

УДК 631.4

РЕКОНСТРУКЦИЯ РАСТИТЕЛЬНОСТИ И УСЛОВИЙ ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ ПО СВОЙСТВАМ ПОЧВ И ДАННЫМ МИКРОБИОМОРФНОГО АНАЛИЗА

Климова Н.В., Дюкарев А.Г., Пологова Н.Н.

Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, г.Томск

klimnin@sibmail.com

Исследован педокомплекс Киреевского лога (подтайга, юг Томской области) включающий кроме современной четыре погребенные почвы разного возраста от 1000 до 7000 лет. Основными показателями разграничения циклов литогенеза являются гранулометрический состав и фракционный состав гумуса, а выявленные фитолитные комплексы характеризуют растительные сообщества и условия почвообразования каждого этапа педогенеза. Установлено, что формирование педокомплекса определялось процессами денудации с прилегающих склонов эрозионной равнины и ложбинно-террасового комплекса. Фитолитные комплексы погребенных почв отличаются от комплекса современной почвы. На этапах формирования педокомплекса, зафиксированных погребенными гумусовыми горизонтами, были развиты: заболоченный луг, травяной лес, влажный луг со степными элементами, современный злаково-разнотравный луг. Каждый из фитоценозов формировался в климатических условиях, соответствующих разным подзонам современного растительного покрова Западной Сибири – от южнотаежной до лесостепной.

Ключевые слова: фитолиты, микробиоморфный анализ, гранулометрический состав, состав гумуса, погребенные почвы, педокомплекс.

Цитирование: Климова Н.В., Дюкарев А.Г., Пологова Н.Н. 2016. Реконструкция растительности и условий почвообразования по свойствам почв и данным микробиоморфного анализа // Динамика окружающей среды и глобальные изменения климата. Т. 7. № 1 (13). С. 76-84.

ВВЕДЕНИЕ

При изучении динамики окружающей среды большое значение имеют палеоэкологические исследования, направленные на восстановление последовательности смен палеосообществ и условий, при которых они формировались. Охватывая достаточно большие временные интервалы, они позволяют косвенно оценивать и климатические изменения в прошлом. Одним из основных объектов реконструкции ландшафтно-климатических изменений за большие отрезки времени являются погребенные в профиле почв педореликты. В циклах педогенеза, протекающих с вертикальной дифференциацией вещества, генетические горизонты почв объективно свидетельствуют о направленности и последовательности изменений в ландшафтной обстановке. Относительная стабильность внешних факторов сопровождается последовательным образованием, дифференциацией и накоплением в почвенном теле продуктов органической и неорганической природы, остаточных признаков жизнедеятельности биоты. Когда же скорость литогенеза в аккумулятивно-денудационных циклах превышает скорость почвообразования, то формируется более сложная конструкция информационного поля почв. Поэтому удобным для палеореконовструкций объектом являются почвы овражно-балочных систем, в которых дневные почвенные горизонты периодически погребаются и, выходя из-под влияния почвообразовательных процессов, сохраняют признаки, соответствующие экологическим условиям на момент погребения [Александровский, 1996; Гольева, 2001]. Наиболее информативны для реконструкции условий формирования органическое вещество почв, новообразованные минералы и микробиоморфные фракции, включающие микроскопические остатки растений и животных. Особый интерес представляют кремнеземистые образования: фитолиты, панцири диатомовых водорослей, спикулы губок, реже раковинки амёб. В отличие от органических микробиоморф (спор, пыльцы и др.) они обладают высокой сохранностью в почвах, что позволяет использовать их при реконструкции палеосообществ [Память почв ..., 2008]. Учитывая, что на равнинной территории характер распределения почвенно-растительного покрова тесно связан с климатическими факторами – температурой и осадками, – можно по физико-химическим свойствам почв и данным о растительных палеосообществах косвенно судить и о существовавших в период их формирования климатических условиях.

На территории Западной Сибири палеогеографические исследования связаны в основном с изучением пыльцевых спектров торфяных отложений [Волкова, 1989; Бляхарчук 2000], генезиса вторых гумусовых горизонтов [Караваева, 1978; Гаджиев, 1982; Дюкарев, 2005; Гаврилов, Гольева, 2014], лессовых педокомплексов [Зыкина и др., 1981]. Изучение эрозионно-аккумулятивных комплексов голоценовых почв с использованием новых методов палеоэкологических исследований не проводилось. Поэтому основными задачами и целью проведенных исследований являлось изучение и палеоэкологическая реконструкция условий формирования сложного комплекса почв на юге таёжной зоны в длительных эрозионно-аккумулятивных и климатических циклах голоцена с использованием характеристики почв и фитолиитного (микробиоморфного) анализа погребенных горизонтов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Изученный нами педокомплекс расположен в 4 км восточнее с.Киреевск, в долине левого притока р.Киреева (рис. 1). Днище долины плоское, шириной до 200 м с крутым правым бортом, примыкающим к древней эрозионной равнине с максимальными высотными отметками 180 м в верховьях лога. Долина разграничивает третью террасу Оби, сложенную супесчаными отложениями, и суглинистую междуречную равнину. В месте заложения разреза глубина вреза составляет 50 м относительно поверхности террасы (157 м) и около 60 м относительно поверхности древней равнины (166 м). Современная поверхность долины (107 м) на 32 м превышает меженный уровень Оби (75 м). Ширина долины не соответствует современному состоянию реки, которая представляет периодически пересыхающий узкий водоток, перекрытый дамбой.

