

УДК 551.89 + 631.4 (571.5)

Ю. В. РЫЖОВ\*, В. А. ГОЛУБЦОВ\*, Д. В. КОБЫЛКИН\*, В. Н. ЧЕРНЫХ\*\*

\*Институт географии СО РАН, г. Иркутск

\*\*Бурятский государственный университет, г. Улан-Удэ

## ОСНОВНЫЕ ПЕРИОДЫ ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ И ОСАДКОНАКОПЛЕНИЯ В ЛЕСОСТЕПНЫХ ЛАНДШАФТАХ СЕЛЕНГИНСКОГО СРЕДНЕГОРЬЯ В ПОЗДНЕЛЕДНИКОВЬЕ И ГОЛОЦЕНЕ

На основе комплексного изучения разрезов рыхлых отложений реконструирована история развития почв и ландшафтов в центральной части Селенгинского среднегорья (бассейн р. Куйтунки). Выделено четыре периода почвообразования и осадконакопления в позднеледниковье и голоцене: позднеледниковый (15,0–11,7 тыс. кал. л. н.), ранне- (11,7–8,8 тыс. кал. л. н.), средне- (8,8–4,7 тыс. кал. л. н.) и средне-позднеголоценовый (4,7–0 тыс. кал. л. н.). Для позднеледникового периода характерны кратковременные и контрастные климатические изменения, приводившие к частой смене фаз активизации денудационно-аккумулятивных процессов и почвообразования. Выделены три фазы педогенеза (14,5–14,1; 14,0–13,3 и 13,0–12,6 тыс. кал. л. н.) и соответствующие им стадии потепления и увлажнения климата. Фазы активизации экзогенных процессов выделяются в интервалах 15,0–14,5; 14,1–14,0; 13,3–13,0 и 12,6–11,7 тыс. кал. л. н. В раннеголоценовом периоде наиболее оптимальные для почвообразования условия сложились в первой половине пребореала (11,7–11,0 тыс. кал. л. н.). В дальнейшем отмечалось усиление аридизации климата, следы которого проявляются в виде высококарбонатных эолово-делювиальных отложений. Формирование почв во второй половине пребореала (11,0–10,5 тыс. кал. л. н.) и в бореальном периоде (10,5–8,8 тыс. кал. л. н.) происходило в условиях степи/лесостепи при большей теплообеспеченности и меньшей увлажненности в сравнении с почвами, сформированными в позднеледниковье и первой половине пребореала. Средне- и средне-позднеголоценовый периоды отличались довольно стабильной ландшафтно-климатической обстановкой, что выразилось в образовании полноразвитых почв и стабилизации эрозионно-аккумулятивных форм рельефа. Выделяются два продолжительных интервала интенсивного педогенеза (8,8–6,9 и 4,7–0 тыс. кал. л. н.). Почвообразование проходило под степной растительностью в условиях высокой теплообеспеченности и незначительного увлажнения, снижающегося от атлантика к субатлантику. Фаза активизации денудационно-аккумулятивных процессов отмечается в интервале 6,9–4,7 тыс. кал. л. н.

Ключевые слова: ландшафтно-климатические изменения, почвы, палеопочвы, голоцен, позднеледниковье, Селенгинское среднегорье, Западное Забайкалье.

On the basis of comprehensive study of soil-sedimentary sequences, we reconstructed the history of soils and landscape development in the central part of the Selenga midland (Kuitunka river basin). For the Late Glacial and Holocene four stages of deposition and soil formation have been identified: Late Glacial (15,0–11,7 kyr BP), Early- (11,7–8,8 kyr BP), Mid- (8,8–4,7 kyr BP), Mid-Late Holocene (4,7–0 kyr BP). The Late Glacial period is characterized by short-lasting and contrasting climatic changes leading to a frequent successions of the phases of activation of erosion-accumulation processes and soil formation. We identified three phases of pedogenesis and the corresponding stages of climate warming and humidification (14,5–14,1, 14,0–13,3 and 13,0–12,6 kyr BP). Intensification of exogenous processes occurred in time intervals 15,0–14,5, 14,1–14,0, 13,3–13,0 and 12,6–11,7 kyr BP. During the Early Holocene period the most optimal conditions for soil formation take place in the first half of Preboreal (11,7–11,0 kyr BP). Later, there occurred an enhancement in climate aridization whose evidence manifests itself as high-carbonate aeolian-colluvial deposits. Pedogenesis in the second half of Preboreal (11,0–10,5 kyr BP) and during in Boreal period (10,5–8,8 kyr BP) was proceeding in the steppe/forest-steppe conditions under warmer and less humid climate in comparison with soils formed in the Late Glacial and first half of Preboreal. The Mid-Holocene and Mid-Late Holocene periods were distinguished by a relatively stable landscape-climatic conditions, implying formation of well-developed soils, and stabilization of erosion-accumulation landforms. Two long-lasting intervals of intense pedogenesis can be identified (8,8–6,9 and 4,7–0 kyr BP). Soil formation was proceeding under steppe vegetation in rather warm and slight moistening climatic conditions. From the Atlantic to Subatlantic climate became more arid. Activation of exogenous processes occurred in intervals 6,9–4,7 kyr BP.

Keywords: landscape-climatic changes, soils, paleosols, Holocene, Late Glacial, Selenga midland, Western Transbaikalia.

### ВВЕДЕНИЕ

Временной промежуток, охватывающий позднеледниковье и голоцен, отмечен значительными изменениями природной среды [1, 2], определившими характер и структуру современных ландшаф-

© 2015 Рыжов Ю. В. (ryv@irigs.irk.ru), Голубцов В. А. (tea\_88@inbox.ru),  
Кобылкин Д. В. (agrembrandt@inbox.ru), Черных В. Н. (geosibir@yandex.ru)

тов [3]. Ретроспективный взгляд на подобные изменения важен как для понимания процессов более древних геологических периодов, так и для прогноза будущих изменений климата [4, 5]. Это определяет необходимость изучения палеогеографических событий позднеледниковья и голоцена с позиций исторического развития геосистем.

В Байкальском регионе ландшафтно-климатические изменения в указанном временном интервале детально охарактеризованы по данным, полученным при изучении донных осадков оз. Байкал [6, 7], прилегающих к нему небольших озер [8, 9] и торфяников [10, 11]. Несмотря на довольно высокое временное разрешение полученных записей, проблема корреляции континентальных и донных осадков до сих пор остается открытой по причине слабой изученности субэкральных отложений и почв, сформированных в регионе в позднеледниковье и голоцене. В литературе практически отсутствуют сведения о хронологии и специфике этапов почвообразования и осадконакопления на территории Западного Забайкалья, поэтому проведение здесь подобного исследования представляется особенно актуальным.

Почвы как один из главных компонентов ландшафта играют важную роль в палеоэкологических исследованиях. Они дополняют информацию о процессах и условиях осадконакопления, вносят вклад в общую картину развития природной среды и являются важным хроностратиграфическим репером [12–14].

Наиболее полная информация об изменениях ландшафтов запечатлена в разрезах, профиль которых состоит из закономерного чередования погребенных почв и отложений различного генезиса [15, 16]. Почвы фиксируют этапы стабилизации дневной поверхности, во время которых происходит снижение активности эрозионно-аккумулятивных процессов. Этапы активизации последних отражаются в слоях отложений [12, 13, 17]. Таким образом, в цикличности строения подобных разрезов находит отражение динамика изменений ландшафтно-климатических условий [16], что позволяет проследить направленность развития осадконакопления и педогенеза и реконструировать этапы почвообразования, развития рельефа и ландшафтов.

