

Формирование почв на молодых моренах в бассейне Актру (Центральный Алтай, Северо-Чуйский хребет)

В. В. ДАВЫДОВ, Е. Е. ТИМОШОК

Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН
634055, Томск, просп. Академический, 10/3
E-mail: timoshokee@mail.ru

АННОТАЦИЯ

На примере датированных отложений ледника Малый Актру рассмотрено формирование почв в высокогорьях Северо-Чуйского хребта. Показано, что в суровых условиях приледниковых морен с развитием растительного покрова происходит изменение пород и стадийное формирование молодых почв. Определено, что пионерные стадии почвообразования продолжаются 300–500 лет и заканчиваются формированием подбуров и криоземов.

Ключевые слова: морены, мерзлота, сукцессии, лесные подстилки, состав гумуса.

До настоящего времени один из важных вопросов почвоведения – выявление процессов первичного почвообразования под влиянием пионерной растительности на плотных и рыхлых породах, отложенных отступающими ледниками, т. е. на постгляциальных коврах выветривания.

Анализ мировой литературы показал, что работы, посвященные исследованиям формирования молодых почв на территориях, освободившихся от ледникового покрова, единичны. Такие исследования проводились на Аляске [1–3], в Швейцарских Альпах [4], в Британской Колумбии [5], в Приэльбрусье (Центральный Кавказ) [6]. В 1992 г. вышла обзорная работа J. A. Matthews [7], в которой обобщены материалы предыдущих исследований развития пионерной растительности и почв на моренных отложениях многих ледников мира.

На Аляске на территориях, освободившихся от ледников Bay, Herbert и Mendenhall [1–3], выявлены следующие стадии разви-

тия растительности: пионерная (до 20 лет) с поселением азотфиксирующих цианобактерий, лишайников, печеночников, единичных экземпляров *Dryas drymondii*, ив (*Salix* sp.) и др.; стадия дриады (между 20 и 30 годами); стадия ольхи (между 50 и 100 годами); стадия ели (после 100 лет). В ходе исследований [1–3] обнаружены изменения почв под влиянием растительности с увеличением возраста моренных отложений. Первоначально слабощелочная реакция субстрата (рН 8,0–8,4) при превращении его в почву становится кислой (рН 5). На участках с растительным покровом рН снижается довольно быстро первые 50 лет, в то время как рН не покрытого растениями субстрата почти не изменяется. В дальнейшем в стадии преобладания ели снижение рН прекращается. Авторами также установлено, что в течение первых 100 лет происходит быстрое накопление в почве органического вещества, особенно интенсивное в стадию ольхи (между 50 и 100 годами) и перехода стадии ольхи в стадию ели. В стадии ели повышение содержания органического вещества в почве пре-

Давыдов Виктор Владимирович
Тимошок Елена Евгеньевна

кращается, что, по мнению этих авторов, можно считать признаком достижения почвами климаксного состояния. Одновременно с накоплением органических веществ идет резкое нарастание содержания азота в почве (250 г/м^2), наиболее интенсивное в стадии ольхи, что авторы объясняют жизнедеятельностью симбиотических клубеньковых бактерий у ольхи и дриады. В стадии ели количество азота в почве снижается до 200 г/м^2 , что связывается с отсутствием ольхи.

В работе [4] определена стадийность формирования почв и растительности на разновозрастных участках морен Большого Алечского ледника (Швейцарские Альпы, 1875–1960 м над ур. м.). Выделено 5 стадий развития: 1 – с моховым покрытием; 2 – с поселением травянистых растений; 3 – стадия карликовых ив, с хорошо развитыми елью, лиственницей и кедром; 4 – начало формирования вересковых пустошей, где начинают господствовать деревья (береза, лиственница, ель); 5 стадия – образования лиственничного леса и кустарничковой пустоши. Выявлено что развитие почвы шло значительно медленнее, чем растительности. Вблизи ледника почва отсутствует. Моренные отложения представлены смесью рыхлых обломочных пород разного размера. Между камнями преобладает крупный песок, более мелкие частицы (супесь, глина) почти отсутствуют. На этой стадии развития морены растительность почти не развита, реакция субстрата нейтральная или слабощелочная. Растения здесь мелкие (среднее покрытие около 1–2 %), имеются и совсем не заросшие участки. Песчаные пониженные участки морен заселяются лучше, чем щебнистые. Рыхлые горные породы почти не закреплены растительностью. На моренах 80-летнего возраста формируется подзолистая почва. W. Ludi [4] отмечал быстрое накопление органического вещества и азота в первые 100 лет, тогда как в стадии лиственничного леса происходит замедление накопления органического вещества и азота в почве, а на ее поверхности происходит накопление подстилки из хвои лиственницы и мхов.

