

## АГРОХИМИЯ И ПОЧВОВЕДЕНИЕ

УДК 631.4: 551.8

М.И. Дергачева<sup>1,2</sup>, К.О. Очур<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Институт почвоведения и агрохимии СО РАН (г. Новосибирск)

<sup>2</sup>Биологический институт Томского государственного университета (г. Томск)

### РЕКОНСТРУКЦИЯ ИЗМЕНЕНИЙ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ В ТЕЧЕНИЕ ГОЛОЦЕНА ПЕДОГУМУСОВЫМ МЕТОДОМ НА ТЕРРИТОРИИ ЦЕНТРАЛЬНО-ТУВИНСКОЙ КОТЛОВИНЫ

*Предложена схема изменения природной среды в течение голоцена на территории Центрально-Тувинской котловины, составленная на основе изучения палеопочв и отложений педогумусовым методом с привлечением литературных материалов по споро-пыльцевому анализу последних. В схеме отражен основной тренд изменения природных условий в сторону похолодания и относительной аридизации климата на фоне флуктуаций теплообеспеченности и увлажненности. В течение голоцена почвообразование в периоды потеплений протекало в степных условиях, в относительные похолодания – лесостепных и таёжных. Впервые проведена диагностика типов и условий почвообразования на территории Тувы для начального периода голоцена (9,9–8,5 тыс. л.н.), ранее совершенно не изученного ни с точки зрения палеопедогенеза, ни с точки зрения палеоэкосистем и палеоклиматов. Отмечено три волны иссушения климата: в начале атлантического, в начале суббореального периодов и во второй половине субатлантики.*

**Ключевые слова:** палеопочвы; гумус; высотная поясность; голоцен; эволюция природной среды.

#### Введение

Реконструкция природной среды прошлого в настоящее время приобретает большое значение, так как в связи с глобальным изменением природной среды при увеличении антропогенных нагрузок возникает необходимость перспективной оценки изменения климата. Подобные прогнозы затруднены потому, что на преобразования природной среды под антропогенным влиянием могут накладываться ее изменения в процессе естественного хода эволюции природной среды. Поэтому одной из актуальных задач является возможность вычленения этой естественной составляющей. Именно ретроспективный ход изменения природной среды и ее компонентов, воссозданный на большом материале, позволит приблизиться к решению поставленной проблемы. Изучение древних почв составляет неотъемлемую часть подобных реконструкций, поскольку почвы, являясь результатом вза-

имодействия пяти факторов почвообразования (породы, рельефа, биоты, климата и времени), представляют собой такое природное тело, которое в своих свойствах отражает специфику природной среды.

Центрально-Тувинская котловина, расположенная в центре азиатского материка, имеет сложную историю развития и геологическое прошлое, отличается криоаридностью и экстраконтинентальностью, что обуславливает повышенный интерес к ее изучению. Однако в литературе чаще всего обсуждаются материалы об основных этапах изменения природной среды в плейстоцен-голоценовый период в Туве только на уровне глобальных изменений климата, т.е. с очень большим шагом по шкале геологического времени. Сведений о палеопочвах голоцена для территории Тувы (в том числе для Центрально-Тувинской котловины) немного.

Фиксируется наличие отдельных горизонтов палеопочв только по морфологии отложений разреза Мерзлый Яр на востоке Тувы [1. С. 3–19; 2; 3. С. 15–120; 4. С. 18–29]. Что касается оценки природной среды в голоцене другими методами, то комплексные исследования проведены только для Западной части Тоджинской впадины на примере разреза Мерзлый Яр [4. С. 18–29], а также споро-пыльцевым методом для некоторых районов Центрально-Тувинской котловины [5. С. 86–90; 6. С. 146–174]. Высокая диагностическая ценность палеопочв, позволяющих проводить детальные ретроспективные реконструкции с малым шагом по шкале времени и обосновывать прогнозы поведения почв и почвенного покрова в будущем, а также их слабая изученность явились предпосылкой проведения настоящего исследования.