Цель работы — определение хронологии и специфики основных периодов и фаз почвообразования и осадконакопления в центральной части Селенгинского среднегорья.

### ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследования проводились в Куйтунском межгорном понижении, расположенном в центральной части Селенгинского среднегорья (рис. 1). Климат района исследования резко континентальный, среднегодовая температура воздуха  $-2,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Средние значения температуры января  $-26,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ , июля —  $18,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Годовая сумма осадков составляет 369 мм, из которых большая часть (74 %) выпадает с мая по сентябрь. Отмечается значительная неравномерность выпадения осадков по годам [18].

В геологическом строении территории принимают участие породы пермско-триасового возраста, представленные преимущественно гранитами и сиенитами. На них залегают разновозрастные четвертичные отложения. Нижне- и среднечетвертичными песчаными аллювиальными отложениями сложены 35–40-метровые речные террасы. Эолово-делювиальные и эолово-делювиально-пролювиальные отложения этого возраста представлены лёссовидными супесями и суглинками, дресвой и щебнем. К верхнечетвертичным и голоценовым относятся аллювиальные, аллювиально-пролювиальные отложения I и II надпойменных террас, русел водотоков, эолово-делю-

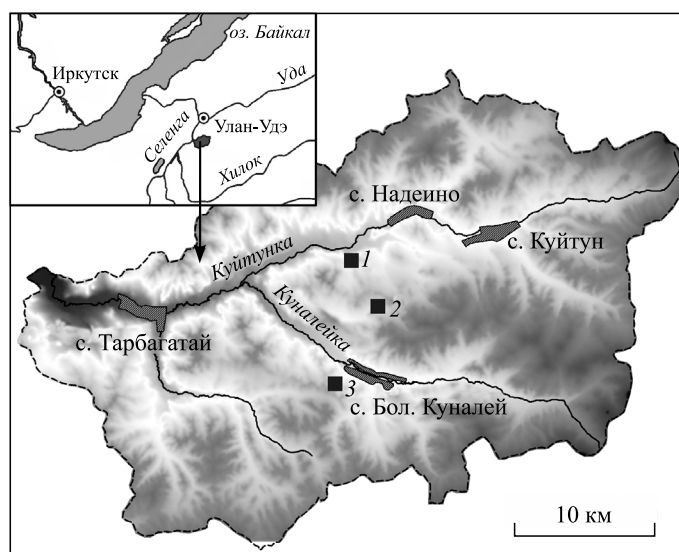


Рис. 1. Местоположение исследуемых разрезов в пределах Куйтунского межгорного понижения.

Разрезы: 1 — Надеино, 2 — Нижняя Буланка, 3 — Большой Куналей.

виальные, эолово-делювиально-пролювиальные лёссовидные супеси и легкие суглинки мощностью 2–17 м, которые залегают в долинах водотоков, на склонах и водоразделах [19].

Рельеф бассейна р. Куйтунки формировался в результате эрозионно-денудационной деятельности постоянных и временных водотоков [20], что способствовало развитию здесь большого количества хорошо выраженных эрозионно-аккумулятивных форм, в пределах которых наиболее часто обнаруживаются почвенно-седиментационные серии.

Для восстановления истории почвообразования и осадконакопления в позднеледниковье и голоцене детально изучены три разреза (см. рис. 1). Разрез Надеино заложен в устьевой части балки на левобережье р. Куйтунки в 5 км юго-западнее с. Надеино (51°30' с. ш., 107°35' в. д., абс. высота 677 м) и вскрывает отложения, выполняющие древнюю эрозионную форму. Разрезом Нижняя Буланка вскрыты осадки конуса выноса безымянной балки, расположенной по правому борту пади Нижняя Буланка (51°28' с. ш., 107°37' в. д., абс. высота 750–752 м). Разрез Большой Куналей заложен в пределах делювиального шлейфа по левому борту долины р. Куналейки (51°25' с. ш., 107°34' в. д., абс. высота 735 м).

При проведении полевых исследований основное внимание уделялось стратиграфическому и морфогенетическому анализу почв и отложений. В лабораторных условиях с использованием общепринятых методик [21, 22] выполнено определение гранулометрического состава, содержания карбонатов, органического углерода и общего азота. Изучение группового состава гумуса проводилось по методу Кононовой–Бельчиковой [23]. Абсолютный возраст погребенных почв установлен сцинтилляционным методом в Санкт-Петербургском государственном университете по углероду гуминовых кислот.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

**Разрез Надеино** (рис. 2). На основании анализа особенностей строения и физико-химических свойств погребенных почв и отложений толща разреза условно разделена на четыре пачки.

В пределах верхней пачки (0–165 см) сформировано семь органо-аккумулятивных почв с профилем типа А–С, перекрытых делювиальными супесями. Для почв характерны малая мощность, слабая оструктуренность, низкое содержание гумуса и ила. Это свидетельствует о незначительной проработанности отложений педогенезом, что обусловлено прежде всего кратковременностью этапов почвообразования.

Неоднородность строения первой пачки указывает на многократную смену непродолжительных этапов почвообразования фазами активного накопления рыхлых отложений. Аккумуляция последних являлась результатом эрозии склоновых почв вследствие возросшей антропогенной нагрузки на ландшафты. Так, в течение последних трехсот лет в бассейне р. Куйтунки отмечается фаза ускоренной эрозии и аккумуляции, связанная с заселением территории и интенсивной распашкой земель [24]. Смыв и размыв почв с распаиваемых участков обусловил перекрытие позднеголоценовых почв гумусированными отложениями, что подтверждается полученной инверсией радиоуглеродных дат (табл. 1), отражающей смыв материала почвенных горизонтов, сначала более молодых, затем более древних.

Формирование почв и отложений, слагающих вторую пачку (165–300 см), охватывало временной промежуток с конца бореала (>8,8 тыс. кал. л. н.) до середины субатлантика (1,2 тыс. кал. л. н.) (см. табл. 1). Для гранулометрического состава отложений, слагающих кровлю и подошву пачки, характерно преобладание пылеватых фракций, доля которых растет преимущественно за счет крупнопылеватых частиц (0,05–0,01 мм). При этом подошва (гор. С почвы X) практически полностью сложена пылью. В средней части (гор. В почвы IX) существенно увеличивается доля мелкого песка. Отмечается положительная корреляция содержания карбонатов с распределением фракций пыли. По нашему мнению, наиболее вероятная причина накопления карбонатов — их поступление из атмосферы с эоловым материалом.

Наличие или отсутствие карбонатов в почвах определяется особенностями гидротермического и газового режимов почвы, активностью биоты [25], а следовательно, и климатом [12]. Учитывая относительно высокую растворимость  $\text{CaCO}_3$ , а также способность ионов  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{CO}_3^{2-}/\text{HCO}_3^-$  легко мобилизоваться и переноситься в почвенных растворах, наличие аккумулятивно-карбонатного горизонта указывает на засушливость климата, в котором формируется почва [13]. Глубина горизонта аккумуляции карбонатов является функцией промачивания почвенной толщи атмосферными осадками [17].