А. Н. Геннадиев [6] сообщает, что в Эльбрусском регионе Центрального Кавказа емкость обмена катионов на моренных отложениях за 300 лет изменяется от 9–10 до 24 мг-экв./100 г в верхнем горизонте почвы.

J. A. Matthews [7] для Южной Норвегии объясняет низкую скорость образования глины в почвах на моренных отложениях процессами их медленного выветривания и отмечает быстрое накопление азота и гумуса в ольховую стадию.

В связи с тем, что данные по процессам формирования пионерных почв в постгляциальных условиях для территории Центрального Алтая и Алтае-Саянской горной области в целом отсутствуют, цель наших исследований – изучение процессов формирования почв на молодых и старых моренах ледников в высокогорьях Северо-Чуйского хребта.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования формирования почв проводились в 2002–2004 гг. на северном макросклоне Северо-Чуйского хребта (Центральный Алтай), в горно-ледниковом бассейне Актру, в верхней части горно-лесного пояса ($50^{\circ}04' \text{ с. ш.}$, $87^{\circ}45' \text{ в. д.}$ с высотными отметками 2150–2300 м над ур. м.).

В качестве модельных объектов выбраны молодые морены ледника Малый Актру (2150–2300 м над ур. м.), освобождающиеся ото льда с середины XIX в. до наших дней, и старые морены ледников Актру. Ледник Малый Актру – основной гляциологический репер Алтая, наиболее обеспеченный детальными гляциологическими данными и точными датировками моренных отложений. В процессе наблюдений за отступлением ледника его границы впервые отмечены в 1911 г. профессором Томского университета В. В. Сапожниковым, в 1936 г. – профессором М. В. Троновым. Начиная с 1957 г. расстояние отступления ледника измерялось сотрудниками Проблемной научно-исследовательской лаборатории гляциоклиматологии Томского университета ежегодно [8, 9]. В ходе этих работ установлено, что за последние 150 лет ледник Малый Актру отступил от фронтальной морены середины XIX в. более чем на 700 м. В связи с точными датировками границ отступления ледника его моренный комплекс является уникальным полигоном для исследований формирования первичных почв под пионерной растительностью во временном отрезке от 4 до 100–150 лет. Для детального изучения осо-

бенностей формирования почв и скорости формирования почвенных горизонтов заложены пробные площади (ПП) на участках, освободившихся ото льда от 4–9 до 100–150 лет назад. Все пробные площади заложены на выровненных участках. ПП 1 заложена в 60 м от языка ледника на участке, освободившемся от льда 4–9 лет назад (1993–1998 гг.). ПП 2 – в 120 м от ледника на участке, освободившемся от льда 14–19 лет назад (1983–1988 гг.). Дальнейшие стадии формирования первичных почв исследованы на молодых моренах, освободившихся ото льда 60–65 л. н. (1936–1941 гг.) – ПП 3 в 330 м от языка ледника, и 100–150 л. н. (1900–1850 гг.) – ПП 4 в 470 м от ледника. Для сравнения взяты типичные для исследуемой территории почвы, сформировавшиеся под 300–500-летними климаксовыми кедровниками на морене исторической стадии ледника Большой Актру (ПП 5, 6).

На ледниковых отложениях разного возраста (ПП 1–4) в 2002 г. проведены совместные почвенно-ботанические исследования и отобраны образцы пород и примитивных почв на общепринятые в почвоведении анализы. На этих пробных площадях исследованы особенности формирования первичного растительного покрова в ходе трех стадий первичной сукцессии растительности: пионерной (2002–1968 гг.), разнотравно-ивово-зеленомошной (1968–1911 гг.) и разнотравно-мохово-ивово-березковой (ерниковой) (1911–1850 гг.), скорость накопления органического вещества и радиального перераспределения продуктов физического и биологического выветривания моренных отложений и особенности формирования почвенных горизонтов.