### Материалы и методики исследования

Изученные объекты – палеопочвы и отложения – охватывают практически весь голоцен, т.е. последние 10 000 лет, и составляют ряд от самых древних – раннеголоценовых, датированных возрастом  $9860 \pm 160$  лет назад (л.н.), до сформированных не позднее  $605 \pm 55$  л.н. (табл. 1). По своему местонахождению разрезы Барык, Сесерлиг-1, Биче-Басэс-1 и Ондум-11 расположены по периметру Улуг-Хемской котловины. Разрез Барык характеризует ее самую западную точку, а серия разрезов Ондум – самую восточную, приуроченную к подножью Восточно-Тувинского нагорья (хр. Обручева). Разрез Сесерлиг-1 расположен у южного склона Уюкского хребта, а разрезы Биче-Басэс вскрывают отложения северных таежных предгорий восточного Танну-Ола. Голоценовые отложения Хемчикской котловины исследованы по разрезам Шанчы и Улуг-Хондергей-2.

Датирование объектов голоцена по гуминовым кислотам или по костям, сохранившимся в отдельных горизонтах, выполнено радиоуглеродным методом. Диагностика палеопочв и реконструкция палеоприродной среды проводились педогумусовым методом [7. С. 98–115].

Т а б л и ц а 1

## Объекты исследования

Разрез	Высота над ур.м., м	Мощность отложений, см	Глубина датированного горизонта, см	Радиоуглеродная дата, л.н.
Ондум-11	975	50	24–36	605±55 (СОАН-7447)
Биче-Басэс-1	420	55	20–30	680±90 (СОАН-7141)
Улуг-Хондергей-2	435	99	90–94	2490±45 (СОАН-7140)
Сесерлиг-1	1215	210	58–62	2695±55 (СОАН-7138)
			90–120	4105±80 (СОАН-7139)
Шанчы	750	230	152–175	8430±135 (СОАН-7446)
Барык	685	160	105–150	9860±160 (СО АН-6336)

Схема изменения природной среды в течение голоцена на территории Центрально-Тувинской котловины составлена на основе изучения палеопочв с привлечением опубликованных результатов изучения споро-пыльцевых спектров отложений [5. С. 86–90; 6. С. 146–174].

## Результаты исследования и обсуждение

По характеристике выделенных из датированных и стратиграфически связанных с ними горизонтов палеопочв гуминовых кислот (их содержания, состава и соотношения с фульвокислотами с привлечением некоторых свойств вещественного состава отложений; табл. 2) проведена реконструкция условий почвообразования для основных изученных хроносрезов палеогеографической истории голоцена на территории Центрально-Тувинской котловины. Учитывая высоты расположения над уровнем моря конкретных объектов, закономерности смены вертикальных поясов хребта Танну-Ола и Уюкского хребта Западного Саяна и диагностику условий формирования датированных или легко привязывающихся к этим датам палеопочвенных горизонтов, был выявлен тренд изменений условий почвообразования от начала голоцена до 600 л.н.

Хорошая сочетаемость дат и свойств двух разрезов – Барык и Шанчы, представляющих северный склон хребта Танну-Ола, позволила достаточно подробно реконструировать типы и условия почвообразования для ранее совершенно не изученного ни с точки зрения палеопедогенеза, ни с точки зрения палеоэкосистем и палеоклиматов начального периода голоцена протяженностью в 1,5 тыс. лет (9,9–8,5 тыс. л.н.), в течение которых наблюдались два потепления и одно относительное похолодание между ними (рис. 1).

Период раннего потепления около 9,9 тыс. л.н. был зафиксирован на территории формирования отложений разреза Барык на глубине 115–135 см. Большая доля гуминовых кислот (48–49%), невысокая – фульвокислот (около 28%), гуматный тип гумуса ( $C_{TK}:C_{ФК} > 1,5$ ) и узкое, характерное для степных почв соотношение водорода и углерода в гуминовых кислотах (0,98–1,03)

Высота,  
тыс. м над ур.м.