Нижняя из представленных почв (X) формировалась на высококарбонатных эоловых отложениях. В кровле гумусового горизонта  $\text{CO}_2$  карбонатов имеет практически нулевое значение, существенно увеличиваясь книзу с максимумом в горизонте С. Такой характер распределения свидетельствует

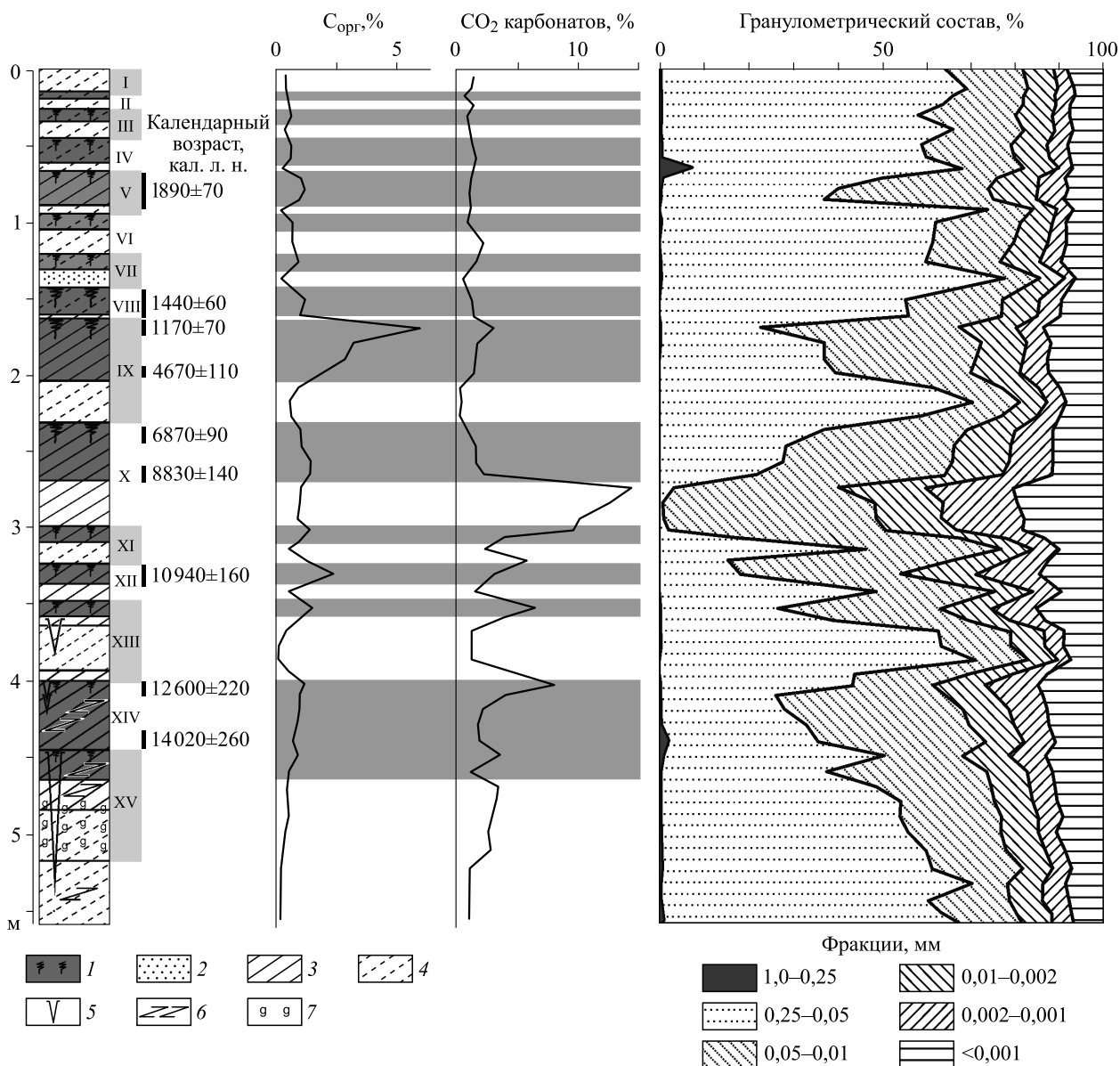


Рис. 2. Строение, абсолютный возраст и физико-химические свойства почв и отложений разреза Надеино. 1 — гумусовые горизонты погребенных почв; 2 — пески; 3 — суглинки; 4 — супеси; 5 — криогенные клинья; 6 — криотурбации; 7 — оглеение.

о выщелачивании карбонатов во время формирования почвы. По всей вероятности, этот процесс сопровождался суспензионным выносом ила при дезагрегации материала в результате разрушения карбонатного цемента. Это находит отражение в заметном повышении илистой фракции в горизонте С. Подобные признаки свидетельствуют о гумидизации климата по сравнению с предшествующим этапом накопления карбонатных эоловых отложений. Однако увлажнение в период формирования почвы не было значительным, на что указывает неглубокое залегание аккумулятивно-карбонатного горизонта.

В верхней почве (IX) признаков выщелачивания карбонатов не отмечается, максимум их содержания приурочен к кровле гумусового горизонта, постепенно снижаясь книзу. Наиболее вероятно, что почва формировалась в более сухих условиях.

Содержание органического углерода (C<sub>орг</sub>) максимально в горизонте А почвы IX. Отмечаются более низкие значения C<sub>орг</sub> в гумусовом горизонте почвы X, что может быть обусловлено как гене-



Радиоуглеродный и календарный возраст погребенных почв

Горизонт	Глубина, отбора, см	Лабораторный номер	Радиоуглеродный возраст, $^{14}\text{C}$ л. н.	Календарный возраст, кал. л. н.*
<i>Разрез Надеино</i>				
V A	69–91	ЛУ-6856	1930 ± 60**	1890 ± 70
VIII A	143–163	ЛУ-6854	1530 ± 50**	1440 ± 60
IX A	165–174	ЛУ-6784	1220 ± 50	1170 ± 70
	194–204	ЛУ-6780	4120 ± 50	4670 ± 110
X A	234–243	ЛУ-6785	6280 ± 80	6870 ± 90
	261–270	ЛУ-6786	7970 ± 90	8830 ± 140
XII A	326–338	ЛУ-6855	9590 ± 90	10 940 ± 160
XIV A	400–408	ЛУ-6779	10 710 ± 170	12 600 ± 220
XIV AB	434–443	ЛУ-6816	12 010 ± 160	14 020 ± 260
<i>Разрез Нижняя Буланка</i>				
III A	47–55	ЛУ-6851	7430 ± 90	8250 ± 90
IX A	213–220	ЛУ-6852	9570 ± 90	10 920 ± 160
X A	238–248	ЛУ-6787	9650 ± 90	10 990 ± 160
X B	248–258	ЛУ-6850	9960 ± 140	11 530 ± 230
XI A	304–313	ЛУ-6795	10 940 ± 240	12 900 ± 210
XIII A	427–440	ЛУ-6849	11 360 ± 190	13 270 ± 190
<i>Разрез Большой Куналей</i>				
I A	72–80	ЛУ-7535	1270 ± 60	1190 ± 70
II A	197–203	ЛУ-7536	9700 ± 170	11 040 ± 240
II AB	215–220	ЛУ-7537	10 160 ± 210	11 870 ± 420

\* Значения календарного возраста приведены на основании калибровочной программы CalPal (2006 г.) (<http://www.calpal.de>).