На пионерной – разнотравной стадии сукцессии преобладают многолетние травы *Draba cana*, *Braya aenea*, *Neotorularia humilis*, *Poa glauca*, *Trisetum mongolicum*, поселившиеся на мелкоземе. Все они невысокие травянистые многолетники, имеют хорошую жизненность, обильно цветут и плодоносят. Некоторые виды (*Poa glauca*, *Trisetum mongolicum*, но особенно *Crepis Karelinii*) образуют небольшие пятна и скопления особей, где проективное покрытие достигает 3–5 %. На большей части территории этого фрагмента большинство трав (*Saxifraga oppositifolia*, *Chamaenerion latifolium*, *Draba cana*, *Braya aenea*, *Neotorularia humilis* и др.) встречается единичными особями. Первые

древесные растения представлены несколькими видами ив (*Salix saposhnikovii*, *S. hastata*, *S. rhamnifolia*), которые встречаются единичными еще не цветущими экземплярами. На ПП 1 (фрагмент моренного комплекса, освободившегося ото льда в 1998–1993 гг.) суммарное проективное покрытие растений не превышает 1 %. На ПП 2 (фрагмент моренного комплекса, освободившегося ото льда в 1983–1988 гг.) проективное покрытие 2–3 %, т. е. на поверхностях, освободившихся ото льда 4–9 и 9–14 лет, цветковые растения еще не образуют крупных скоплений.

На второй разнотравно-ивово-зеленомошной стадии первичной сукцессии растительности в формировании растительного сообщества участвуют уже более 130 видов цветковых растений и 30 видов мхов [10]. Первый ярус первичного сообщества формируют невысокие молодые лиственницы *Larix sibirica* или кедры *Pinus sibirica*. Хорошо развит кустарниковый ярус из нескольких видов ив: *Salix saposhnikovii*, *S. hastata*, *S. glauca*, *S. vestita*, *S. coesia*, *S. sajanensis*. В травяном ярусе наиболее часто встречаются *Castilleja pallida*, *Erigeron altaicum*, *Campanula rotundifolia*, *Bistorta vivipara*. В моховом ярусе, формирующемся, главным образом, под защитой кустарников и молодых деревьев, наибольшую роль играют *Bryum caespiticium*, *Ditrichum flexicaule*. Общее проективное покрытие первичной растительности достигает 50 %. ПП 3 заложена на 61–66-летних моренах, под невысокими лиственницами с хорошо развитым кустарниковым покрытием из ив (*Salix saposhnikovii*, *S. hastata*, *S. glauca*) и формирующимся моховым ярусом.

На третьей разнотравно-мохово-ивово-березковой (ерниковой) стадии сукцессии в формировании первичной растительности участвуют 132 вида высших сосудистых растений и 20 видов мхов. В растительном сообществе выражен разреженный древесный ярус из молодых лиственниц и кедров. Здесь господствует *Betula rotundifolia*, заросли которой занимают до 80 % площади на выровненных мелкокаменистых и щебнистых участках. В хорошо развитом кустарниковом ярусе ей сопутствуют многочисленные ивы (*Salix saposhnikovii*, *S. reticulata*, *S. glauca* и др.). В травяном ярусе господствуют крупные особи травянистых многолетников из семейств

бобовых (*Oxytropis ambigua*, *Astragalus frigidus*, *Hedysarum neglectum*) и злаковых (виды рода *Poa*, *Festuca lenense*). Под кустарниковым ярусом на этом этапе сукцессии сформировался сомкнутый моховой покров, в котором преобладают *Bryum caespiticium*, *Distichium capillaceum*, *Ditrichum flexicaule*, *Stereodon revolutus*. ПП 4 заложена на 100–150-летних моренах, под лиственницей и кедром, на участке с густым кустарниковым ярусом из *Betula rotundifolia* и *Salix saposhnikovii* и хорошо развитым моховым ярусом.

На морене исторической стадии ледника Большой Актру почвы исследованы под 500-летними кедровыми лесами, где древесный ярус сформирован 300–500-летними кедром и хорошо развиты кустарниковый, травяно-кустарничковый и моховой ярусы.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Как показали наши исследования [11, 12], зональными почвами верхней части горно-

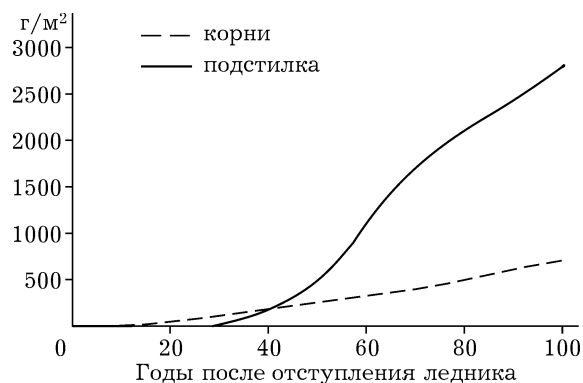
лесного пояса Северо-Чуйского хребта (с высотными отметками 2150–2300 м над ур. м., горно-ледниковый бассейн Актру) являются криоземы (ранее отмечаемые в литературе как горно-таежные мерзлотные) и подбур [13–15].