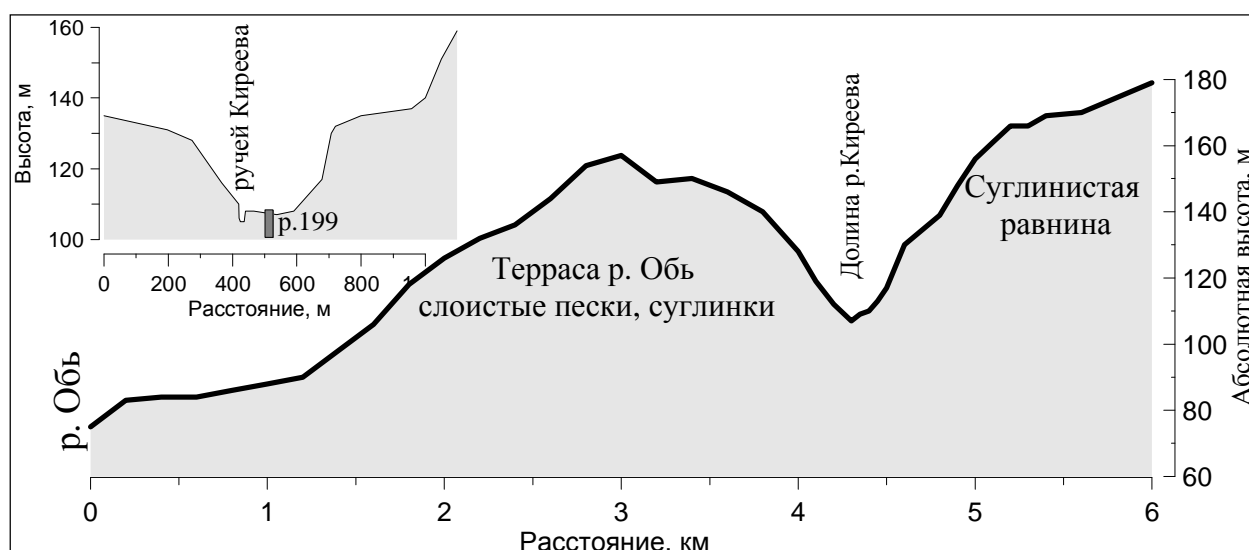


Рис. 1. Нивелировочный профиль Киреевского лога (вверху) и его геоморфологическое положение

Согласно ландшафтно-географическому районированию район исследований входит в подзону подтайги (лиственно-лесную) [Дюкарев и др., 1997]. Господствующая растительность террасового комплекса – сосновые травяные леса, суглинистой равнины – высокотравные березняки с примесью хвойных пород (сосны, и реже ели). В долине развит разнотравно-злаковый луг, в котором доминируют пырей ползучий (*Elytrigia repens*) и тимopheевка луговая (*Phleum pratense*) с незначительным участием других видов злаков (*Festuca pratensis*, *Poa palustris*, *P. pratensis*, *Deschampsia cespitosa*, *Agrostis alba*, *Dactylis glomerata*) и разнотравья (*Ranunculus propinquus*, *Filipendula ulmaria*, *Cirsium setosum*, *Vicia cracca* и др.). Ранее луг выкашивался.

В почвенном разрезе из горизонтов современных и погребенных почв отобраны образцы с шагом 10 см. Определены гранулометрический состав, физико-химические свойства, фракционный состав гумуса по общепринятым методикам [Теория и методы..., 2006]. Анализ микробиоморф проведен в гумусовых горизонтах почв. Выделение микробиоморфной фракции проводилось по стандартной методике в соответствии с рекомендациями [Гольева, 2001]: обработка 10%-ным раствором соляной кислоты, отмывание илистой фракции (в соответствии с законом осаждения частиц Стокса), отделение песчаной фракции промыванием через сито с размером ячеек 0.5 мм, выделение фракции микробиоморф путем центрифугирования с тяжелой жидкостью (удельный вес 2.3). Полученные препараты микробиоморф смотрели под оптическим микроскопом в глицерине.

