

ПАЛЕОКРИОГЕНЕЗ И ПОЧВООБРАЗОВАНИЕ

УДК 551.345

**ИЗМЕНЕНИЕ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА
В ХОДЕ ФОРМИРОВАНИЯ ОТЛОЖЕНИЙ ЛЕДОВОГО КОМПЛЕКСА
НА КОЛЫМСКОЙ НИЗМЕННОСТИ (Часть 2)**

С.В. Губин, О.Г. Занина

*Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН,
142290, Московская обл., Пушкино, ул. Институтская, 2, Россия; gubin.stas@mail.ru*

В тундровой зоне Колымской низменности в стенках отложений ледового комплекса установлено присутствие профилей одной или двух погребенных эпигенных почв, относимых ко второй и третьей стадиям эпигенного почвообразования. Среди них доминируют торфяно-глеевые почвы и аквальные почвы сильнообводненных полигонов. Проведенное сравнение погребенных почв современной тундровой зоны и севера таежной зоны выявило наличие хорошо выраженной почвенной зональности во вторую стадию эпигенного почвообразования и ее отсутствие на рассматриваемой территории в третью стадию.

Северная Якутия, плейстоцен, многолетняя мерзлота, ледовый комплекс, эпигенные почвы, погребенные почвы

**VARIATION OF SOIL COVER DURING
THE ICE COMPLEX DEPOSIT FORMATION, KOLYMA LOWLAND (Part 2)**

S.V. Gubin, O.G. Zanina

*Institute of Physicochemical and Biological Problems in Soil Science, RAS,
142290, Moscow region, Pushchino, Institutskaya str., 2, Russia; gubin.stas@mail.ru*

The presence of profiles of one or two types of epigenetic soils of second and third epigenetic stage of the pedogenesis in the ice-complex outcrop of the tundra zone of Kolyma lowland area has been established. The peaty-gley soils and aquatic soils of the flooded polygons are predominant. The comparison of buried soils from the contemporary tundra and the North taiga zones has been made and the existence of the well-determined soil zonality during the second stage of epigenetic pedogenesis and the absence of this zonality in the third stage of epigenetic pedogenesis has been revealed.

North Yakutia, Pleistocene, permafrost, Ice Complex, buried soils

С позиций палеопочвенных исследований наиболее информативными на Северо-Востоке России являются обнажения на морском побережье и в среднем течении р. Алазея.

**ПОГРЕБЕННЫЕ ПОЧВЫ
В ОТЛОЖЕНИЯХ ЛЕДОВОГО КОМПЛЕКСА
В ПРЕДЕЛАХ СОВРЕМЕННОЙ ТУНДРЫ**

Обнажение Мыс Малый Чукоцкий находится в устье р. Бол. Чукочьа и состоит из двух участков: обнажения Речное, расположенного в устье р. Бол. Чукочьа, и обнажения Морское на берегу Колым-

ской губы. Толщи обнажений сложены отложениями ледового комплекса (ЛК).

Палеопедологический анализ обнажения Речное (высотой 30 м) показал наличие в нем профилей трех погребенных почв (ПП). Нижняя часть обнажения выполнена льдистым желто-зеленым суглинком с включением мелких кусков замьтого торфа, относимого к озерным отложениям [Томирдиаро, 1987]. В стенке обнажения на разных высотах прослеживается три разновозрастных профиля погребенных почв. Особенностью палеопедологического строения обнажения

Статья “Изменение почвенного покрова в ходе формирования отложений ледового комплекса на Колымской низменности (Часть 1)” опубликована в журнале “Криосфера Земли”, 2013, т. XVII, № 4, с. 48–56.