Моренные отложения ледника Малый Актру представлены продуктами физического выветривания и переотложения ледником коренных пород, главным образом серицитохлоритовых сланцев, филлитов, кварцитов, редко кальцитов [16]. Ледниковые отложения содержат в основном грубообломочный материал – валуны, щебень, хрящ размером больше 10 мм и небольшое количество мелкозема. В составе мелкозема отмечается преобладание песчаных фракций и незначительное содержание глинистых частиц. Содержание илестых частиц с возрастом отложений увеличивается незначительно (табл. 1). На первых этапах в постледниковых отложениях активизируются процессы физического выветривания и дезинтеграции крупнообло-

Т а б л и ц а 1

Гранулометрический состав мелкозема

Горизонт	Глубина образца, см	Содержание частиц диаметром (мм), %						Сумма фракций <0,01
		1–0,25	0,25–0,05	0,05–0,01	0,01–0,005	0,005–0,001	<0,001	
Р2-02. Молодые моренные отложения (ПП1)								
	0–10	50,9	12,6	16,0	8,1	7,4	5,0	20,5
Р3-02. Литозем слаборазвитый (ПП 2)								
	0–10	39,5	28,6	14,1	4,5	7,3	6,0	17,8
Р4-02. Литозем серогумусовый (ПП 3)								
АУ	3–10	24,6	33,6	19,5	6,7	8,6	7,0	22,3
Р5-02. Подбур слаборазвитый (ПП 4)								
АУ	8–21	56,3	21,0	8,1	0,9	3,9	9,8	14,6
ВChf	21–40	56,6	10,8	7,4	6,0	8,8	10,4	25,2
Р1-04. Криозем грубогумусовый глееватый (ПП 5)								
АН	8–17	10,8	20,0	34,7	8,0	12,7	13,8	34,5
CRg	18–28	12,2	22,5	32,2	14,6	10,4	8,1	33,1
Cg	35–40	31,0	39,9	15,5	3,4	4,9	5,3	13,6
Р2-04. Дерново-подбур (ПП6)								
АУ	4–12	5,8	26,0	30,5	9,3	14,4	14,0	37,7
ВНf	15–25	8,3	18,7	27,2	9,9	17,4	18,5	45,8
ВНf	35–40	13,7	20,6	23,9	8,8	15,0	18,0	41,8



Изменение массы корней (в слое 0–10 см) и подстилки в почвах моренного комплекса ледника Малый Актру

мочного материала, происходит активный вынос мелкозема с тальными водами. Следует отметить, что накопленный в толще ледниковых отложений мелкозем, как правило, вскипает, а крупнообломочный материал не содержит карбонатов. При поселении пионерной растительности начинается выщелачивание карбонатов, накопление обогащенного азотом органического вещества, перераспределение продуктов биогенеза.

Накопление органического вещества на поверхности субстрата в виде подстилки, особенно в первые годы, идет медленно (см. рисунок). Только на 60-летних моренах, когда в сформировавшемся первичном растительном сообществе представлены деревья лиственницы и кедра, хорошо развит кустарниковый и начинают формироваться травяной и моховой ярусы, в структуре формирующейся почвы впервые отмечается органо-генный горизонт мощностью около 3 см, формируется дернина и зачатки собственно гумусового горизонта бурого цвета с высоким содержанием корней. К этому времени содержание карбонатов и реакция среды почвенного раствора снижаются, заметно повышается содержание гумуса, обогащенного азотом, и сумма поглощенных оснований (табл. 2). Выделение собственно гумусового горизонта, хотя бы и небольшой мощности, позволяет, в соответствии с «Классификацией и диагностикой почв России» [14], определить почву как литозем серогумусовый.