\*\* Инверсия радиоуглеродных дат в агроделювии.

тическими причинами (меньшая интенсивность и длительность гумусонакопления), так и большим возрастом погребения нижележащей почвы, так как запасы органического вещества при погребении со временем уменьшаются вследствие минерализации и прекращения поступления органики [26]. Для обеих почв характерны гуматный состав гумуса, низкая обогащенность его азотом (табл. 2), что обусловлено степным характером почв и их формированием при дефиците влаги [27].

Таким образом, начало формирования отложений и почв второй пачки (165–300 см) совпадает с фазой аридизации на границе бореального и атлантического периодов, выразившейся в активизации эоловых процессов и аккумуляции высококарбонатных суглинков. Последующее увлажнение климата привело к формированию почвы X. Совокупность морфологических и физико-химических свойств позволяет рассматривать почву как темногомусовую и говорить о достаточно интенсивном гумусонакоплении в относительно сухих и теплых условиях под степной растительностью.

Около 4,5 тыс. л. н. отмечался экстремум довольно резкого похолодания, которое зафиксировано в разных регионах Евразии [28, 29], в том числе в субэральных отложениях Приольхонья [15], торфяниках Северного Прибайкалья [30] и осадках оз. Байкал [6]. Подобные климатические изменения произошли и на территории исследования, что способствовало активизации денудационно-аккумулятивных процессов на границе атлантического и суббореального периодов и вызвало погребение атлантической почвы под толщей делювиальных супесей.

Результатом последующей стадии педогенеза стало формирование профиля полноразвитой почвы IX, по совокупности диагностических признаков сопоставимой с современными гумусово-аккумулятивными почвами черноземного типа, характерными для зональных степей юга Сибири. Можно предположить, что условия формирования вышележащей почвы (IX) были более сухими. В целом для интервала 8,8–1,2 тыс. л. н. характерны довольно стабильная ландшафтно-климатическая обстановка, относительно высокая теплообеспеченность при незначительном увлажнении, постепенно снижающемся от атлантика к субатлантику. Важно отметить, что по донным осадкам оз. Котокель

Некоторые химические свойства гумусовых горизонтов почв

Горизонт	Глубина, см	C <sub>тк</sub> : C <sub>фк</sub>	C <sub>орг</sub> , %	N <sub>общ</sub> , %	C:N
<i>Разрез Надеино</i>					
IX A	165–174	2,84	6,14	0,43	14
	174–184	2,65	3,34	0,23	14
	184–194	2,63	2,89	0,19	15
	194–204	2,61	1,97	0,18	11
X A	234–243	2,94	1,19	0,10	12
	243–252	2,45	1,29	0,12	11
	252–261	1,58	1,50	0,12	12
	261–270	1,51	1,40	0,31	5
XI A	300–307	1,66	1,43	0,15	10
	307–312	1,53	1,22	0,14	9
XII A	326–338	1,76	2,40	0,19	13
XIII A	349–357	1,96	1,52	0,16	9
XIV A	400–408	1,80	1,26	0,08	16
	408–415	1,67	1,09	0,07	16
XV A	443–463	1,71	0,90	0,06	15
<i>Разрез Большой Куналей</i>					
I A	90–100	2,07	5,05	0,54	9
	100–110	0,98	3,94	0,44	9
	110–120	0,75	2,25	0,31	7
II A	197–203	2,33	0,75	0,13	6

существенное снижение атмосферного увлажнения отмечается с рубежа 7 тыс. л. н. и до современности [8, 9]. Постепенная аридизация климата на протяжении последних 5 тыс. лет, фиксирующаяся по педолитологическим данным, отмечается в Приольхонье [15], центральной [31] и северной частях Монголии [32]. Ф. Чен с соавторами [33] отмечают снижение уровня озер в Монголии примерно с 4,5 тыс. л. н. Уменьшение влажности климата и усиление его континентальности отражено в донных осадках оз. Арахлей в Центральном Забайкалье [34].

Эолово-делювиальные отложения третьей пачки залегают на глубине 300–400 см и вмещают слабо развитые почвы, сформированные 11,7–9,0 тыс. кал. л. н. Верхние из представленных почв (XI и XII) не имеют срединных генетических горизонтов, для них характерен фульватно-гуматный тип гумуса при его средней насыщенности азотом (см. табл. 2). Отмечаются признаки выщелачивания карбонатов, количество которых уменьшается вниз по профилю с дальнейшими иллювиальными максимумами в подстилающих отложениях. Наибольшие значения CO<sub>2</sub> карбонатов приурочены к гумусовому горизонту почвы XIII. Резкое уменьшение показателя сразу под гумусовым горизонтом свидетельствует об отсутствии перераспределения карбонатов. Наиболее развита пребореальная почва (XIII), которая имеет хорошо выраженный срединный горизонт, что свидетельствует об интенсивном развитии почвообразовательных процессов на данном временном промежутке. В групповом составе гумуса почвы преобладают гуминовые кислоты.

Перечисленные признаки дают основание полагать, что развитие описываемых почв происходило в лесостепных условиях при меньшей теплообеспеченности и большей увлажненности в сравнении с почвами, сформированными во второй пачке. Однако природно-климатическая обстановка этого времени была достаточно сложной и динамичной. Кратковременные фазы увлажнения и активного почвообразования прерывались этапами активизации эрозионных процессов и перекрытия почв делювиальными отложениями. Следы аридизации климата выражены в виде отложений эолового генезиса. В целом в строении пачки отражена быстрая смена фаз активного осадконакопления этапами стабилизации дневной поверхности, ослабления делювиальных и эоловых процессов и почвообразования.

Подобная природно-климатическая обстановка была характерна и для Прибайкалья [35]. В Байкальском регионе в раннем голоцене (11,7–8,8 тыс. кал. л. н.) отмечалось потепление и увлажнение климата, деградация многолетней мерзлоты, увеличение мощности деятельного слоя, что привело к активизации эрозионно-аккумулятивных процессов. Значительный рост реконструируемых годовых

сумм осадков (до 100 мм) пришелся на период 11,0–10,5 тыс. л. н., средняя температура воздуха июля увеличилась на 1–2 °С, январская — на 7–8 °С [8, 36].

Для гранулометрического состава отложений нижней (400–560 см) пачки характерно плавное колебательное нарастание доли пылеватых частиц от подошвы разреза к кровле почвы XIV, где отмечается максимальное содержание карбонатов. В профиле почвы XV иллювиальный максимум карбонатов отмечается в подстилающих отложениях, что свидетельствует об их выщелачивании во время педогенеза. Почвы и отложения криотурбированы и нарушены криогенными клиньями. В пределах пачки выделяется две почвы (XIV, XV), для которых характерна хорошая оструктуренность, высокое содержание гумуса при его фульватно-гуматном составе (см. табл. 2). Отношение  $C_{гк} : C_{фк}$  снижается вниз по разрезу.