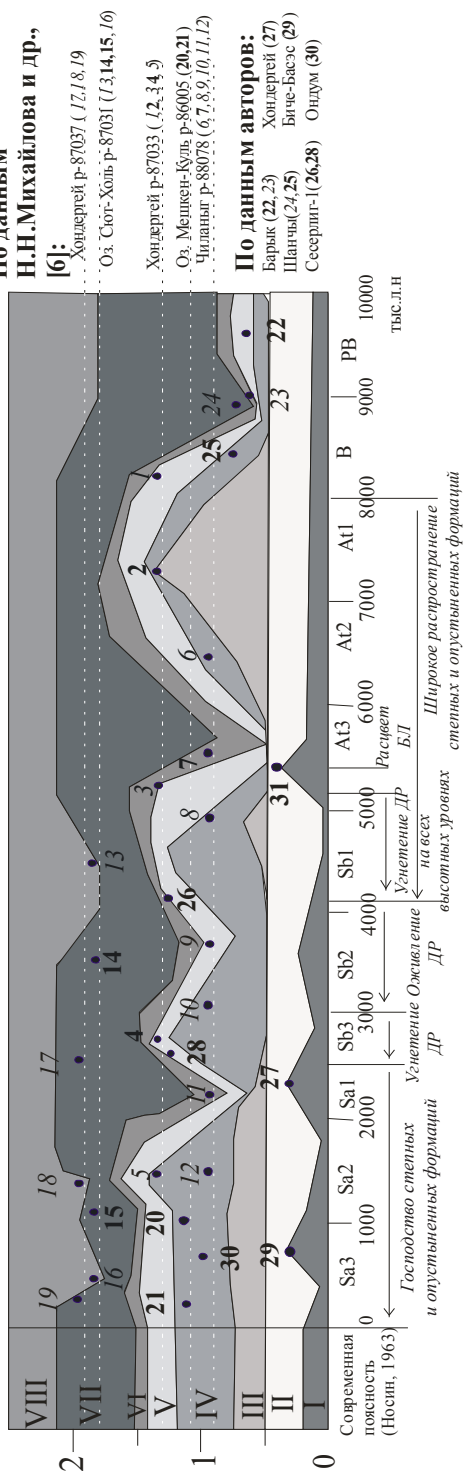


Рис. 1. Схема изменения природной среды в голоцене на территории Центральной Тувы.

Обозначения: 1–31 – номера точек обследования (цифра, выделенные жирным шрифтом, обозначают тапированные объекты, курсивом – не имеющие дат); I – березовые и смешанные леса, II – днище котловины, III – опустыненные степи, IV – умеренно засушливые степи, V – сухие и горные луговые степи, VI – березовые леса и лиственничники, VII – кедрово-лиственничный лес, VIII – субальпийские остепненные луга. Текст курсивом – реконструкции Д.П. Пономаревой, Ю.П. Селиверстова (1991); ДР – древесная растительность; БЛ – березовые леса

(табл. 2) свидетельствуют, что на территории днища Центрально-Тувинской котловины могли быть распространены сухие степи с каштановыми почвами, которые выше (в месте расположения данного разреза около 700 м над ур.м.) сменялись горными степями с аналогами черноземных почв. Условия формирования их были теплыми и относительно сухими.

Т а б л и ц а 2  
Некоторые свойства разновозрастных датированных почв Центральной Тувы