Под влиянием сформировавшейся растительности с выраженным древесным, хорошо развитым кустарниковым и моховым яру-

сами к 100–150 годам (ПП-4) на еще не протаявших до конца моренных отложениях формируется слабо дифференцированный на генетические горизонты профиль почвы, которую можно отнести как к слаборазвитому подбурю, так и к слаборазвитому криозему:

- O₁ 0–3 см – лесная подстилка, состоящая из слаборазложившейся хвои, отпада трав и мхов;
- O₂ 3–8 см – бурая, хорошо разложившаяся, влажная, лесная подстилка;
- AУ 8–21 см – серовато-бурый, густо переплетен корнями, с преобладанием камней, щебня, дресвы, мелкозем агрегирован, увлажнен. Переход заметный;
- ВChf 21–60 см – светло-бурый, щебнистый, увлажнен, корней значительно меньше. На поверхности камней хорошо заметны коричневатые-бурые пленки, бурно вскипает. Мерзлота с 60 см.

На этом этапе формирования первичного растительного сообщества заметно увеличивается над- и подземная биомасса растений. Масса лесной подстилки под сформировавшимся древесным, кустарниковым и моховым ярусами при низкой скорости деструкционных процессов увеличивается в 4 раза и более, масса мелких корней – в 2 раза и более (см. рисунок). При незначительном повышении содержания гумуса (см. табл. 2) выделяется горизонт с выраженными признаками гумусово-аккумулятивного процесса – серыми тонами окраски и агрегированностью мелкозема. Агрегаты представлены преимущественно копролитами, что свидетельствует о высокой численности дождевых червей в верхних горизонтах почв, которые в значительной степени обеспечивают деструкцию органических остатков, агрегирование и концентрацию мелкозема, в основном под камнями. Гумусовый горизонт не вскипает от HCl, потому что карбонаты практически полностью вынесены за его пределы. На этом этапе почвообразования отмечаются признаки иллювиального процесса и формирования в зачаточной форме иллювиального горизонта. Признаки иллювиального процесса про-

Физико-химические свойства мелкозема почв

Глубина образца, см	Горизонт	ППП, %	Общий С, % к почве	N _{ваг.} , %	рН водный	СаСО ₃ , %	Поглощенные основания, мг-экв/100 г почвы	
							Fe по Тамму, %	Ca ² Mg ² Σ
0-10		7,86	0,41	0,05	7,6	8,34	0,46	7,5 1,5 9,0
R2-02. Молодые моренные отложения (ПП 1)								
0-10		6,58	0,60	0,09	7,9	8,54	0,48	4,0 2,5 6,5
R3-02. Литозем слаборазвитый (ПП 2)								
0-3	О	61,31	Не опр.	1,20	7,6	Нет	Не опр.	54,5 13,5 68,0
3-10	AY	10,78	1,31	0,20	7,8	7,70	0,48	11,0 5,5 16,5
R4-02. Литозем серогумусовый (ПП 3)								
0-3	О ₁	58,86	Не опр.	1,16	7,0	Нет	Не опр.	51,0 10,5 61,5
3-8	О ₂	43,64	»	1,06	7,1	»	»	66,0 8,0 74,0
8-21	AY	6,18	1,44	0,25	7,5	0,86	0,49	9,0 4,5 13,5
21-40	BChf	6,83	0,94	0,07	7,8	8,97	0,48	4,0 2,0 6,0
R5-02. Подбур слаборазвитый (ПП 4)								
0-8	О	78,00	Не опр.	1,55	6,7	Нет	Не опр.	63,6 6,7 70,3
8-17	AH	25,85	10,12	0,98	6,4	»	1,20	51,2 5,2 56,4
18-28	CRg	5,30	2,46	0,31	6,0	»	1,00	13,6 1,2 14,8
35-40	Cg	4,86	1,51	0,16	6,1	»	0,58	8,8 1,6 10,4
R1-04. Криозем грубогумусовый глееватый (ПП 5)								
0-4	О	88,27	Не опр.	1,58	5,8	Нет	Не опр.	47,6 2,8 50,4
4-12	AY	21,88	6,06	0,48	4,5	»	1,10	21,2 4,8 26,0
15-25	BHF	9,00	2,17	0,28	4,1	»	1,42	6,4 3,6 10,0
35-40	BHF	8,41	1,58	0,17	4,6	»	1,20	6,0 3,6 9,6
R2-04. Дерново-подбур (ПП 6)								

являются в обогащении мелкозема глинистыми частицами, выщелоченными из выщелочающего горизонта карбонатами. На поверхности щебня хорошо выражены коричневатобурые органоминеральные пленки, хотя обогащения мелкозема оксидами железа, характерного для подбуров, еще не происходит. Мелкозем иллювиального горизонта характеризуется низким содержанием поглощенных оснований, более свойственным слабо преобразованным отложениям молодых морен. В составе поглощенных оснований значительна доля магния, что также свидетельствует о слабой преобразованности отложений и выщелоченности почв.