Характеристика погребенных почв позднелеистоценовых обнажений Колымской низменности

Обнажение	Глубина залегания профиля, м от уреза воды	Тип организации профиля	Почвообразующая порода	Льдистость, залегание в блоках	Особенности строения профиля
Мыс Мал. Чукочий, Речное	22	At-BCg-Cg	Криопедолит	Льдистый, ровное	–
	18	At-BCg-CG	»	Сильнольдистый, ваннообразное	–
	10	At-BCg, AG	»	Льдистый, ровное	Погребенные кочки Фрагменты веток, куски торфа
	6	Озерный суглинок	Суглинок	Сильнольдистый, ровное	
Мыс Мал. Чукочий, Морское	26	AG	Криопедолит	Льдистый, ваннообразное	–
	18	At-Bg-BCg	»	Льдистый, ровное	–
	5	AG	Суглинок	Сильнольдистый, ваннообразное	–
Щелкановская-3	15	At-ABg-BC-CG, AG	Криопедолит	Сильнольдистый, ровное	Погребенные кочки, гиттия
	5	At-ABg-BG, AG	»	Сильнольдистый, ваннообразное	Погребенные кочки
Р. Гальгаваам, оз. Сердце	12	At-BC-BCg	»	Льдистый, ровное	–
	6	At-BCg-BG, AG	»	Сильнольдистый, ваннообразное	Погребенные кочки
Р. Бол. Чукочь, Св. Нос	16	AG	»	То же	Торф, гиттия
	12	AG	»	»	То же
Р. Бол. Чукочь, Коробочка	18	T, AG	»	Льдистый, ваннообразное	»
	8	At-BG, AG	Песчаный аллювий	Льдистый, ровное	–
Оз. Бол. Олер	23	At-BCg	Криопедолит	То же	–
	18	At-BCg, AG	»	»	Погребенные кочки
Р. Алазая (Росоха)	27	At+BCg+BG	»	»	То же
	21	At+BCg+BG	»	»	–
Р. Хомус-Юрях	28	AG	»	Льдистый, ваннообразное	Гиттия
	24	AG	Аллювий	Льдистый, ровное	»

является невыдержанность ПП по простиранию стенок и в глубь его толщи. Основные характеристики ПП обнажения Речное представлены в таблице.

В стенках обнажения *Мыс Малый Чукочий, Морское* на высоте 5 м от уровня воды в море находится кровля 3-метрового сильнольдистого суглинка, подстилаемая низым опесчаненным льдистым алевритом. В минеральных блоках суглинок имеет ваннообразное залегание и перекрыт прослоем, содержащим бурый оторфованный материал с включениями единичных мелких веток. Прослой имеет язычковатую нижнюю границу и сходен со слоями органогенного материала, накапливающегося в сильнообводненных полигонах в современной тундре. Рассматриваемое образование может быть отнесено к погребенным почвам, имеющим аквальное происхождение (AG). Радиоуглеродное датирование, выполненное Ю.В. Кузнецовым [1979] по корешкам трав, отмытым из материала слоя на высоте 5 м от уреза воды в реке, дало возраст 39 000 лет (МАГ 390). Можно полагать, что рассматриваемая аквальная ПП и под-

стилающий ее слой озерного суглинка формировались во время первой стадии эпигенного почвообразования.

На высоте 18 м от уреза воды в реке вскрыт профиль ПП, организованный по типу At-Bg-BCg, отнесенный к торфянисто-болотным. Очень высокая льдистость профилей, наличие в них прослоев с поясковыми криотекстурами сопутствуют ваннообразному залеганию почвы в минеральном блоке. Яркие признаки гидроморфного почвообразования позволяют полагать, что формирование почвы шло в условиях сильнообводненных минеральных полигонов. Материал корешков трав, отмытых из блока на высоте 18 м от уровня воды в море, дал возраст $33\ 200 \pm 200$ лет (МАГ 392) [Кузнецов, 1979], что позволяет отнести рассматриваемую почву к третьей ПП. В залегающих выше толщах пылеватого серого криопедолита на высоте 26 м от уровня воды в море в обнажении присутствует аквальный вариант погребенной почвы, организованной по типу AG. Подобные ПП встречаются лишь в составе отдельных минеральных блоков.

ПОГРЕБЕННЫЕ ПОЧВЫ В ОТЛОЖЕНИЯХ ЛЕДОВОГО КОМПЛЕКСА ДРУГИХ РАЙОНОВ НИЗМЕННОСТЕЙ

Наряду с опорными разрезами палеопедологический анализ толщ ЛК был проведен в большом количестве обнажений в междуречье рек Колымы и Индигирки (см. рисунок). Некоторые результаты этих исследований приведены в таблице.