Разрез	Глубина, см	Аналоги типов почв, вмещающих датированный материал	C <sub>общ</sub> , %	$\chi \cdot 10^{-6}/\Gamma$	pH <sub>водн</sub>	CaCO <sub>3</sub> , %	C <sub>ГК</sub> C <sub>ФК</sub>		C <sub>ГК</sub> :C <sub>ФК</sub>	H:C
							% к C <sub>общ</sub>			
Ондум-11	18–24	Каштановая	2,91	4,65	8,0	13,5	26,7	20,2	1,32	0,91
	24–28	сухостепная	2,14	6,37	8,0	4,7	48,5	29,6	1,64	0,88
Биче-Басэс-1	20–25	Горно-лесная таежная	0,56	10,42	7,8	0	19,9	45,7	0,43	1,51
	25–30	Бурая горно-лесная	0,55	12,86	7,8	0	25,7	36,5	0,70	1,21
Улуг-Хон-дергей-2	90–94	Торфяно-болотная	2,58	1,64	7,7	0	Не определялось			1,05
Сесерлиг-1	58–62	Черноземная степная	2,42	1,38	8,2	4,7	43,8	24,0	1,83	0,83
	62–68	Черноземная лесостепная	1,73	1,42	8,2	1,6	28,3	30,7	0,92	1,07
	76–83	Черноземная степная	1,72	1,27	8,2	2,7	37,7	28,0	1,35	0,75
	90–100	Черноземная лесостепная	2,29	1,96	8,0	1,7	37,6	30,7	1,23	0,99
	100–110	степная	2,33	2,09	8,0	2,3	33,9	30,9	1,10	1,01
	110–120		2,49	2,08	8,2	2,1	29,3	29,3	1,00	1,09
Шанчы	152–164	Черноземная степная	1,21	1,52	8,9	4,1	35,4	17,9	1,98	0,89
	164–175		0,96	2,23	8,8	1,1	31,4	24,4	1,29	0,84
	195–204	Горно-таежная дерново-мерзлотная	0,84	1,50	8,9	5,1	14,0	41,6	0,34	1,21
Барык	95–105	Бурая горно-лесная	0,26	9,30	8,8	5,0	19,3	36,1	0,53	1,19
	105–115		0,38	9,50	8,8	5,0	21,0	31,5	0,67	1,16
	115–125	Черноземная степная	0,65	7,43	8,8	9,9	49,2	27,6	1,78	1,03
	125–135		0,54	7,61	8,8	7,0	48,1	27,7	1,74	0,98

Выше 700 м над ур.м. на северном склоне и 1 100 м на южном, учитывая закономерности вертикального распределения современных почв в Туве, в это время находился пояс светлохвойной тайги с распространенными на его территории аналогами бурых горно-лесных почв. Еще выше, в основном на северном склоне, располагался таежный пояс с горно-таежными дерновыми мерзлотными, а выше – мерзлотными почвами, который на южном скло-

не, по-видимому, выклинивался. В высокогорной части хребта сверху вниз имели место три вертикальных пояса: нивальный, тундровый, субальпийский с аналогами горно-тундровых и горно-луговых почв соответственно.

Это раннее потепление, произошедшее около 9,9 тыс. л.н., сменилось относительным похолоданием, проявившемся в характеристиках отложений, лежащих на глубине 95–115 см, выше датированной толщи в разрезе Барык, где гумус имеет фульватный состав ( $C_{ГК}:C_{ФК} = 0,53–0,67$ ), низкое содержание гуминовых кислот (19–21%), в которых соотношение водорода и углерода (Н:С) превышает 1,00 на 0,16–0,19 единиц (см. табл. 2). Это позволяет предположить, что территория местоположения разреза Барык в это время оказалась в лесной зоне (см. рис. 1) и участок на высоте около 700 м над ур.м. находился в условиях не только с более холодным, но и влажным климатом.

Сдвиг природных зон в первую очередь отразился на высокогорной части хребта расширением нивальной части и, соответственно, опусканием ниже лежащих вертикальных поясов (тундрового и субальпийского) книзу. Оказалась на более низком гипсометрическом уровне и зона темнохвойной тайги, располагавшаяся выше зоны лиственных лесов. Сдвиг природных зон книзу подтверждается также тем, что нижняя (195–204 см) толща отложений разреза Шанчы, расположенного на высоте 750 м над ур.м., по своим свойствам соответствует лесным условиям формирования. В месте его расположения почвообразование протекало, скорее всего, в относительно холодных и влажных условиях, о чем свидетельствуют еще более низкое (почти на 5%), чем в предыдущем случае, содержание гуминовых кислот, более высокая доля фульвокислот, достигающая почти 42%, и очень узкое соотношение углерода гуминовых кислот к углероду фульвокислот ( $C_{ГК}:C_{ФК} = 0,34$ ), а также величина Н:С в гуминовых кислотах, соответствующая таковой современных почв таежных условий формирования (табл. 2). Можно предположить, что в это период похолодания и увеличения увлажнения на северном склоне значительно расширилась зона распространения аналогов горно-таежных дерновых мерзлотных почв и отсутствующая на южном склоне хребта Танну-Ола в предшествующие периоды таежная зона в это время заняла свое место в вертикальной поясности.

