложение врезов на плоской озерно-речной долине свидетельствует о большой силе водных потоков – ручьев, текущих со склонов вулкана Серро Гордо, не терявшихся у его подножья, а проникавших далеко в долину. Это – катастрофическое событие, связанное с резкой перестройкой рельефа вследствие значительного возрастания тепла и влаги, несомненно, относится к переходу от ледниковья к межледниковью, скорее всего, к интерстадиалам позднеледниковья. Весьма вероятно корреляция этого события с этапом резкой активизации денудационных и седиментационных процессов, а также наступанием горных ледников в конце плейстоцена в Центральной Мексике, на который указывал К. Хайне [17, 18]. Этот автор синхронизировал этапы активизации геоморфологических процессов в Центральной Мексике с фазами таяния Лаврентийского ледника и соответственно – пульсациями сброса талых ледниковых вод в Мексиканский залив, оказывавшими огромное влияние на палеоэкологическую обстановку на региональном уровне [19].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Память почв: почва как память биосферно-геосферно-антропоферных взаимодействий. М.: ЛКИ, 2008. 648 с.
2. Сычева С.А. Педоциклиты, как летопись многовековой педолитогенной ритмичности в голоцене // Экология и почвы. Пушино: НЦ, ИФХ и БПП РАН, 2006. С. 245–259.
3. Дедков А.П., Мозжерин В.Н., Ступишин А.В., Трофимов А.М. Климатическая геоморфология денудационных равнин. Казань: Изд-во КазГУ, 1977. 224 с.
4. Косов Б.Ф. Заметки об овражной эрозии в тундре, лесной зоне, лесостепи и в пустыне // Вопр. эрозии и стока. М.: Изд-во МГУ, 1962. С. 191–208.
5. Тимофеев Д.А. Геоморфологические и палеогеографические аспекты проблемы эрозии почв // Геоморфология. 1988. № 2. С. 14–28.
6. Сычева С.А. Эволюционный анализ плейстоценовых погребенных малых эрозионных форм // Геоморфология. 1996. № 3. С. 27–38.
7. Stoops G. Relict properties in soils of humid tropical regions with special reference to Central Africa // Paleopedology: nature and application of paleosols / Bronger A., Catt J.A. Catena Supplement. 1989. № 16. Braunschweig. P. 95–106.

8. *Straka H., Ohngemach D.* Late Quaternary vegetation history of the Mexican Highland // *Plant Systematics and Evolution*. 1989. V. 162. P. 115–132.
9. *Lozano-García S., Ortega-Guerrero B., Caballero-Miranda M., Urrutia-Fucugauchi J.* Late Pleistocene and Holocene paleoenvironments of Chalco lake, central Mexico // *Quaternary Research*. 1993. № 40. P. 332–342.
10. *Lozano-García S., Ortega-Guerrero B.* Palynological and magnetic susceptibility records of Lake Chalco, central Mexico // *Palaeogeography. Palaeoclimatology. Palaeoecology*. 1994. № 109. P. 177–191.
11. *Caballero M., Lozano S., Ortega B. et al.* Environmental characteristics of Lake Tecocomulco, northern basin of Mexico, for the last 50000 years // *J. of Paleolimnology*. 1999. № 22. P. 399–411.
12. *Ortega-Guerrero B., Thompson R., Urrutia Fucugauchi J.* Magnetic properties of lake sediments from Lake Chalco, central Mexico, and their palaeoenvironmental implications // *J. of Quaternary Science*. 2000. № 15. P. 127–140.
13. *Gonzalez S., Jiménez-López J.C., Hedges R. et al.* Earliest humans in the Americas: new evidence from México // *J. of Human Evolution*. 2003. № 44. P. 379–387.
14. *Solleiro-Rebolledo E., Sedov S., McClung de Tapia E. et al.* Spatial variability of environment change in the Teotihuacan Valley during the Late Quaternary: Paleopedological inferences // *Quaternary International*. 2006. № 156–157. P. 13–31.
15. *Sedov S., Solleiro-Rebolledo E., Terhorst B. et al.* The Tlaxcala Basin paleosol sequence: a multiscale proxy of middle to late Quaternary environmental change in Central Mexico // *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*. 2009. 26(2). P. 448–465.
16. *McClung de Tapia E., Dominguez Rubio I., Gama Castro J. et al.* Radiocarbon dates from soil profiles in the Teotihuacan valley, Mexico: indicators of Geomorphological processes // *Radiocarbon*. 2005. V. 47. № 1. P. 159–175.
17. *Heine K.* The classical late Weichselian climatic fluctuations in Mexico // *Climatic changes on a yearly to millennial basis. Geological, historical and instrumental records*. Dordrecht/ Boston/ Lancaster: Riedel Publishing Company, 1984. P. 95–115.
18. *Heine K.* Late Quaternary glacial chronology of the Mexican volcanoes // *Die Geowissenschaften*. 1988. № 6. P. 197–205.
19. *Heine K.* The late-glacial moraine sequences in Mexico: is there evidence for the Younger Dryas event? // *Palaeogeography. Palaeoclimatology. Palaeoecology*. 1994. № 112. P. 113–123.

Ин-т географии РАН,
Ин-т геологии Нац. Автоп. ун-та Мексики, Мехико

Поступила в редакцию
30.01.2009

LATE PLEISTOCENE LANDSCAPE CHANGES IN THE SAN-PABLO VALLEY (TEOTIUAKAN, MEXICO)

S.A. SYCHEVA, S.N. SEDOV, E. SOLLEIRO-REBOLLEDO

Summary

The landscape evolution of the San-Pablo river valley near the Serro-Gordo volcano during the end of the late glaciation is described. Stages in the development of landforms, soils, and catenae were distinguished. In the landscape evolution different rhythms and trends can be seen. Climatic changes – trend from warm OIS 3 to maximum of glaciation (LGM) and late glaciation (LGT) – OIS 2, and to new interglacial (Holocene) OIS 1 – played a leading role in the landscape formation. During this time aridization took place. At the limit of glaciation and interglacial time the tracers of disastrous water flow were found. It guttered down from the slopes of the Serro-Gordo to the San-Pablo river valley.