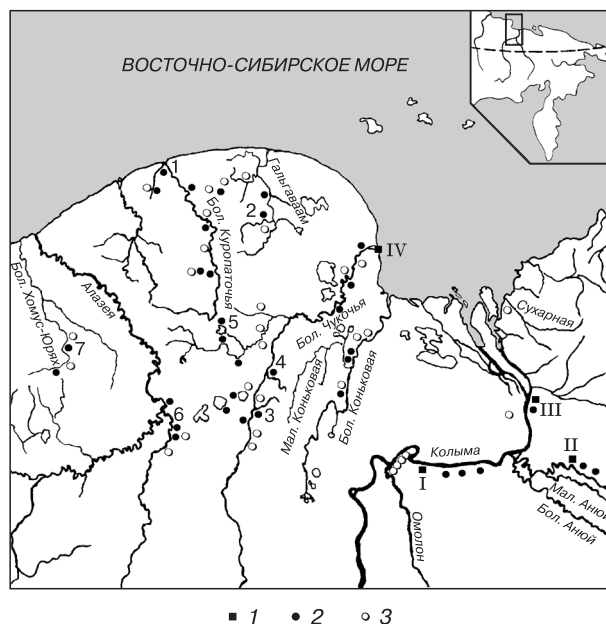
Погребенные почвы не были обнаружены в стенках обнажения в устье р. Омолон, находящегося в 17 км к югу от обнажения Дуванный Яр. Здесь за время исследований стенка обнажения, сложенная серыми криопедолитами и имеющая протяженность более 300 м и высоту около 30 м, отошла в глубь берега на 80 м.

Регулярные многолетние наблюдения выявили отсутствие эпигенных почв в толщах ЛК обнажения Плахинский Яр на Керетовской едоме (высота до 20 м, протяженность около 300 м).

В 10 км вниз по течению Колымы от обнажения Дуванный Яр в ряде позднеплейстоценовых останцов в районе виски Лакеевской в толщах серого криопедолита на высоте около 15 м от уровня воды в реке была вскрыта серия блоков с высокольдистым слоем темного пылеватого суглинка мощностью 2,0–2,5 м, включающего поясковые, толстослоистые и крупносетчатые криотекстуры. Слой в минеральных блоках залегает ваннообразно, материал его содержит смесь грубого органического вещества, преимущественно остатки осок, пушицы и муллеподобную органическую массу, состоящую из сильноразложившегося детрита. По микроморфологическим показателям она сходна с современной гиттией, накапливающейся на дне обводненных полигонов в тундровой зоне, и отнесена к аквальным ПП (AG). Слой непрерывно прослеживается в десятке минеральных блоков и, резко прерываясь, замещается серым пылеватым криопедолитом.

Высокольдистые слои подобного строения (AG) мощностью 2,0–2,5 м встречены во многих обнажениях ЛК в современной тундровой зоне. В их стенках присутствуют до двух слоев, расположенных на разных глубинах. В минеральных блоках они имеют ваннообразное залегание, в них встречены прослои, различающиеся содержанием льда, криотекстурами. Как правило, все они содержат в виде линз грубый оторфованный материал, реже отдельные мелкие осоковые кочки, пучки корней осок *in situ*, примесь гиттии. Оформленных почвенных профилей, дифференцированных на генетические горизонты, подобные формирования не образуют.

Слои AG могут различаться содержанием минеральной составляющей, гранулометрическим составом. В верховьях р. Хомус-Юрях подобные



Расположение позднеплейстоценовых разрезов на Колымской низменности.

1 – опорные разрезы; 2 – разрезы, содержащие профили погребенных эпигенных почв; 3 – разрезы без признаков эпигенного почвообразования; I – Дуванный Яр; II – Станчикковский Яр; III – Зеленый Мыс; IV – Мыс Мал. Чукочий; 1 – Щелкановская-3; 2 – Гальгаваам, Сердце; 3 – Бол. Чукочья, Святой Нос; 4 – Бол. Чукочья, Коробочка; 5 – Бол. Олер, Север; 6 – Алазея (Росоха); 7 – Хомус-Юрях-3.