Климатические условия в период формирования датированной толщи отложений разреза Шанчы, лежащей выше предыдущей (152–175 см), судя по имеющейся радиоуглеродной дате, сформированной около 8,5 тыс. л.н. ( $8\ 430 \pm 135$  л.н.), отличались оптимальным сочетанием тепла и влаги, благоприятствующим процессам гумусо- и почвообразования. Доля гуминовых кислот в составе гумуса выше более чем в 2 раза по сравнению с предыдущим периодом, фульвокислот – в 1,5–2 раза меньше; распределение основных компонентов «ножничного» типа, а также величина Н:С, лежащая в пределах 0,84–0,89 (см. табл. 2), – все это специфично для степных почв и соответствует теплым и умеренно-влажным условиям почвообразования.

В результате потепления, наступившего в этот период на склонах хребта Танну-Ола, вновь произошел сдвиг зон (см. рис. 1). В котловинах, вероятнее всего, доминировали аналоги темно-каштановых сухостепных почв, сформировавшихся в теплых и умеренно сухих условиях. В это время на высоте около 750 м над ур.м. на участке формирования отложений разреза Шанчы лесной пояс уступил место умеренно-засушливой степи с преобладанием аналогов черноземных почв. Таежная зона вернулась на прежний уровень на высоту около 1 400 м над ур.м. и практически вновь исчезла на южном склоне. По-видимому, такое потепление вызвало сокращение нивальной зоны, что повлекло за собой подъем вверх по склону тундровой зоны. Субальпийские луга поднялись на высоту около 2 000 м над ур.м.

Наличие в разрезе Сесерлиг-1 двух датированных гумусовых горизонтов, нижний из которых (90–120 см) формировался, судя по имеющейся радиоуглеродной дате, около 4,1 тыс. л.н., а верхний (58–62 см) – около 2,7 тыс. л.н. (см. табл. 1), позволило проследить направленность изменений природно-климатических условий в южной части Центрально-Тувинской котловины, а также сдвиг вертикальных поясов Уюкского хребта Западного Саяна в разные временные отрезки суббореального периода (см. рис. 1).

В результате проведенных исследований зафиксирован теплый умеренно влажный период формирования нижнего горизонта (90–120 см), характеризующегося фульватно-гуматным типом органо-минеральных взаимодействий и близким к 1,0 соотношением водорода и углерода в гуминовых кислотах (см. табл. 2). В это время природная обстановка соответствовала условиям южной лесостепи (см. рис. 1): почвообразование здесь в этот период, скорее всего, протекало по черноземному типу в умеренно теплых и умеренно влажных условиях.

Выше охарактеризованной толщи, практически между двумя датированными гумусовыми горизонтами палеопочв этого разреза (глубина 62–83 см), фиксируется зона педогенеза, формирование которой происходило при чередовании степных и лесных условий, связанных с колебаниями тепла и влаги на данной территории (см. рис. 1). Лесной пояс, находящийся в непосредственной близости в современное время, в середине суббореального периода оказывал еще большее влияние на участок, в пределах которого происходило формирование разреза Сесерлиг-1. Вышележащий гумусовый горизонт (58–62 см), датированный возрастом около 2,7 тыс. лет, судя по возросшему содержанию гуминовых кислот до 44% и относительно более низкому содержанию фульвокислот (24%), а также соотношению основных элементов в составе гуминовых кислот ( $H:C = 0,83$ ) формировался в теплых умеренно засушливых степных условиях, близких современным (см. рис. 1).

Наличие торфяного горизонта (датированного по гуминовым кислотам временем  $2\,490 \pm 45$  л.н.) в разрезе Улуг-Хондергей-2, расположенного в Хемчекской котловине, по соотношению водорода и углерода в элементном составе гуминовых кислот, незначительно превышающих 1,0 ( $H:C=1,05$ ), свидетель-

ствует о существовании умеренно теплых и влажных условий. Изменение увлажненности климата в это же время отмечалось и другими авторами [2; 6. С. 146–174]. Оно проявилось в катастрофическом подъеме воды и, как следствие, разливе рек, оставившем свидетельство в береговых отложениях в виде торфяных или оторфованных прослоев, как отмечал А.Ф. Ямских [2], что и наблюдалось в разрезе береговых обнажений старого русла р. Улуг-Хондергей.