Судя по полученным радиоуглеродным датам (см. рис. 2 и табл. 1), время формирования нижней почвы (XV) относится к позднеледниковому потеплению, сопоставимому с бёллингом Европы. Почва XIV формировалась на протяжении потепления, выделенного на современных европейских шкалах как аллерёд. Для позднеледниковых потеплений климата характерно увеличение годового количества осадков, сокращение площади многолетнемерзлых пород [3]. В Восточной Сибири отмечается двукратное увеличение количества осадков [8, 37]. В описываемом разрезе подобные климатические изменения выражаются в признаках периодического переувлажнения грунта (обильные Fe-Mn новообразования, оглеение) в нижней части разреза, криогенных нарушениях, возникающих в условиях льдистой мерзлоты, требующей запасов влаги в грунтах (криотурбации), выщелачивании карбонатов, отложенных в периоды аридизации. Групповой состав гумуса также указывает на формирование почв в более влажных, в отличие от почв вышележащих пачек, условиях. Однако данные по увлажненности могут не согласовываться с количеством атмосферных осадков, так как таяние мерзлоты способствовало поддержанию в грунтах высокой влажности.

При общем тренде к возрастанию температур в позднеледниковье отмечается высокая нестабильность климата, обусловленная чередованием относительно кратковременных периодов потепления с фазами глубоких и резких похолоданий [38]. Подобные колебания четко отразились и в донных осадках оз. Котокель [8, 9].

Этапы похолодания приводили к распространению многолетнемерзлых пород, иссушению климата, активизации эоловых процессов [3]. В исследуемом разрезе подобные периоды маркируются уровнями заложения криогенных структур, накоплением карбонатных эоловых отложений и аккумуляцией делювиальных осадков. Наибольшей интенсивности экзогенные процессы достигли на рубеже плейстоцена и голоцена, что выразилось в перекрытии позднеледниковой почвы XIV эолово-делювиальными отложениями.

**Разрез Нижняя Буланка** (рис. 3). Стрoение почвенно-литологической толщи носит циклический характер: делювиальные, делювиально-пролювиальные и эоловые осадки чередуются в разрезе с гумусовыми горизонтами погребенных почв. Выделяется три пачки отложений.

Верхняя пачка (0–70 см) представлена профилями двух темногумусовых почв (II и III). Их отличает повышенная (в сравнении с нижележащими почвами) мощность гумусово-аккумулятивной толщи, высокая гумусированность и прочная структура. Возрастание содержания карбонатов отмечается в кровле почвы II. Таким образом, в строении пачки отражены проявившиеся в атлантике и субатлантике фазы стабильного и интенсивного педогенеза, разделенные этапом активизации делювиального сноса. В целом пачка фиксирует этап стабилизации балочного водосбора, обусловленного не только сменой режима функционирования эрозионной формы, но и региональными климатическими изменениями. Об этом свидетельствует проявление выделенных этапов и в других исследуемых разрезах (см. рис. 2 и 4).

Вторая пачка (70–304 см) сложена чередованием маломощных органо-аккумулятивных почв с профилем типа А–С. Почвы довольно гумусированы, отсутствуют признаки перемещения карбонатов по профилям, их максимумы коррелируют с увеличением содержания пылеватых частиц, что может отражать периодическую активизацию эоловых процессов. Наиболее вероятно, что почвы формировались в довольно теплых и засушливых условиях. Недостаточная влагообеспеченность неблагоприятно влияла на развитие местных фитоценозов, что выражалось в малой плотности растительного покрова. Последнее способствовало активизации экзогенных процессов, которые прерывали краткие фазы почвообразования. Определенное влияние на развитие эрозии могли оказывать пожары, следы которых фиксируются по обильным включениям угля в отложениях описываемой пачки.

Довольно нестабильная природно-климатическая обстановка, вытекающая из указанных особенностей строения и состава отложений и почв, отмечается во второй половине пребореала–бореала (11,0–8,8 тыс. л. н.) и в других исследуемых разрезах.

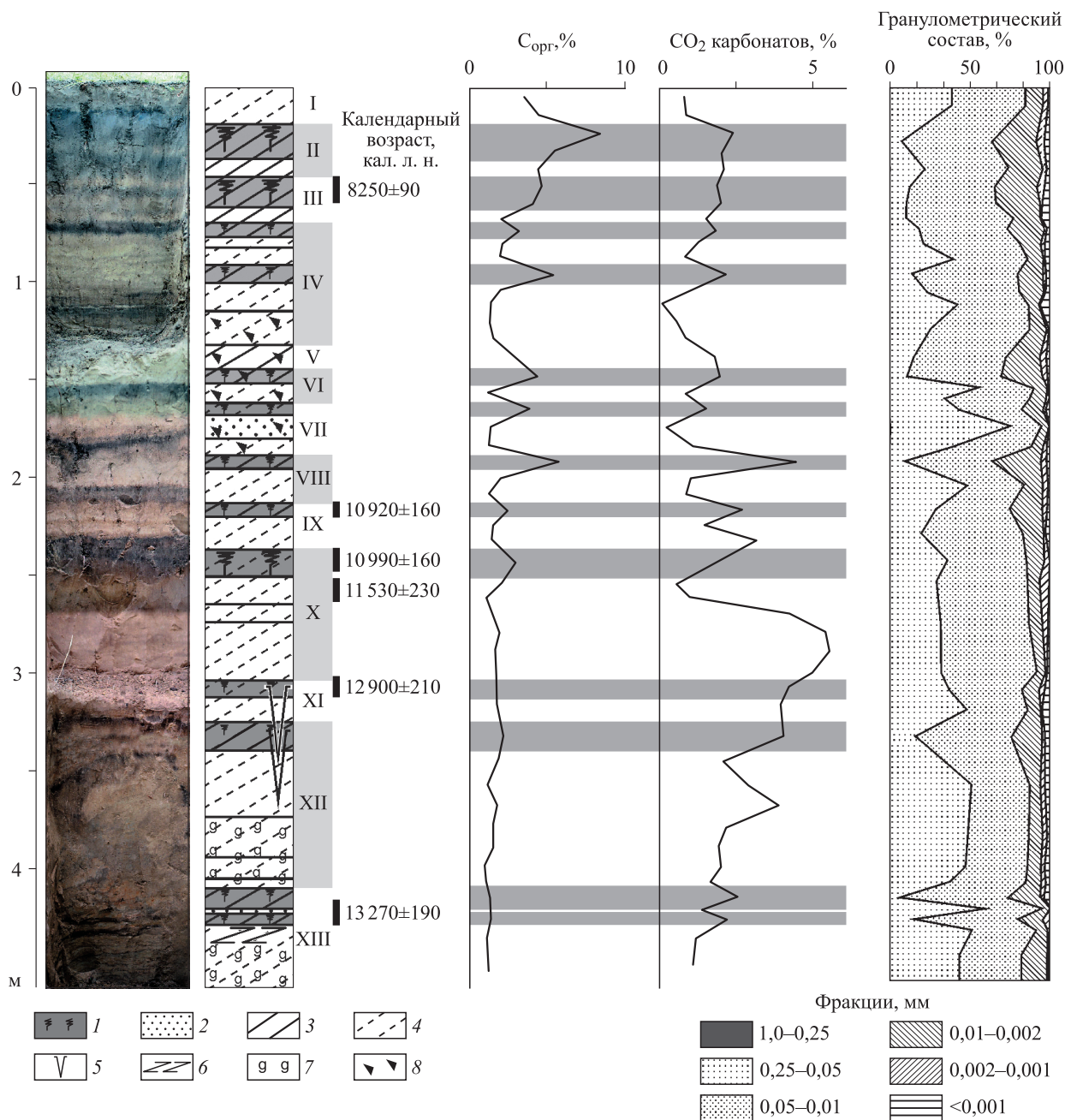


Рис. 3. Строение, абсолютный возраст и физико-химические свойства почв и отложений разреза Нижняя Буланка.