Завершается сукцессионный цикл через 300–500 лет после отступления ледника. К этому времени на моренах под кедровниками, возраст которых превышает 500 лет, формируются почвы, близкие по строению и свойствам к типичным для данных местоположений. Для верхней части горно-лесного пояса, как нами уже отмечалось, зональными являются подбуры и криоземы. Подбуры развиваются на дренированных и прогреваемых местоположениях. Криоземы приурочены к местоположениям с избыточным увлажнением, обеспечивающим формирование на поверхности почв моховых подушек, препятствующих прогреванию почв и испарению влаги.

В кедровнике ерничково-зеленомошном с хорошо развитым ярусом из *Betula rotundifolia* и напочвенным покровом из зеленых мхов на выровненном участке поверхности морены исторической стадии ледника Большой Актру сформирован криозем грубогумусовый глееватый (ПП 5):

- О 0–8 см – лесная подстилка, состоящая из слаборазложившейся хвои кедра и листьев березки круглолистной;
- АН 8–17 см – темно-бурый, щебнистый, мелкозем творожисто-зернистый с обилием копролитов, слабо уплотнен, влажный, густо переплетен корнями;
- CRg 17–35 см – грязно-бурый с сизоватыми пятнами, щебнистый, мелкозем уплотнен, сырой, переход заметный;
- Cg 35–40 см – грязно-бурый с пятнами оглеения, щебнистый, при прота-

ивании сырой. Щебень сцементирован мерзлотой. Мерзлота на глубине 35 см и к осени не опускается ниже 60 см. Карбонаты выщелочены за пределы вскрытой части почвенного профиля.

Характерной особенностью криозема является формирование под оторфованной лесной подстилкой грубогумусового горизонта с высоким содержанием органического вещества и наиболее высокой в исследованном ряду почв суммой поглощенных оснований. Грязно-бурые тона в окраске надмерзлотных горизонтов связаны с криотурбационными процессами и потечностью гумуса. Содержание органического углерода в надмерзлотной части профиля высокое, как правило, превышает 4 %. Верхняя часть мерзлой толщи (Cg) также является замороженной частью криотурбированного горизонта и к осени протаивает значительно глубже, отличается сероватыми и грязно-бурыми тонами в окраске, с содержанием углерода более 1,5 %. В условиях избыточного увлажнения магний по сравнению с кальцием более подвижен. Поэтому доля магния в составе ППК криоземов заметно снижена и отношение Ca/Mg расширено до 9–10. Выщелачивание карбонатов привело и к снижению рН водной вытяжки до нейтральных значений. Отмечается аккумуляция в верхних горизонтах подвижного железа.

На дренированном приподнятом участке на морене исторической стадии ледника Большой Актру под кедровником бадановобрусничным сформирован типичный дерново-подбур (ПП 6):

- О 0–4 см – бурый, слаборазложившийся опад кедровой хвои и листьев бадана (*Bergenia crassifolia*) и брусники (*Vaccinium vitis-idaea*);
- AY 4–12 см – буровато-серый, щебнистый, мелкозем слабоуплотнен, сухой, агрегирован, густо пронизан корнями. Переход заметный по цвету;
- VHF 21–60 см – коричневатобурый, щебнистый, свежий, корней значительно меньше. Мелкозем слабо агрегирован. На верхних и

Т а б л и ц а 3
Качественный состав гумуса

Глубина образца, см	Горизонт	Общий С, % к почве	С _{тк}			С _{фк}			Всего	Нераство- римый остаток	С _{тк} /С _{фк}		
			I	II	III	Ia	I	II				III	
0-10		0,60	1,8	18,2	16,7	36,7	2,3	0,3	16,4	25,8	44,8	18,5	0,82
Р3-02. Лигозем слабообразивный (ПП 2)													
3-10	AY	1,31	2,3	8,2	13,2	23,7	5,2	1,0	10,2	17,6	34,0	42,3	0,70
Р4-02. Лигозем серогумусовый (ПП 3)													
8-21	AY	1,44	4,8	4,3	11,1	20,2	7,9	1,9	7,1	10,4	27,3	52,5	0,74
21-40	BChf	0,49	2,5	1,6	3,9	8,0	4,7	2,9	4,9	7,6	20,1	72,0	0,40
Р5-02. Подбур слабообразивный (ПП 4)													
8-17	AH	10,12	14,3	11,7	16,4	42,4	3,5	14,4	3,2	3,9	25,0	32,8	1,70
18-28	CRg	2,46	19,1	7,7	11,8	38,6	4,9	11,0	0,4	4,9	21,2	40,2	1,83
35-40	Cg	1,51	23,8	7,1	7,1	38,0	13,1	15,5	10,7	4,8	44,1	17,9	0,86
Р1-04. Криозем грубогумусовый глееватый (ПП 5)													
Р2-04. Дерново-подбур (ПП 6)													
4-12	AY	6,06	13,2	11,2	13,7	38,1	8,6	19,6	2,3	5,8	36,3	25,6	1,05
15-25	BHF	2,17	28,0	0,4	18,4	47,9	21,7	15,9	0,5	9,2	47,3	4,8	1,01
35-40	BHF	1,58	21,5	0,4	11,8	33,7	13,2	0,1	13,2	5,3	31,8	40,0	1,06