Использовалось увеличение 400. В каждом образце насчитывалось не менее 400 частиц. Для количественной оценки содержания фитоцитов использовалась относительная величина – количество частиц в одной капле образца. Интерпретация результатов проведена согласно экологической классификации фитоцитов А.А. Гольевой [1997, 2001]. Определение радиоуглеродного возраста в гумусовых горизонтах проведено по гуминовым кислотам на приборе Quantulus-1220 Г.В. Симоновой (ТомЦКП при ИМКЭС СО РАН). Радиоуглеродные даты калиброваны с использованием программы OxCal13.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Исследованный педокомплекс имеет сложное строение, отражающее 5 эрозионно-аккумулятивных циклов. Начало каждого эрозионного цикла соответствовало условиям повышенного увлажнения и завершалось фазой спокойного литогенеза и почвообразования. Таким образом, кроме современной в профиле выделяется 4 погребенные почвы, отражающие разные ландшафтно-климатические эпохи. Гранулометрический состав четко разграничивает эрозионно-аккумулятивные циклы. Основную долю микробиоморфной фракции исследованных почвенных образцов составляют фитоциты и растительный детрит. В некоторых образцах обнаружены также в незначительном количестве спикулы губок и панцири диатомовых водорослей, пыльца, единичные раковинки амёб (табл. 1). В данном сообщении основное внимание уделено анализу фитоцитных комплексов почв. В современной и погребенных почвах они различаются в большей или меньшей степени (рис. 3). Общее количество фитоцитов в исследованных образцах значительно варьирует (см. рис. 2), что отчасти может быть связано с частичной денудацией самой верхней части гумусовых горизонтов во время формирования новой пачки отложений.

Табл. 1. Сравнительное полуколичественное содержание микробиоморф в гумусовых горизонтах современной и погребенных почв Киреевского педокомплекса

Почвы	Фитоциты	Детрит	Панцири диатомовых водорослей	Спикулы губок	Пыльца	Раковинки амёб
Современная	+++	+++	+	Ед.	+	–
I	+++	++	–	–	+	–
II	+++	++	–	–	Ед.	–
III	+++	++	–	Ед.	Ед.	–
IV	+++	++	–	Ед.	–	Ед.

Примечание. Крестиками показано сравнительное содержание микробиоморф: +++ много; ++ средне; + мало; Ед. – единично; – не обнаружены.

Профиль современной почвы мощностью 45 см формируется на слоистом суглинисто-супесчаном наносе, в котором нижние слои содержат до 50% мелкопесчаной фракции, а верхние обогащены илистой фракцией (21-35%). Дерновый горизонт, содержащий много грубогумусных остатков, мелкие скопления гидратов оксидов железа свидетельствуют о повышенном поверхностном увлажнении почвы. Гумус фульватного типа с соотношением Сгк/Сфк в верхнем горизонте 1.08 (рис. 2). Профиль почвы с мощностью гумусового горизонта 30 см сформирован по дерново-глебовому типу со слабой выраженностью гумусово-аккумулятивного процесса. Судя по данным радиоуглеродного анализа, возраст верхнего гумусового горизонта составляет 840 лет (табл.2; рис. 2).

В фитоцитном комплексе современной почвы преобладают фитоциты, продуцируемые двудольными травами (гладкие палочки) и луговыми злаками (трихомы и в меньшей степени полилопастные частицы). Перечисленные формы характерны для лугов и светлых травяных лесов подтаежной подзоны [Гольева, 2001; Kamanina, 1997]. Фитоцитный комплекс соответствует развитому здесь разнотравно-злаковому фитоценозу с доминированием луговых злаков: пырея ползучего (*Elytrigia repens*) и тимофеевки луговой (*Phleum pratense*). Составляющие незначительную долю комплекса фитоциты лесных злаков и хвойных, вероятно привнесены с третьей террасы, где произрастают сосновые леса. Это хорошо согласуется с повышенной долей песчаной фракции в гранулометрическом составе современной почвы (см. рис. 2). Присутствие фитоцитов влаголюбивых растений (тростник, камыш), а также в небольшом количестве (2.3% фракции микробиоморф) панцирей диатомовых водорослей и единичных спикул губок, так же как и свойства почв, указывает на условия повышенного увлажнения при формировании этой почвы. В целом для современной почвы характерно стремительное послепожарное начало и постепенное затухание седиментогенеза.