1–7 — см. рис. 2; 8 — включения углей.

Качественно отличается от вышележащих темногумусовая почва первой половины пребореала (X), находящаяся в основании пачки. Она также присутствует во всех исследуемых разрезах. Профиль почвы дифференцирован на генетические горизонты, что свидетельствует об интенсивном педогенезе при существенном ослаблении процессов осадконакопления. Четко выраженный иллювиальный максимум карбонатов отмечается в подстилающих делювиальных отложениях, что указывает на формирование почвы при относительно высокой влагообеспеченности.

Почвы, залегающие в пределах третьей пачки (304–460 см), сформированы во время заключительного позднеледникового потепления. Верхняя почва (возраст 12,9 тыс. кал. л. н.) перекрыта делю-



виальными отложениями, накопление которых стало результатом похолодания климата, сопоставляемого с поздним дриасом (12,9–11,7 тыс. кал. л. н.). Из подошвы гумусовых горизонтов почв XI и XII выходят криогенные клинья. Отложения в основании пачки криотурбированы и несут признаки оглеения. Подобные особенности характерны и для отложений, слагающих подошву разреза Надеино.

**Разрез Большой Куналей** (рис. 4) вскрыл полигенетичную толщу, состоящую из наложенных один на другой профилей двух черноземов, перекрытых с поверхности агроделювием. Нижняя почва (II) формировалась на довольно однородных по гранулометрическому составу легкосуглинистых делювиальных отложениях на протяжении первой половины пребореального периода (11,7–11,0 тыс. кал. л. н.). Формирование данной почвы, равно как и наиболее развитых раннеголоценовых почв в разрезе Надеино и Нижняя Буланка, очевидно, связано с первым голоценовым потеплением климата, отчетливо проявившимся в Восточной Сибири в первой половине пребореала [1, 8, 36]. Четко выраженный этап педогенеза отмечается в пребореале и для северной части Монгольского плато. Здесь в субаэральных отложениях обнаружены почвы возрастом 11,5 и 10,3 тыс. кал. л. н. [32], условия образования которых оцениваются как относительно влажные и теплые [39].

Тип гумуса пребореальной почвы разреза Большой Куналей гуматный. В распределении карбонатов отмечается четко выраженный иллювиальный максимум в подстилающих отложениях. Наиболее вероятно, что почва формировалась под степными/лесостепными сообществами в относительно влажных условиях при достаточной теплообеспеченности.

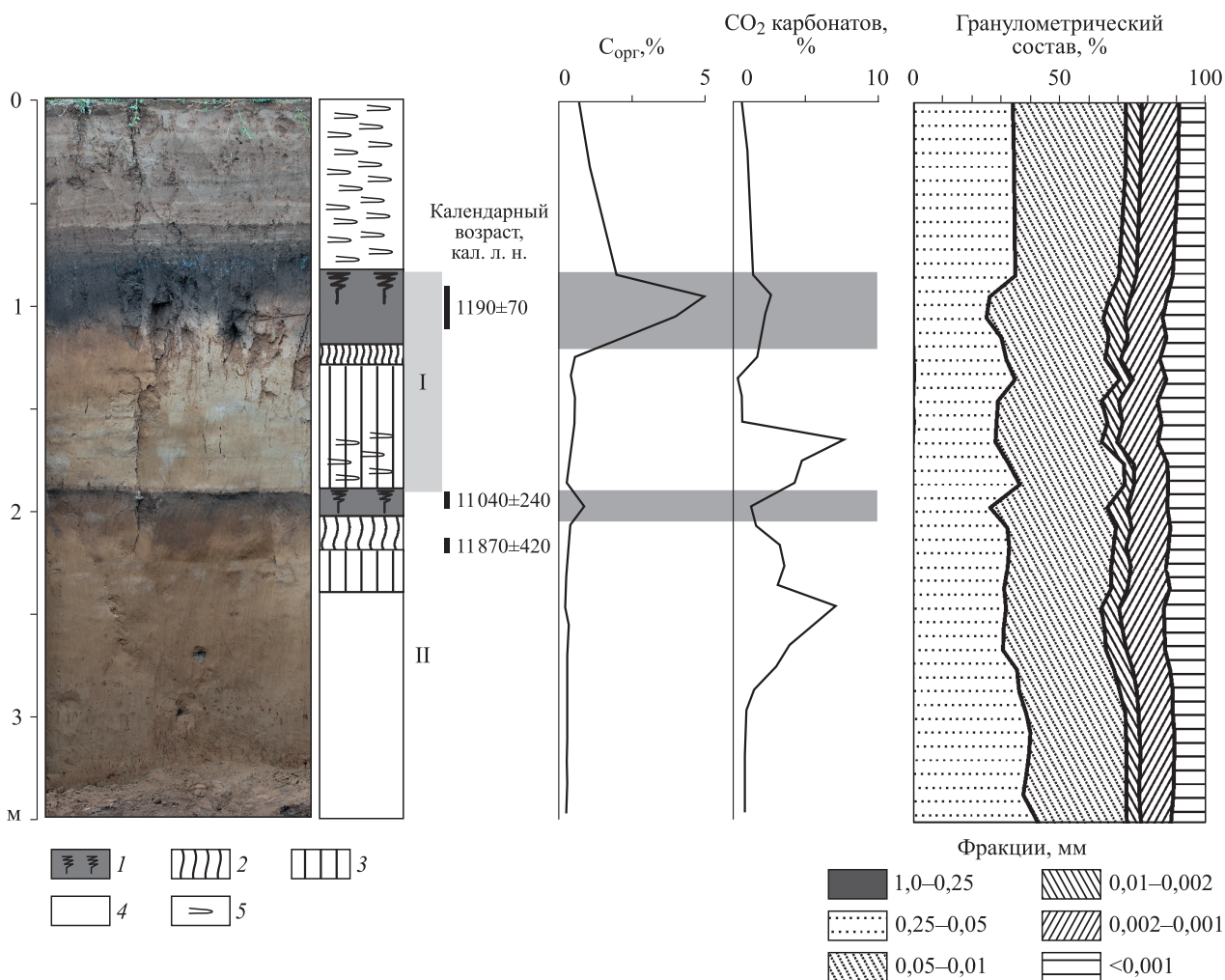


Рис. 4. Строение, абсолютный возраст и физико-химические свойства почв и отложений разреза Большой Куналей.

I — гумусовые горизонты погребенных почв; 2 — переходные горизонты; 3 — срединные горизонты; 4 — подстилающие отложения; 5 — слоистость отложений.

Кровля гумусового горизонта размыта, по резкой границе профиль переходит в перекрывающие его делювиальные отложения, накопление которых отражает этап активизации склоновых процессов, приходящийся, судя по данным, полученным на других исследуемых разрезах, на вторую половину пребореала—бореал. Вверх по профилю возрастает роль эолового фактора в осадконакоплении, что фиксируется по повышению доли пылеватых фракций, коррелирующему с увеличением количества карбонатов. Вероятно, здесь зафиксирован этап аридизации климата на границе бореального и атлантического периодов, четко отразившийся в разрезе Надеино.