слои вложены в пачку аллювиальных отложений. Здесь в материале блоков с организацией AG доминирует пыль, присутствует гиттия. Определение возраста органического материала из слоя AG в двух расположенных на расстоянии 300 м друг от друга блоках дало даты $32\ 020 \pm 750$ (ИГАН 3396) и $36\ 610 \pm 2120$ лет (ИГАН 3398).

Карпологиический анализ материала из слоев AG, отобранных из обнажений в среднем течении рек Бол. Чукочья, Гальгаваам, Бол. Курпаточья на побережье Восточно-Сибирского моря, показал доминирование в них остатков осок, пушицы, хвоща, присутствие обломков мелких веточек кустарников (преимущественно карликовых форм ив), фрагментов мхов (сфагнум, политриховые), что указывает на тундрово-болотный характер поверхности. На протяжении 150 м в блоках стенки одного из обнажений на северном берегу оз. Бол. Олер было прослежено замещение прослоя с организацией материала AG профилем торфяно-глеевой почвы (At–Bg–Cg), при этом мощности слоя AG и погребенной почвы, включая подстилающий ее высокольдистый прослой криопедолита (переходный слой), оказались сопоставимы (180 см). Подобная картина часто отмечалась в северной

части катены, в районах, прилегающих к морскому побережью, где в стенках разрезов ЛК доминируют льдистые слои АГ, а оглеенные, слабо дифференцированные на генетические горизонты торфяно-болотные почвы присутствуют лишь в единичных минеральных блоках.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Проведенный палеопедологический анализ отложений ЛК на обширной территории Колымской низменности подтвердил наличие в этих отложениях погребенных разновозрастных почв, сформировавшихся в МИС 3. Погребенные эпигенные почвы формировались как на отложениях криопедолитов, так и на материалах иного генезиса, слагающих толщу ЛК (аллювиальных, озерно-аласных, склоновых). В целом ряде обнажений ПП не были обнаружены. Материал ЛК в них, как правило, сложен исключительно криопедолитами и характеризуется большим сходством их гранулометрического состава, окраски, содержания остатков тонких корней травянистых растений, аналогичными содержанием и характеристиками детрита, льдистостью, криотекстурами. По ряду важнейших диагностических свойств, таких как морфологическое строение профиля и отдельных генетических горизонтов, наличие органических остатков, содержание и распределение $C_{орг}$, значений рН и других химических показателей, подобные толщи криопедолитов очень сходны с криопедолитами, сформировавшимися в МИС 2.

Обобщение полученных материалов позволяет выделить одну из важнейших особенностей протекавшего на низменностях позднеледниковой эпохи эпигенного почвообразования. Практически во всех изученных почвах, за исключением сформированных в первую стадию эпигенного почвообразования, в составе материала их органических горизонтов содержатся значительные объемы минеральных примесей, чаще всего фракции пыли. Этот факт позволяет говорить о не прекращавшемся, даже в периоды эпигенного почвообразования, слабом поступлении минерального материала в центральные части мерзлотных полигонов. Можно допустить, что часть его имеет местный характер и была перемещена в полигоны с участков, расположенных над головами ледяных жил, часть привнесена извне.

Наиболее хорошо развитые профили ПП встречены в южных районах низменностей, в нынешней северной тайге. Погребенные почвы здесь характеризуются более высоким генетическим и морфологическим разнообразием, различным классификационным положением, особенно сформированные в первую стадию эпигенного почвообразования. Чаще всего это перегнойные почвы таежного облика, аллохтонные и автохтонные тор-

фяники. Наличие в качестве подстилающих пород озерно-аласных отложений или аллювия с развитыми на них аллохтонными и автохтонными торфяниками, аллювиальными почвами, а на криопедолитах – таежных почв указывает на разнообразие ландшафтных обстановок в этот период почвообразования на территории. По ряду важнейших химических характеристик (содержание $C_{орг}$, рН, состав и сумма поглощенных оснований, подвижных форм калия и фосфора), строению профилей ПП позволяют считать, что эпигенное почвообразование первой стадии по характеру процессов и их длительности может быть сопоставимо с современным, позднеголоценовым, протекающим на севере таежной зоны.