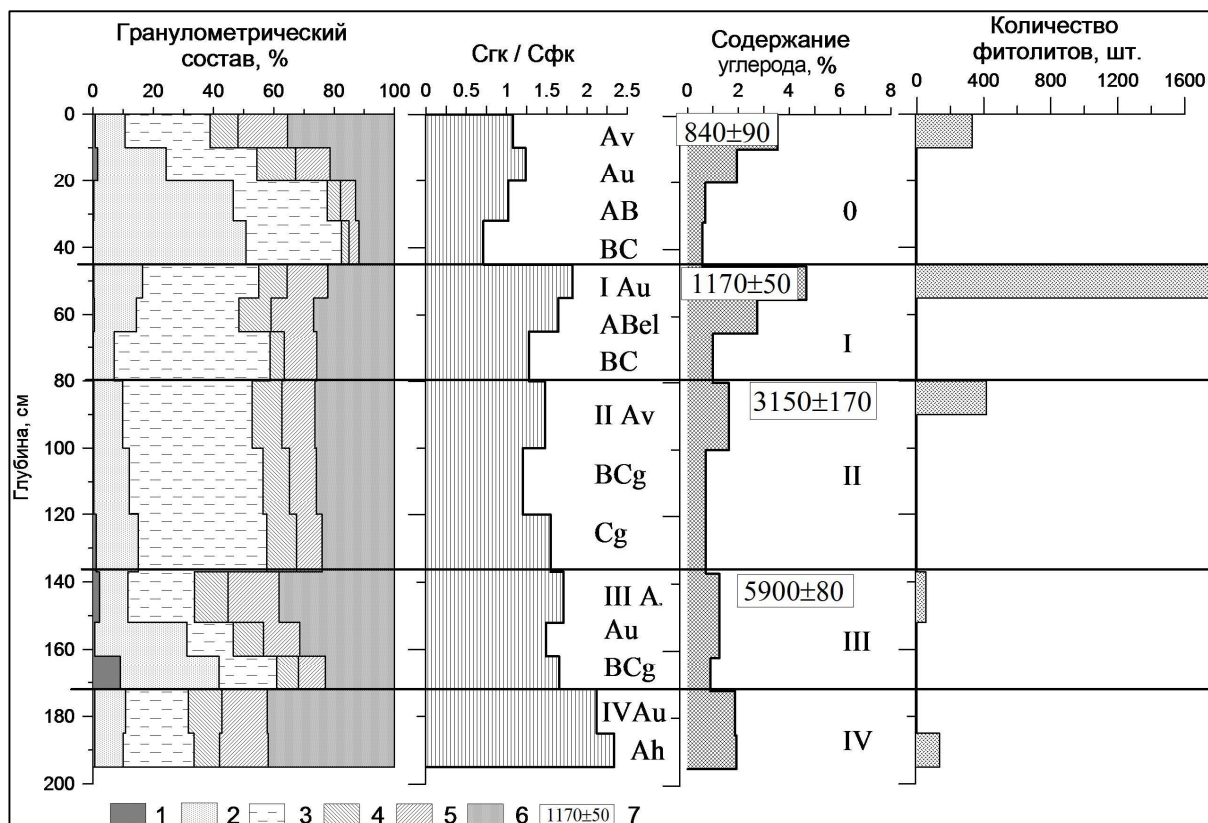


Рис. 2. Строение профилей, гранулометрический состав, свойства горизонтов педокомплекса Киреевского лога и содержание фитолифов в гумусовых горизонтах. Фракции гранулометрического состава, мм: 1 – 1-0.25; 2 – 0.25-0.05; 3 – 0.05-0.01; 4 – 0.01-0.005; 5 – 0.005-0.001; 6 – <0.001; 7 – радиоуглеродный возраст, лет назад.

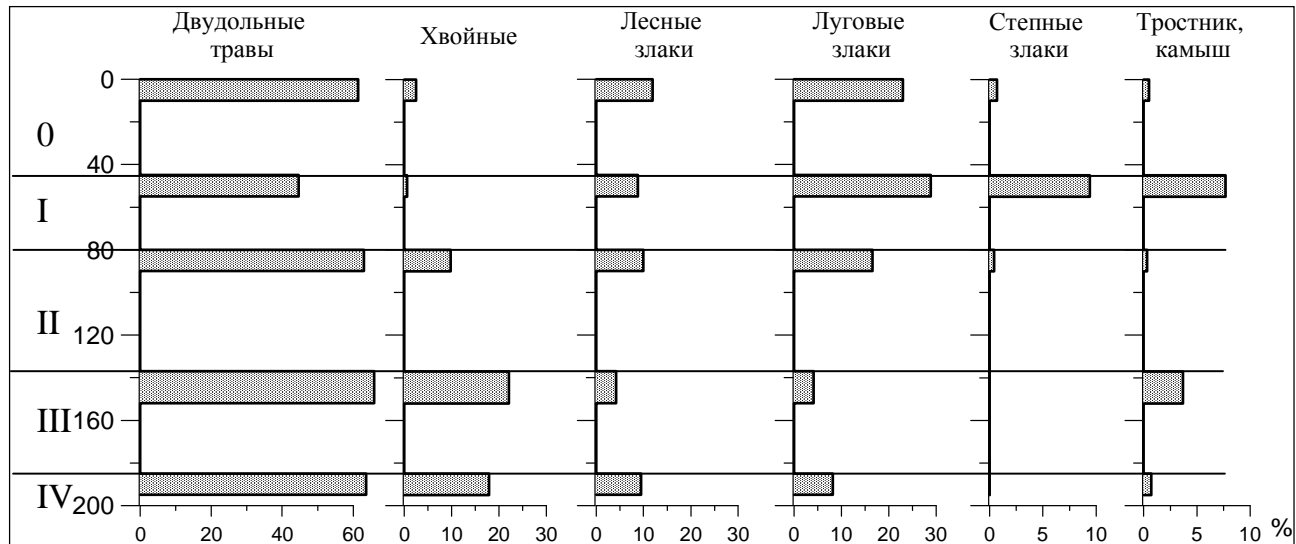


Рис. 3. Фитолифитный состав современного и погребенных гумусовых горизонтов в педокомплексе Киреевского лога

Табл. 2. Возраст современного и погребенных гумусовых горизонтов почв Киреевского педокомплекса