В условиях стабилизации дневной поверхности сформировалась почва I, отличающаяся высоким содержанием гумуса при его гуматном составе (см. табл. 2). Содержание карбонатов максимально в кровле гумусового горизонта и постепенно снижается книзу. Очевидно, формирование почвы происходило под степной растительностью в относительно сухих и теплых условиях. Схожесть морфоаналитических характеристик данного чернозема с почвой IX в разрезе Надеино позволяет предположить, что в данной гумусово-аккумулятивной толще отражена специфика суббореального и субатлантического педогенеза.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В исследуемых разрезах, заложенных в пределах различных эрозионно-аккумулятивных форм рельефа, фазы почвообразования и активизации денудационно-аккумулятивных процессов проявились довольно синхронно. Удовлетворительная сопоставимость полученной информации с палеоклиматическими данными из смежных районов позволяет говорить об обусловленности этих фаз региональными климатическими изменениями. Таким образом, на исследуемой территории по результатам изучения почвенно-седиментационных серий выделяется четыре основных периода почвообразования и осадконакопления и соответствующих природно-климатических изменений.

В позднеледниковый период (15–11,7 тыс. кал. л. н.) происходила деградация многолетней мерзлоты, отмечались контрастные смены климатических условий. Выделено три фазы педогенеза (14,5–14,1; 14–13,3 и 13–12,6 тыс. кал. л. н.) и соответствующие им стадии потепления и увлажнения климата, во время которых формировались органо-аккумулятивные почвы. Предположительно, их формирование происходило в лесостепных условиях при невысокой теплообеспеченности и относительно высокой увлажненности. В периоды похолодания и аридизации климата (15–14,5; 14,1–14; 13,3–13 и 12,6–11,7 тыс. кал. л. н.) почвообразование прерывалось активизацией криогенных, эрозионно-аккумулятивных и эоловых процессов, которые наиболее интенсивно проявились на рубеже плейстоцена и голоцена (12,6–11,7 тыс. кал. л. н.).

Раннеголоценовый период (11,7–8,8 тыс. кал. л. н.) отличался достаточно сложной и динамичной природно-климатической обстановкой. Кратковременные фазы увлажнения и активного почвообразования прерывались этапами активизации эрозионных процессов и перекрытием почв эолово-делювиальными отложениями. Для данного периода характерна возрастающая аридизация климата, следы которой проявляются в виде высококарбонатных отложений эолового генезиса. Максимальной сухости климат достиг на границе бореального и атлантического периодов. Формирование раннеголоценовых маломощных органо-аккумулятивных почв происходило в условиях степи/лесостепи при большей теплообеспеченности и меньшей увлажненности в сравнении с почвами, сформированными в позднеледниковье. Наиболее оптимальные условия почвообразования сложились в первой половине пребореала (11,7–11 тыс. кал. л. н.), характеризовавшегося повышенным увлажнением.

Среднеголоценовый (8,8–4,7 тыс. кал. л. н.) и средне-позднеголоценовый (4,7–0 тыс. кал. л. н.) периоды отличались наиболее стабильной ландшафтно-климатической обстановкой, что выразилось в формировании полноразвитых почв и стабилизации эрозионно-аккумулятивных форм рельефа. Эти периоды характеризовались высокой теплообеспеченностью при незначительном увлажнении, постепенно снижающемся от атлантики к субатлантику. В атлантике (8,8–6,9 тыс. кал. л. н.) под степной растительностью шло образование относительно мощных темногумусовых почв. Активизация денудационно-аккумулятивных процессов 6,9–4,7 тыс. кал. л. н. вызвала их погребение. Результатом последующей стадии педогенеза стало развитие почв, по совокупности диагностических признаков сопоставимых с современными гумусово-аккумулятивными почвами черноземного типа. Они формировались под степной растительностью в условиях довольно сухого климата. По всей видимости, именно на данном этапе сложились основные черты современного почвообразования территории исследования.

Выделенные периоды и фазы и соответствующие им природно-климатические изменения находят свое отражение и в динамике развития эрозионно-аккумулятивных процессов в Юго-Западном Прибайкалье [40]. Хронология периодов согласуется с ранее полученными данными [41] по Иволгино-Удинской котловине, расположенной примерно в 30 км к северу от района исследования, где этапы ослабления активности эоловых процессов и формирования почв отмечаются в финале суббореала (2,9 тыс. кал. л. н.) и начале атлантика (8,4 тыс. кал. л. н.). Наиболее мощная почва сформировалась в первой половине пребореала (11,4 тыс. кал. л. н.).

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хотинский Н. А. Голоцен Северной Евразии. — М.: Наука, 1977. — 200 с.
2. Борисова О. К. Ландшафтно-климатические изменения в голоцене // Изв. РАН. Сер. геогр. — 2014. — № 2. — С. 5–20.
3. Динамика ландшафтных компонентов и внутренних морских бассейнов Северной Евразии за последние 130 000 лет. Развитие ландшафтов и климата Северной Евразии. Поздний плейстоцен—голоцен — элементы прогноза: Атлас-монография. Вып. 2: Общая палеогеография / Под ред. А. А. Величко. — М.: ГЕОС, 2002. — 232 с.
4. Глобальные и региональные изменения климата и природной среды позднего кайнозоя в Сибири / Под ред. А. П. Деревянко. — Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2008. — 511 с.
5. Bradley R. S. Past global changes and their significance for the future // Quater. Sci. Rev. — 2000. — Vol. 19. — P. 391–402.
6. Karabanov E. B., Prokopenko A. A., Williams D. F., Khursevich G. K. A new record of Holocene climate change from the bottom sediments of Lake Baikal // Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology. — 2000. — Vol. 156 (3–4). — P. 211–224.
7. Demske D., Neumann G., Granoszewski W., Nita M., Mamakowa K., Tarasov P. E., Oberhansli H. Late Glacial and Holocene vegetation and regional climate variability evidenced in high-resolution pollen records from Lake Baikal // Global and Planetary Change. — 2005. — Vol. 46 (1–4). — P. 275–279.
8. Tarasov P. E., Bezrukova E. V., Krivonogov S. K. Late Glacial and Holocene changes in vegetation cover and climate in southern Siberia derived from a 15 kyr long pollen record from Lake Kotokel // Climate of the Past. — 2009. — Vol. 5. — P. 285–295.
9. Безрукова Е. В., Тарасов П. Е., Кулагина Н. В., Абзаева А. А., Летунова П. П., Кострова С. С. Палинологическое исследование донных отложений озера Котокель (район озера Байкал) // Геология и геофизика. — 2011. — Т. 52, № 4. — С. 586–595.
10. Безрукова Е. В., Кривоногов С. К., Абзаева А. А., Вершинин К. Е., Летунова П. П., Орлова Л. А., Такахара Х., Миеша Н., Накамура Т., Крапивина С. М., Кавамура К. Ландшафты и климат Прибайкалья в позднеледниковье и голоцене по результатам комплексных исследований торфяников // Геология и геофизика. — 2005. — Т. 46, № 1. — С. 21–33.
11. Данько Л. В., Безрукова Е. В., Орлова Л. А. Реконструкция развития геосистем Приморского хребта во второй половине голоцена // География и природ. ресурсы. — 2009. — № 3. — С. 48–55.
12. Birkeland P. W. Soils and Geomorphology. — New York: Oxford Univ. Press, 1999. — 430 p.
13. Sheldon N. D., Tabor N. J. Quantitative paleoenvironmental and paleoclimatic reconstruction using paleosols // Earth-Science Rev. — 2009. — Vol. 95 (1–2). — P. 1–52.
14. Зыкина В. С., Зыкин В. С. Лёссово-почвенная последовательность и эволюция природной среды и климата Западной Сибири в плейстоцене. — Новосибирск: Акад. изд-во «Гео», 2012. — 477 с.
15. Данько Л. В. Эволюция почв экотона тайги и степи Прибайкалья в голоцене // География и природ. ресурсы. — 2009. — № 4. — С. 17–25.
16. Сычёва С. А. Морфолитопедогенез в аккумулятивных и трансаккумулятивных ландшафтах как особый механизм почвенно-литогенной памяти // Память почв: почва как память биосферно-геосферно-антропо-сферных взаимодействий. — М.: Изд-во ЛКИ, 2008. — С. 128–161.
17. Retallack G. J. Soils of the Past. An Introduction to Paleopedology. — Oxford: Blackwell Science, 2001. — 404 p.
18. Справочник по климату СССР. Вып. 23: Бурятская АССР и Читинская область, ч. 4: Влажность воздуха, атмосферные осадки, снежный покров. — Л.: Гидрометеиздат, 1968. — 428 с.
19. Базаров Д.-Д. Б. Четвертичные отложения и основные этапы развития рельефа Селенгинского среднего-рья. — Улан-Удэ: Бурят. кн. изд-во, 1968. — 166 с.
20. Реймхе В. В. Эрозионные процессы в лесостепных ландшафтах Забайкалья (на примере бассейна р. Куйтунки). — Новосибирск: Наука, 1986. — 120 с.
21. Вадонина А. Ф., Корчагина З. А. Методы определения физических свойств почв и грунтов. — М.: Высш. шк., 1961. — 344 с.
22. Аринушкина Е. В. Руководство по химическому анализу почв. — М.: Изд-во Моск. ун-та, 1970. — С. 166–167.
23. Кононова М. М. Органическое вещество почв. — М.: Изд-во АН СССР, 1963. — 314 с.