боковых поверхностях щебня
коричневато-бурые пленки;
CD60 см – грубообломочные моренные
отложения.

Отличительной чертой подбура является формирование гумусового горизонта с высоким (до 6 %) содержанием гумуса, аккумуляция аморфного железа в центральной части профиля, с формированием Al-Fe-гумусового горизонта. По содержанию гумуса описываемые почвы относятся к иллювиально-многогумусовым. Карбонаты выщелочены, а реакция среды почвенного раствора кислая по всему профилю. Сумма поглощенных оснований меньше, чем у криозема, но выше, чем у слаборазвитого подбура. Отношение Ca/Mg узкое и варьирует от 5–6 в гумусово-аккумулятивном горизонте до 1,5–2,0 в иллювиальном. Обогащение иллювиального горизонта магнием связано с его более высокой по сравнению с кальцием подвижностью и недостаточным увлажнением для полного выноса. Признаки современного криогенеза в подбуре не выявлены.

Качественный состав гумуса отражает этапность почвообразования на постгляциальных поверхностях. На первых этапах почвообразования на поверхности почв накапливается подстилка (см. рисунок). Деструкция ее замедлена и происходит с образованием гумусовых веществ. Гумус гуматно-фульватного типа с преобладанием в составе фракций, связанных с кальцием и минеральной основой (табл. 3). С развитием дернового процесса и выщелачивания карбонатов в составе гумуса повышается доля бурых гуминовых кислот и наиболее активной фракции фульвокислот. Отношение $C_{гк}/C_{фк}$ расширяется. Наиболее широкое отношение $C_{гк}/C_{фк}$ отмечается в криоземах, что связано с особенностями водного режима и гумусонакопления. В надмерзлотном горизонте в циклах протаивание – промерзание происходит разрушение гумусовых связей и повышение подвижности гумуса, сужение отношения $C_{гк}/C_{фк}$. Подбуры отличаются меньшим в целом по профилю содержанием органического вещества, в составе которого значительна доля бурых и прочносвязанных гуминовых кислот, фульвокислот, связанных полуторными оксидами. Альфегумусовый горизонт отличается высоким содержанием наиболее подвиж-

ной фракции фульвокислот, что и дает основание для отнесения почв к подбурам.

Таким образом, становление гумусового профиля на моренных отложениях происходит с накоплением мортмассы на поверхности почв и содержанием гумуса в профиле. В составе гумуса увеличивается доля бурых гуминовых кислот и подвижных фульвокислот. Доля гумусовых кислот, связанных с кальцием, по мере его выщелачивания уменьшается.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные исследования показали, что в жестких термических условиях высокогорий Северо-Чуйского хребта процессы выветривания и почвообразования на постгляциальных отложениях происходят медленно. На первых этапах после отступления ледника отмечаются вынос тальми водами и перераспределение накопленного ледниковыми отложениями мелкозема. На следующем этапе при формировании растительности с преобладанием кустарников и мхов начинаются процессы выщелачивания карбонатов, формирование на поверхности небольшой мощности органогенного горизонта. Фаза скрытого, “ювенильного”, почвообразования, включающая преимущественно процессы физического выветривания и накопления активной биомассы (микро- и зооценоза), завершается к 60-летнему возрасту морены формированием зачатков собственно гумусового горизонта.

На 60–150-летних моренах на стадии примитивного почвообразования наряду с процессами выщелачивания и формирования гумусово-аккумулятивного горизонта протекают процессы первичной дифференциации отложений, формируется профиль слаборазвитой почвы, классификационное положение которой весьма неопределенно.