Лабораторный номер образца	Глубина образца, см	Датируемый материал	Калиброванный радиоуглеродный возраст, л.н.	Калибровка дат	
				1 σ	2 σ
ИМКЭС-14С755	5-10	Гуминовые кислоты	840 \pm 90	1150-1280AD	1010-1280AD
ИМКЭС-14С590	45-55	Гуминовые кислоты	1150 \pm 50	880-990AD	780-1020AD
ИМКЭС-14С754	153-162	Гуминовые кислоты	3150 \pm 170	1410-990BC	1650-800BC
ИМКЭС-14С757	190-200	Гуминовые кислоты	5900 \pm 80	4050-3910BC	4250-3700BC

Нижележащая первая (I) погребенная почва (45-88 см) резко отграничена от современной, поскольку гранулометрический состав ее изменяется с супесчаного на тяжелосуглинистый с высоким содержанием пылевой фракции. Повышенное содержание мелкого песка в поверхностных горизонтах (14-16%) следует отнести к засыпке его по порам и корневым ходам из верхней почвы. Погребенная почва формировалась в отложениях спокойного делювиального стока с территорий, на которых активно развивались процессы гумусоаккумуляции. По данным радиоуглеродного анализа минимальный возраст погребения данной почвы, определенный по фракции гуминовых кислот, составил 1170 лет. Для почвы характерно формирование почти черного гумусового горизонта с хорошо сохранившейся зернисто-комковатой структурой. Содержание гумуса высокое, достигает 8%. Отношение С_{гк}/С_{фк} 1.8-2.2 характеризует гуматный состав гумуса. На фоне высокого содержания связанных с кальцием гуминовых кислот следует отметить и относительно высокое содержание третьей фракции гуминовых и фульвокислот, прочно связанных с минеральной основой.

Фитолитный комплекс гумусового горизонта этой почвы по набору и соотношению форм фитолитов также соответствует лугу (луговых форм значительно больше, чем лесных). Однако по сравнению с комплексом современной почвы, в нем увеличивается доля полилопастных частиц в составе фитолитов луговых злаков, а также появляются фитолиты, характерные для степных злаков – зубчатые палочки и пластинки, трапециевидные и усеченные конусовидные частицы. Кроме того, в несколько раз увеличивается общее содержание фитолитов в образце, что, с одной стороны, является следствием повышенного участия злаков в составе существовавшего тогда луга, поскольку они продуцируют кремниевые частицы в больших количествах по сравнению с другими группами растений. С другой стороны, повышенная концентрация фитолитов в целом свойственна почвам под более южными растительными сообществами с максимальным содержанием в обыкновенных черноземах под остепненными лугами [Гольева, 1995; Gol'yeva, 1997; Kamanina, 1997]. По этим признакам исследованная погребенная почва, вероятно, формировалась при более теплых, чем современные, климатических условиях. Учитывая сравнительно небольшую долю «южных» степных форм в фитолитном комплексе, можно предположить, что она соответствует лугу зоны лесостепи. Наличие в небольшом количестве веерообразных и крупных многогранных форм (тростник, камыш) свидетельствует об условиях повышенного увлажнения почвы в тот период. Соответствие первой погребенной почвы аккумулятивным ландшафтам лесостепи подтверждается гуматным составом гумуса. Также следует отметить, что часть фитолитов в образце – полностью или частично черные, вероятно, в результате пожаров. Завершение данного почвообразовательного цикла пожарами подтверждается и формированием на поверхности первого погребенного горизонта супесчаных отложений, на которых затем развивалась современная почва.

Вторая (II) погребенная почва (88-142 см) формировалась около 3 тыс. лет назад (минимальный возраст погребения 3150 лет) также в условиях спокойного седиментогенеза. Снизу вверх сформировалась достаточно монотонная тяжелосуглинистая толща, в которой скорость седиментогенеза значительно превышала скорость педогенеза. Нижние горизонты с содержанием гумуса до полутора процентов завершает гумусовый горизонт мощностью 17 см, серый с полной прокраской гумусом внутриведной массы с высоким (2,88%) содержанием гумуса. Структура его мелкокомковатая с обилием капрогенных элементов. Отношение гуминовых и фульвокислот характеризует фульватно-гуматный состав гумуса всего выделенного профиля (С_{гк}/С_{фк}=1.48-1.55).

Содержание фитолитов в образце гумусового горизонта второй погребенной почвы сравнимо с содержанием их в современной почве. Фитолитный комплекс также сходен с современным: в нем

доминируют формы двудольных трав (гладкие палочки) и луговых злаков (в основном трихомы). Некоторое сокращение доли двулопастных и полилопастных частиц в составе луговых форм и одновременное увеличение количества фитолитов лесных злаков и хвойных может быть следствием большего распространения лесов в период формирования этой почвы, что косвенно указывает на более холодные климатические условия. В отличие от современной почвы в исследованном гумусовом горизонте отсутствуют панцири диатомовых водорослей и спикулы губок, а также фитолиты влаголюбивых растений (тростника, камыша). Перечисленные особенности фитолитного комплекса, фульватно-гуматный состав гумуса и признаки развития подзолистого процесса наряду с дерновым указывают на формирование второй погребенной почвы в более сухих и сравнительно холодных условиях, что соответствует умеренно холодной и сухой фазе позднего суббореала [Волкова, 1989].