24. **Болонев Ф. Ф.** Семейские: Историко-географические очерки. — Улан-Удэ: Бурят. кн. изд-во, 1992. — 224 с.
25. **Тонконогов В. Д., Лебедева И. И., Герасимова М. И.** Основные горизонто- и профилообразующие процессы в почвах России // Почвообразовательные процессы. — М.: Изд-во Почв. ин-та им. В. В. Докучаева, 2006. — С. 13–37.
26. **Александровский А. Л., Александровская Е. И.** Эволюция почв и географическая среда. — М.: Наука, 2005. — 223 с.
27. **Пигарева Н. Н., Корсунова Т. М., Пьянкова Н. А.** Особенности гумусного состояния почв Бурятии // Почвоведение. — 2008. — № 4. — С. 431–440.
28. **Michelutti N., Douglas M. S. V., Wolfe A. P., Smol J. P.** Heightened sensitivity of a poorly buffered high arctic lake to late-Holocene climatic change // Quater. Res. — 2006. — Vol. 65. — P. 421–430.
29. **Velichko A. A., Andreev A. A., Klimanov V. A.** Climate and vegetation dynamics in the tundra and forest zone during the Late Glacial and Holocene // Quaternary International. — 1997. — Vol. 41/42. — P. 71–96.
30. **Безрукова Е. В., Белов А. В., Абзаева А. А., Легунова П. П., Орлова Л. А., Соколова Л. П., Кулагина Н. В., Фишер Е. Э.** Первые детальные датированные записи изменений растительности и климата Северного Прибайкалья в среднем–позднем голоцене // Докл. РАН. — 2006. — Т. 411, № 2. — С. 254–258.
31. **Lehmkuhl F., Hilgers A., Fries S., Hülle D., Schlütz F., Shumilovskikh L., Felauer T., Protze J.** Holocene geomorphological processes and soil development as indicator for environmental change around Karakorum, Upper Orkhon Valley (Central Mongolia) // Catena. — 2011. — Vol. 87. — P. 31–44.
32. **Lehmkuhl F., Hülle D., Knippertz M.** Holocene geomorphic processes and landscape evolution in the lower reaches of the Orkhon River (northern Mongolia) // Catena. — 2012. — Vol. 98. — P. 17–28.
33. **Chen F., Yu Z., Yang M., Ito E., Wang S., Madsen D. B., Huang X., Zhao Y., Sato T., Birks H. J. B., Boomer I., Chen J., An C., Wünnemann B.** Holocene moisture evolution in arid central Asia and its out-of-phase relationship with Asian monsoon history // Quater. Sci. Rev. — 2008. — Vol. 27. — P. 351–364.
34. **Решетова С. А., Безрукова Е. В., Паниzzo В., Хендерсон Э., Птицын А. Б., Дарьин А. В., Калугин И. А.** Растительность Центрального Забайкалья в позднеледниковье и голоцене // География и природ. ресурсы. — 2013. — № 2. — С. 110–117.
35. **Воробьёва Г. А.** Почва как летопись природных событий Прибайкалья: проблемы эволюции и классификации почв. — Иркутск: Изд-во Иркут. ун-та, 2010. — 205 с.
36. **Tarasov P., Bezrukova E., Karabanov E., Nakagawa T., Wagner M., Kulagina N., Letunova P., Abzaeva A., Cranoszewski W., Riedel F.** Vegetation and climate dynamics during the Holocene and Eemian interglacials derived from Lake Baikal pollen records // Palaeogeography, Palaeoclimatology & Palaeoecology. — 2007. — Vol. 252. — P. 440–457.
37. **Chebykin E. P., Erdington D. N., Grachev M. A., Zheleznyakova T. O., Vorobyova S. S., Kulikova N. S., Azarova I. N., Khlystov O. M., Goldberg E. L.** Abrupt increase in precipitation and weathering of soil in East Siberia coincident with end of the last glaciations (15 cal. kyr BP) // Earth Planet. Sci. Lett. — 2002. — Vol. 200. — P. 167–175.
38. **Severinghaus J. P., Brook E. J.** Abrupt climate change at the end of the last glacial period inferred from trapped air in polar ice // Science. — 1999. — Vol. 286, N 5441. — P. 930–934.
39. **Feng Z. D., Zhai X. W., Ma Y. Z., Huang C. Q., Wang W. G., Zhang H. C., Khosbayar P., Narantsetseg T., Liu K. B., Rutter N. W.** Eolian environmental changes in the Northern Mongolian Plateau during the past 35,000 yr // Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology. — 2007. — Vol. 245. — P. 505–517.
40. **Рыжов Ю. В.** Хронология эрозионно-аккумулятивных процессов в овражно-балочных системах Юго-Западного Прибайкалья в голоцене // География и природ. ресурсы. — 2012. — № 4. — С. 108–116.
41. **Коломиец В. Л., Будаев Р. Ц.** Новые данные о возрасте погребенных почв-индикаторов изменений природно-климатических обстановок в голоцене Юго-Восточного Прибайкалья и Западного Забайкалья // Региональный отклик окружающей среды на глобальные изменения в Северо-Восточной и Центральной Азии. — Иркутск: Изд-во Ин-та географии СО РАН, 2012. — Т. 2. — С. 34–36.

*Поступила в редакцию 2 марта 2015 г.*