В районах современных тундр ПП, соответствующих первой стадии эпигенного почвообразования, не было встречено. Здесь им, по-видимому, соответствуют толщи озерных отложений с признаками накопления или захоронения торфянистого материала. Это хорошо согласуется с представлениями Т.Н. Каплиной [2011а,б] о формировании озерно-аласных отложений этого возраста в других районах низменностей.

Погребенные почвы второй и третьей стадий эпигенного почвообразования на севере нынешней таежной зоны характеризуют переход к более гидроморфному и холодному, тундровому почвообразованию. При этом почвообразование второй стадии шло в условиях несколько лучшей теплообеспеченности, чем третьей. В южной части трансекта это отражено в более широком генетическом разнообразии формирующихся на этом этапе почв (третья ПП). Наблюдается резкая смена организации их профилей в стенках обнажений: появляются почвы с хорошо разложившимся материалом органических горизонтов, в материале верхних горизонтов чаще встречаются остатки кустарников. С переходом в зону тундры большинство ПП второй стадии начинает принимать сходный морфологический облик. Среди них доминируют торфянисто-глеевые почвы или аквальные почвы (АГ) сильнообводненных полигонов. Характер протекавшего здесь почвообразования сходен с современным, идущим на равнинных слабо дренированных, заболоченных участках тундры. Вместе с тем отмечено увеличение случаев резкой смены в пространстве ПП слоями криопедолита. По своим свойствам практически не отличаются от толщ криопедолитов, вмещающих ПП.

Все это позволяет говорить о наличии в этот период на территории низменности признаков почвенной зональности, выраженной в резком усилении гидроморфизма в отдельных полигонах в северных ее частях одновременно со снижением здесь площадей, занятых эпигенными почвами. Это указывает на постепенное уменьшение теплообеспеченности летних периодов.

Почвы и почвенный покров третьей стадии эпигенного почвообразования на всей территории низменности характеризовались значительным сходством. В подавляющем большинстве случаев ПП представлены торфянисто-глеевыми почвами или почвами обводненных полигонов. В материале верхних горизонтов торфянисто-глеевых почв доминируют остатки осок, пушицы, мхов. Остатки кустарников практически отсутствуют. Это позволяет предположить существование в этот период на территории всей низменности сходных природных условий, определявших развитие гидроморфного тундрового почвообразования. Одновременно с этим в почвенном покрове южной части трансекта увеличиваются пространства, где в мерзлотных полигонах шло синлитогенное почвообразование и формировались криопедолиты.

Эпигенное почвообразование в четвертый, заключительный этап протекало в условиях хорошей летней теплообеспеченности и резкого снижения увлажнения. Для строения первой ПП характерны слабые признаки оглеения центральных и нижних горизонтов или полное их отсутствие. Во многих профилях материал органогенных горизонтов представлен смесью слаборазложившихся и частично измельченных остатков злаков, в меньшей степени – осок и мхов. Подобное строение горизонтов сближает их с сухоторфянистыми горизонтами современных почв. Спецификой строения подобных почв и их отличительной особенностью от современных сухоторфянистых является присутствие в материале органогенных горизонтов значительных объемов минерального материала – пыли. От материала криопедолитов их отличают степень измельченности и характер трансформации накапливавшегося грубого растительного вещества. Усиливающаяся аридизация определила слабую дифференциацию минеральных частей профилей на генетические горизонты, простоту их организации, что позволяет эти почвы рассматривать как переходные к криопедолитам.

В то же время достаточно высокие летние температуры самых верхних частей профилей позволяли в условиях, где существовало дополнительное поверхностное увлажнение, активизироваться процессам микробного разложения растительного опада. Это сопровождалось формированием маломощных перегнойных горизонтов и появлением в профилях слабых признаков оглеения. Подобные перегнойно-глеевые ПП встречены лишь в южных частях низменностей.

В общих чертах почвы и почвенный покров на заключительной стадии эпигенного почвообразования обладали слабой оформленностью и на значительных площадях замещались криопедолитом. В северной части низменности в этот период, видимо, уже полностью господствовало синлитогенное почвообразование.

ВЫВОДЫ

Представления о почвенном и растительном покрове, микрорельефе периода накопления и формирования ЛК могут быть получены лишь для участков, находившихся в пределах позднеледниковых мерзлотных полигонов. Информация о ПП участков, расположенных над головами формировавшихся ледяных жил, ныне недоступна. Это необходимо учитывать при проведении соответствующих палеорекоконструкций.