Гумусовый горизонт следующей (III) почвы (142-174 см) сформирован уже в сложных по составу отложениях, характеризующих, соответственно, разные условия седиментогенеза. Снизу залегают прослои, содержащие почти в равном соотношении фракции среднего и мелкого песка и иловатых частиц, малое количество пылеватого компонента, что характерно для наносов с высокой скоростью потоков. Сверху состав сменяется глинистым, соответствующим условиям спокойного седиментогенеза. Сложение всего профиля слитое, плотное, из-за обилия скоплений гидрооксидов железа преобладают охристо-бурые тона. Содержание гумуса высокое в верхних слоях (2.24-2.34%), снижается в опесчаненном горизонте (1.69%). Однако по составу гумуса все горизонты фульватно-гуматные с соотношением Сгк/Сфк 1.5-1.7 и высоким содержанием фракции гуминовых кислот, связанных с кальцием.

В фитолитном комплексе преобладают формы двудольных трав (гладкие палочки). Доля фитолитов злаков очень мала, что свидетельствует о невысоком их обилии в составе существовавшего тогда фитоценоза и отчасти объясняет очень низкую концентрацию фитолитов в исследованном образце, поскольку двудольные травы в отличие от злаков, как правило, продуцируют их в небольших количествах. В то же время, обнаружены микробиоморфы – индикаторы повышенного увлажнения местообитаний (фитолиты тростника, камыша, единичные спикулы губок). В отношении фитолитов хвойных необходимо отметить, что с учетом очень низкого общего содержания окремневших частиц в образце третьей погребенной почвы количество их оказывается сопоставимо с современным, что не позволяет уверенно диагностировать существование обширных группировок лесной растительности в эту эпоху. В целом, из структурных признаков почв, состава гумуса и особенностей фитолитного комплекса следует, что в долине был развит заболоченный луг (возможно, лес), а почвообразование протекало в избыточно влажных условиях по дерново-глеевому и перегнойно-глеевому типу. Радиоуглеродный возраст педореликта 5900 лет. По совокупности признаков можно определить эту эпоху как холодную и относительно влажную.

Профиль наиболее древней (IV) почвы вскрыт с глубины 174 см. Гранулометрический состав – тяжелая глина, содержание ила 42%. Гумусовый горизонт черный, со стальным оттенком и буроватыми пятнами, плотного сложения, комковато-зернистой структуры. Содержание гумуса 3.3%. Ниже гумусовых горизонтов залегают переходный грязно-бурый с признаками избыточного увлажнения горизонт. Гумус гуматного типа с соотношением Сгк/Сфк 2.12-2.34. Фитолитный комплекс этой почвы, также как и почвы (III), отличается бедностью. Представлены главным образом формы двудольных трав (гладкие палочки) и примерно в равной степени фитолиты лесных и луговых злаков (трихомы и единичные полилопастные частицы). Как и в вышележащей почве, количество фитолитов хвойных, учитывая низкую концентрацию окремневших частиц в образце, довольно мало и не может четко указывать на широкое распространение лесной растительности. Вероятно, лес был развит на склонах, откуда фитолиты лесных злаков и хвойных могли быть принесены в ходе эрозионных процессов. В целом, по морфологическим признакам, составу гумуса и набору фитолитов можно диагностировать почву заболоченного луга, формировавшуюся в условиях избыточного грунтового увлажнения, а почвообразование как лугово-болотное. Переувлажнение почв было связано больше с грунтовым увлажнением при более высоком, чем современный, базисе эрозии и возможном подпоре со стороны Оби. Количество же атмосферных осадков могло быть и ниже современного. Возраст педореликта условно отнесен нами к раннему атлантическому периоду в 7000-7500 лет [Волкова, 1989]. Следует отметить, что самая верхняя часть гумусового горизонта этой почвы в начале следующего эрозионного цикла была смыта. Причем на первых этапах следующего эрозионно-аккумулятивного цикла отлагался более легкий по составу материал с примыкающей к долине террасы, что возможно только после пожара в сухие годы и экстремальных осадков в последующие.

В целом, особенности гранулометрического состава исследованного почвенного комплекса и очень маленькая доля панцирей диатомовых водорослей и спикул губок в микробиоморфной фракции указывают, что его формирование определялось главным образом денудационными процессами как со стороны ложбинно-террасового комплекса, так и со стороны древней равнины. В связи с широким развитием эрозионно-аккумулятивных процессов фитоолитные комплексы исследованных почв, вероятно, имеют смешанный состав – из фитоолитов растений, произраставших в долине, и фитоолитов, привнесенных со склонов, что характерно для фитоолитного профиля почв овражно-балочных комплексов [Гольева, 1995].