Результаты, характеризующие период около 700 л.н. ( $680 \pm 90$  л.н.), полученные на основании изучения состава гумуса отложений разреза Биче-Базэс (см. табл. 2), фиксируют переход от более теплых к относительно более холодным условиям, что позволяет предположить наличие теплого периода перед началом малой ледниковой эпохи. Изменение характеристик внутри рассматриваемого горизонта свидетельствует об уменьшении теплообеспеченности, увеличении влагообеспеченности и смене типа гумуса с гуматно-фульватного на фульватный. Соотношение основных элементов в гуминовых кислотах не противоречит этому выводу. Спустя всего 70–80 лет (в период  $605 \pm 55$  л.н.) почвообразование в другом районе Центрально-Тувинской котловины – в долине р. Ондум – протекало в теплых условиях сухой степи, о чем свидетельствуют гуматный состав гумуса ( $C_{ГК}:C_{ФК} - 1,32-1,64$ ) и узкое соотношение водорода и углерода в гуминовых кислотах ( $0,88-0,91$ ).

Таким образом, изучение гумуса почв и палопочв и отложений дало возможность проследить направленность изменения палеоприродной среды.

Поскольку не все периоды голоцена были охвачены палеопочвенными исследованиями, дополнительно были проведены обобщение и сопоставление с полученными данными материалов изучения споро-пыльцевых спектров, имеющихся в литературе (табл. 3). Реконструкции, проведенные этими методами, были сведены в единую схему изменения природной среды на территории Центрально-Тувинской котловины в голоцене (см. рис. 1).

По данным споро-пыльцевого анализа Н.Н. Михайлова и др. [6. С. 146–174], бореальный период на территории Центральной Тувы характеризуется сухими степями с полынями и эфедрой. Однако в наиболее благоприятных для произрастания лесов экологических условиях также встречались лесные массивы, которые имели фрагментарный характер (табл. 3). Их угнетение произошло в начале атлантического периода (At1) в результате снижения уровня увлажнения и значительного потепления климата. На территории Улуг-Хемской котловины на высоте 1 300 м над ур.м. в одном из горизонтов разреза Хондергей (р. 87033), соотносимых по радиоуглероду со временем  $7 330 \pm 60$  л.н., специфика споро-пыльцевых спектров соответствовала опустыненным степям и полупустыням (табл. 3, рис. 1).

В середине атлантического периода (At2) в котловинах и на соляных склонах Центральной Тувы широкое распространение получили степные формации. Одновременно с ними развивались березняки в наиболее экологически пригодных для них местах. В восточных и западных районах региона в этот период, по-видимому, было умеренно сухо [5. С. 86–90; 6. С. 146–174].



Т а б л и ц а 3

## Объекты исследования споро-пыльцевых спектров [б. С. 146–174]

Разрез	Высота, м над ур.м.	Глубина, м	Соотнесение объектов с периодами голоцена и даты по <sup>14</sup> С, л.н.	Преобладающий тип растительности	№ точки на схеме (см. рис. 1)
87033	1 300	1,15–1,25	Бореал-3	Сухие степи	1
		1,0–1,15	7330±80	Угнетение лесной растительности	2
		0,47–1,0	Атлантика	Сухие степи	3
		0,37–0,47	Атлантика, суббореал-1	Степи, полупустыни	–
		0,17–0,37	2 800±80	«Оживление» лесной растительности	4
		0,17–0,07	Субатлантика-1	Сухие и настоящие степи	5
		0–0,07	Субатлантика-2, 3	Кедрово-лиственничные леса и настоящие степи	–
88078	900	3,5–3,67	Атлантика-2	Сухие степи	6
		2,8–3,5			
		2,25–2,8	5 280±110	Березовые леса, степи локализируются в котловинах	7
		1,8–2,25	Суббореал-1	Сухие степи и горные степи	8
		1,4–1,8	Суббореал-2	«Раздвижение» лесного пояса, степи только в котловине	9
		1,25–1,4	Суббореал-2	Незначительное расширение степного пояса	10
		0,6–1,25	Субатлантика-1	Восстановление лесной растительности	11
		0,1–0,6	Субатлантика-2	Сухие степи и горные степи	12
0–0,1	Субатлантика-3	Развитие лиственничных лесов, степи только в котловине	–		
87031	1 815	0,77–0,80	Суббореал-1	Субальпийские остепненные луга; субальпийское кедровое редколесье	13
		0,72–0,77			
		0,67–0,77			
		0,47–0,67	3 630 ±60	Кедрово-лиственничное редколесье	14
		0,12–0,47	1 130 ±40	Кедровые леса и редколесье	15
		0,05–0,12	Субатлантика-2	Субальпийские остепненные луга	16
		0–0,05	Субатлантика-3	Субальпийское кедрово-лиственничное редколесье	–
87037	1 900	0,65–0,90	Субатлантика-1	Кедрово-лиственничные леса	17
		0,35–0,65	Субатлантика-2	Кратковременное угнетение древесной растительности	18
		0,17–0,35	Субатлантика-3	Кедрово-лиственничные леса	19
86005	1 125	0,44–0,55	1 070±70	Сухие степи и долинные леса с березой	20
		0,05–0,40	350±69	Сухие степи, угнетение древесной растительности	21
		0–0,05	Субатлантика-3	Сухие степи и долинные леса с березой	–