На территории приморских низменностей в МИС 3 существовало четыре стадии эпигенного почвообразования, прерывавшихся активным накоплением криопедолитов.

В период первой самой длительной (50–39 тыс. лет назад) и самой теплообеспеченной стадии эпигенного почвообразования, при отсутствии поступления на дневную поверхность минерального осадка, формировались ПП с хорошо развитыми профилями и сложноорганизованный почвенный покров. Длительность и характер протекавшего почвообразования, почвенная зональность этого периода на низменностях в значительной степени может быть сопоставима с современной, позднеголоценовой.

Для последующих стадий эпигенного почвообразования характерной особенностью строения почвенного покрова является одновременное участие в нем как почв с хорошо оформленными профилями, так и участков, занятых синлитогенными почвами (криопедолитами). В каждой последующей стадии доля площадей, занятых криопедолитами, увеличивается.

Почвенный покров второй стадии эпигенного почвообразования (около 37 тыс. лет назад, третья погребенная почва) отражает постепенное снижение теплообеспеченности летнего периода в условиях продолжавшегося слабого поступления на дневную поверхность минерального материала. На низменности сохраняются признаки почвенной зональности, но возрастает встречаемость полигонов, занятых гидроморфными и аквальными почвами, и участков, занятых синлитогенными почвами. В южной части низменности чаще встречаются ПП переходного облика от таежных к гидроморфным торфянистым почвам заболоченных равнин и увлажненных долинных ландшафтов. В северных ее частях доминируют торфянисто-глеевые почвы и болотные их варианты. Наличие почв, формирующихся в условиях озерно-аласных котловин, в эту стадию почвообразования не установлено. Мощности органогенных горизонтов и проработанность профилей процессами почвообразования позволяют оценить длительность второй фазы эпигенного почвообразования в 1,5–2 тыс. лет.

В ходе третьей стадии эпигенного почвообразования (около 33 тыс. лет назад) на всей террито-

рии низменности идет формирование сходного почвенного покрова, в составе которого преобладали торфянисто-глеевые почвы и аквальные почвы обводненных полигонов. Значительно увеличивается распространение полигонов с синлитогенными почвами. Существенных различий в организации почвенного покрова северных и южных частей низменности не было установлено, что позволяет рассматривать ее территорию в качестве единой почвенно-природной зоны, на которой доминировали заболоченные ландшафты тундрового облика с обширными участками, занятыми синлитогенными почвами. Длительность этой фазы почвообразования не превышала тысячи лет.

Почвенный покров заключительной стадии эпигенного почвообразования, формировавшийся около 28 тыс. лет назад, является переходным к покрову МИС 2, во время которой господствовало синлитогенное почвообразование на всей территории низменности. В южной части в его составе присутствовали участки, занятые слабо развитыми почвами сухоторфянистого облика в комплексе с

перегнойно-торфянистыми. Они прерывались массивами с абсолютным доминированием синлитогенного почвообразования. На севере низменности в почвенном покрове преобладали однородные синлитогенные почвенные формирования (криопедолиты) с редкими, единичными небольшими контурами слабо развитых торфянисто-глеевых почв.

Литература

- Каплина Т.Н.** Древние аласные комплексы Северной Якутии (Сообщение 1) // Криосфера Земли, 2011а, т. XV, № 2, с. 3–13.
- Каплина Т.Н.** Древние аласные комплексы Северной Якутии (Сообщение 2) // Криосфера Земли, 2011б, т. XV, № 3, с. 20–30.
- Кузнецов Ю.В.** О вещественном составе верхнеплейстоценовых и голоценовых отложений в обнажении Чукочьем // Проблемы криолитологии. М., Изд-во Моск. ун-та, 1979, вып. VIII, с. 136–144.
- Томирдиаро С.В.** Криогенно-эоловые отложения Восточной Арктики и Субарктики / С.В. Томирдиаро, Б.Н. Черненький. М., Наука, 1987, 200 с.

*Поступила в редакцию
1 декабря 2012 г.*