Различия в фитоолитных комплексах современной и погребенных почв обусловлены существованием фитоценозов, соответствующих разным зонам (подзонам) растительного покрова, и косвенно указывают на менявшиеся климатические условия на отдельных этапах формирования почвенного профиля. В то же время присутствие в исследованных образцах почв фитоолитов влаголюбивых растений, спикул губок и панцирей диатомовых водорослей является, вероятно, в значительной мере следствием не столько климатических условий, сколько положением в рельефе (аккумулятивная позиция). Определенные выводы можно сделать только в отношении второй погребенной почвы, где эти формы отсутствуют, вероятно, в связи со сравнительно сухими климатическими условиями. Полученные результаты анализа фитоолитного профиля хорошо согласуются с данными по составу гумуса и морфологической структуре исследованных почв.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследованный почвенный профиль формировался в сложных эрозионно-аккумулятивных циклах, отражающих разные климатические эпохи. Каждый денудационный цикл начинался активным седиментогенезом, погребением сложившегося почвенного профиля со всей совокупностью артефактов и завершался спокойной фазой, соответствующей климатическим условиям нового почвообразования. Основным показателем разграничения циклов литогенеза является гранулометрический состав; фракционный состав гумуса характеризует условия почвообразования, а фитоолитные комплексы – растительные сообщества. По данным микробиоморфного анализа выявлено, что фитоолитные комплексы современной и погребенных почв различаются в большей или меньшей степени и соответствуют различным фитоценозам. Проведенный анализ показал, что на разных этапах формирования педокомплекса, зафиксированных погребенными почвенными горизонтами, были развиты: заболоченный луг, травяной лес, влажный луг со степными элементами, современный луговой фитоценоз. Реконструированные фитоценозы соответствуют различным зонам (подзонам) современного растительного покрова Западной Сибири. Существование их на исследованной территории в отдельные периоды формирования почвенного профиля свидетельствует о менявшихся климатических условиях, вызывавших смещение границ зон (подзон), от более холодных (возможно южнотаежных) до более теплых (лесостепных). Результаты микробиоморфного анализа подтверждают данные исследования гумусовых веществ и в целом соответствуют результатам, полученным для юга Западной Сибири другими исследователями. Однако следует отметить, что реконструкции влажности климата не столь определены в связи с положением исследованного почвенного профиля в аккумулятивной позиции ландшафта, где влияние влажности климата во многом экранируется локальными особенностями водного режима.

ЛИТЕРАТУРА

- Александровский А.Л. 1996. Отражение природной среды в почве // Почвоведение. № 3. С. 277-287.
- Бляхарчук Т.А. 2000. История растительности юго-востока Западной Сибири в голоцене по данным ботанического и спорово-пыльцевого анализа торфяных отложений // Сибирский экологический журнал. № 5. С. 659-668.
- Волкова В.С. 1989. Растительность и климаты голоцена Западной Сибири // Палеоклиматы позднеледниковья и голоцена. М.: Наука. С. 90-96.
- Гаврилов Д.А., Гольева А.А. 2014. Микробиоморфное исследование почв со вторым гумусовым горизонтом южнотаежной подзоны Западной Сибири // Вестник Томского государственного университета. Биология. № 2. С. 5-22.
- Гаджиев И.М. 1982. Эволюция почв тайги Западной Сибири. Новосибирск: Наука. 278 с.
- Гольева А.А. 1995. Опыт применения фитоолитного анализа в почвоведении // Почвоведение. № 12. С. 1498-1503.
- Гольева А.А. 1997. Биоморфный анализ как составная часть генетико-морфологического исследования почвы // Почвоведение. № 9. С. 1045-1054.

- Гольева А.А. 2001. Фитолиты и их информационная роль в изучении природных и археологических объектов. М. 200 с.
- Дюкарев А.Г. 2005. Ландшафтно-динамические аспекты таёжного почвообразования в Западной Сибири. Томск: Изд-во НТЛ. 284 с.
- Дюкарев А.Г., Пологова Н.Н., Лапшина Е.Д., Березин А.Е., Лыготин В.А., Мульдияров Е.Я. 1997. Экология регионального природопользования. Препринт 2. Природно-ресурсное районирование Томской области. Томск: Изд-во «Спектр» ИОА СО РАН. 40 с.
- Зыкина В.С., Волков И.А., Дергачева М.И. 1981. Верхнечетвертичные отложения и ископаемые почвы Новосибирского Приобья. М.: Наука. 204 с.
- Караваева Н.А. 1978. Генезис и эволюция второго гумусового горизонта в почвах южной тайги Западной Сибири // Почвообразование и выветривание в гумидных ландшафтах. М.: Наука. С. 133-157.
- Память почв: почва как память биосферно-геосферно-антропоферных взаимодействий. 2008 / Таргульян В.О., Горячкин С.В. (под ред.) М.: Изд-во ЛКИ. 692 с.
- Теория и практика химического анализа почв. 2006 / Воробьева Л.А. (под ред.) М.: ГЕОС. 400 с.
- Gol'yeva A.A. 1997. Content and distribution of phytoliths in the main types of soils in Eastern Europe // First European Meeting on phytolith research (Madrid, September 23–26 September, 1996) / Pinilla A., Juan-Tresseras J., Machado M.J. (eds.). CSIC. Monografia 4. Madrid. P. 15-22.
- Kamanina I.Z. 1997. Phytoliths data analysis of soils of different landscape zones // First European Meeting on phytolith research (Madrid, September 23–26 September, 1996) / Pinilla A., Juan-Tresseras J., Machado M.J. (eds.). CSIC. Monografia 4. Madrid. P. 23-32.