На следующем, “дивергентном”, этапе с формированием лесного сообщества завершаются выщелачивание и дифференциация почвенного профиля. В соответствии с условиями местоположения формируется все многообразие почвенного покрова: подбуры в дренированных, а криоземы в слабодренированных местоположениях. Наши исследования показали, что в постгляциальных условиях для формирования зрелого, равновесного с современными условиями высокогорий поч-

венного профиля требуется не менее 500 лет, следовательно, продолжительность фазы дивергентного почвообразования соизмерима с временем формирования лесной экосистемы и составляет 200–300 лет. После фазы дивергентного почвообразования наступает фаза почвообразовательного процесса, равновесного с условиями среды, специфичная для каждого типа зональных почв на верхней границе лесного пояса в Центральном Алтае.

ЛИТЕРАТУРА

1. Cooper W. S. A fourth expedition to Glacier Bay, Alaska // *Ecology*. 1939. N 2. P. 59–130.
2. Crocker R. L., Dickson B. A. Soil development in recessional moraines of the Herbert and Medenhall glaciers, south-eastern Alaska // *J. of Ecology*. 1955. N 45. P. 169–185.
3. Crocker R., Major J. Soil development in relation to vegetation and surface age at Glacier Bay, Alaska // *Ibid*. 1955. Vol. 43, N 2. P. 427–450.
4. Ludi W. Besiedlung und Vegetationsentwicklung auf den jungen Seitenmorenen des Grossen Aletschgletschers // *Bericht über das Geobot. Forschungsinstitut Rubel in Zurich*. 1945. 364 s.
5. Tisdale E. W., Fosberg M. A., Poulton C. E. Vegetation and soil development on a recently glaciated area near mount Robson, British Columbia // *J. of Ecology*. 1966. Vol. 47, N 4. P. 517–523.
6. Геннадиев А. Н. Изучение почвообразования методом хронорядов (на примере почв Приэльбрусья) // *Почвоведение*. 1978. № 12. С. 58–62.
7. Matthews J. A. *The ecology of recently-deglaciated terrain*. New York: Cambridge University Press, 1992. 386 p.
8. Нарожный Ю. К., Окишев П. А. Динамика ледников Алтая в регрессивную фазу малого ледникового периода // *Материалы гляциологических исследований*. 1999. Вып. 87. С. 119–123.
9. Ревякин В. С., Мухаметов Р. М. Сокращение ледниковой системы Купол – Малый Актру на Алтае за период 1952–1979 гг. // *Там же*. 1981. Вып. 41. С. 187–190.
10. Тимошок Е. Е. Оценка и сохранение биологического разнообразия горно-ледникового бассейна Актру. Томск: Красное знамя, 2004. 69 с.
11. Воробьев В. Н., Нарожный Ю. К., Тимошок Е. Е. и др. Эколого-биологические исследования в верховьях р. Актру в Горном Алтае // *Вестн. Том. ун-та*. 2001. № 274. С. 58–62.
12. Давыдов В. В. Формирование почв на молодых моренных отложениях // *Почвы – национальное богатство России: материалы IV съезда Докучаевского общества почвоведов*. Новосибирск: Изд-во Наука-Центр, 2004. Кн. 2. С. 403.
13. Классификация почв России / Почвенный институт им. В. В. Докучаева. М.: Типография Россельхозакадемии, 1997. 236 с.
14. Классификация и диагностика почв России. Смоленск.: Изд-во Ойкумена, 2004. 342 с.
15. Таргульян В. О. Почвообразование и выветривание в холодных гумидных областях. М.: Наука, 1971. 268 с.
16. Галахов В. П., Нарожный Ю. К., Никитин С. А. и др. *Ледники Актру (Алтай)*. Л.: Гидрометеоздат, 1987. 120 с.

Soil Formation on Young Moraines in the Aktru Basin (Central Altay, Severo-Chuysky Ridge)

V. V. DAVYDOV, E. E. TIMOSHOV

*Institute of Climatic and Ecological System Monitoring SB RAS
634055, Tomsk, Akademicheskyy ave., 10/3
E-mail: timoshokee@mail.ru*

Formation of soil in the mountain regions of the Severo-Chuysky Ridge is considered for the dated sediments of the Malyy Aktru glacier as example. It is shown that the development of plant cover under the severe conditions of near-glacial moraines causes changes of rocks and the stage-by-stage formation of young soil. It is determined that the pioneering stages of soil formation last for 300–500 years and finish with the formation of sub-brown soil and cryozem.

Key words: moraines, permafrost, successions, forest litter, humus composition.