THE RECONSTRUCTION OF VEGETATION AND CONDITIONS OF SOIL FORMATION USING SOILS PROPERTIES AND MICROBIOMORFOLOGICAL DATA

Klimova N.V., Dyukarev A.G., Pologova N.N.

The pedocomplex with modern and 4 buried soils was studied in the southern taiga zone using the soil properties and microbiomorfological analysis. The pedocomplex is located in the wide valley of the brook Kireeva, which separates sandy-loam terrace of river Ob and loamy interfluvial plain. The terrace is occupied by pine forests with herb cover. The plain is overgrown with birch forests with admixture of conifers (pine, and rare spruce) and tall-herb cover. The herb-grass meadow with dominating of meadow grasses (Elytrigia repens, Phleum pratense, etc.) develops in the valley.

Soil texture, soil properties and composition of humus were determined in the horizons of modern and buried soils. Microbiomorfological analysis was carried out for humus horizons. Radiocarbon dating (^{14}C) was made using humic acids and calibrated.

Investigated modern and buried soils were formed in different landscape-climatic conditions. Each cycle of denudation started with active sedimentation phase, then the burial of the existing soil profile and ended with the phase of quiet sedimentation with low speeds corresponding to the new climatic conditions of soil formation. The main indicator of differentiation between cycles of lithogenesis is soil texture. The composition of humus characterizes the conditions of soil formation, and phytolith complexes – plant communities.

The upper (modern) soil (45 cm) is formed in stratified loamy-sandy loam sediment. The age of the humus layer is 840 years. Smooth elongates and trichomes are dominated in phytolith complex with small amount of polylobates. Such a set corresponds to the modern meadow with dicotyledonous herbs and meadow grasses. The phytoliths of conifers in small quantities seem to be imported from the terrace. Also fan-shaped and bulliforms are found together with shells of diatoms and few spicules of sponges, that indicate increased hydration.

The soil texture of the first (I) buried soil (45-88 cm) changes on clay-loam. Humus-accumulation is well-developed (the humus content 8.0%). The composition of organic matter is humic (Cha/Cfa 1.8-2.2). The minimum age for burial of this soil amounts to 1170 years. The concentration of phytoliths is several times higher than modern. Bilobates and polylobates share increases, also spiny elongates and rondels appear. All signs are characteristic of more southern meadow with participation of steppe grasses. Found fan-shaped and bulliforms indicate wet conditions.

The deposits, and then the second (II) buried soil (88-142 cm, the minimum burial age 3150 years) were also formed in conditions of quiet sedimentation. The soil texture is clay-loam, with a humus content 1.5-2.88%. The composition of organic matter of the whole selected profile is fulvic-humic (C ha/Cfa 1.48-1.55). The phytolith complex is very similar to modern. A slight increase in the share of conifer phytoliths and the trichomes characteristic of forest grasses may indicate greater forest area. Microbiomorfs – indicators of increased moisture are absent. The features of phytoliths complex, fulvic-humic humus composition and signs of podzol process along with soddy process indicate dry and relatively cold conditions of soil formation.

The profile of the third buried soil (142-174 cm) was formed in deposits with different soil texture –sandy-loam bottom, that typical for sediments of high speed flows, and clay-loam above, reflecting conditions of quiet sedimentation. The humus content is high (2.24-2.34%), humus composition is fulvic-humic (Cha/Cfa 1.5-1.7). The soil is gleyed. Radiocarbon age of pedorelicts 5900 years. The microbiomorf content is very low (minimal). Smooth elongates and trichomes are dominated. Grass phytoliths (polylobates) are rare. Fan-shaped, bulliforms and few spicules of sponges

are found. The number of conifer phytoliths, considering the small total phytoliths number, is close to the modern and does not allow us to diagnose confidently wood conditions. All signs show that marshy meadow (possibly forest) was developed.

Soil texture of the fourth paleosoil (IV) at the depth 174 cm is clay; humus content – 3.3%), the soil is also gleyed. The humic acids are dominated in organic matter composition (Cha/Cfa 2.12-2.34). The phytolith complex is similar to the complex of the third buried soil and allows to recognize marshy meadow. The phytoliths of conifers and forest grasses could be brought from the terrace. The soil waterlogging seems to be associated with ground water at the higher than modern basis of erosion.

Thus, wetland meadow, forest with herb cover, wet meadow with steppe elements and modern herb-grass meadow were developed in the formation stages of pedocomplex, fixed in buried humic horizons. Each of the plant communities were formed in climate conditions, corresponding to different subzones of the modern vegetative cover of West Siberia – from southern taiga up to forest-steppe.

Keywords: phytoliths, paleoecological environmental conditions, complex soil, microbiomorfological analysis, soils texture, humus, buried soils

Поступила в редакцию: 15.01.2016
Переработанный вариант: 12.04.2016