*Примечание.* Прочерк означает, что данная точка не нанесена на схему, хотя результаты учтены при ее составлении.

В конце атлантического периода (At3) бореальные леса несколько сузили сухостепные территории в юго-восточной части Улуг-Хемской котловины, о чем свидетельствует анализ споро-пыльцевых спектров, который позволил авторам [6. С. 146–174] выявить увеличение доли хвойных пород на более низких гипсометрических уровнях (см. табл. 3). В период около 5,3 тыс. л.н. степные ценозы, вероятнее всего, находились только в котловинах, причем они формировались в условиях теплого и умеренно влажного климата, что зафиксировано в разрезе 88078 на высоте около 900 м над ур.м.

Ранний суббореал (Sb1) на территории Тувы отличался сильной аридизацией климата, которая охватывала обширные пространства и вновь привела к угнетению древесной растительности. В такие периоды увеличивалась площадь распространения сухих и опустыненных степей, которые занимали не только котловины, но и прилегающие к ним склоны. Согласно Н.Н. Михайлову и др. [6. С. 146–174], эта фаза развития природной среды голоцена определяется как холодная и сухая.

В середине суббореального периода (Sb2) на территории Тувы отмечают изменение климатических условий в сторону увлажнения, максимальное развитие лесной формации и локализация степей в котловинах (табл. 3).

Территория Центральной Тувы в позднем суббореале (Sb3), по данным палинологических исследований [6. С. 146–174], характеризуется умеренно-влажными условиями среды и чередованием степных и лесных природных обстановок. Так же, как и по палеопочвенным данным (разрез Сесерлиг-1), происходило чередование степных и лесных биоклиматических условий. Последовательно наблюдались незначительное расширение степного типа растительности и одновременное сокращение лесного пояса, затем уменьшение распространенности сухих и настоящих степей и оживление лесной растительности, которое зафиксировано по споро-пыльцевым характеристикам в период  $2800 \pm 80$  л.н. в долине р. Улуг-Хондергей, правого притока р. Хемчик (см. табл. 3).

В течение раннего и среднего субатлантического периода (Sa1 и Sa2) происходили неоднократные колебания влагообеспеченности на многих территориях Евразии [8. С. 8–15].

По данным Н.Н. Михайлова и др. [6. С. 146–174], в западной части Хемчикской котловины возле оз. Мешкен-Куль споро-пыльцевой комплекс отложений среднесубатлантического (Sa2) периода ( $1070 \pm 70$  л.н.) отвечает низкому уровню влагообеспеченности, соответствующему условиям сухих степей.

В то же время на территории болотного массива, находящегося на высоте 1900 м, отмечалась интенсификация заболачивания долины р. Улуг-Хондергей.

На территории Центральной Тувы достаточно ярко проявилось похолодание конца субатлантического периода (Sa3), характеризующееся сильной аридизацией климата. Этот этап представляет собой «малую ледниковую

эпоху» и, по мнению Н.Н. Михайлова и др. [6. С. 146–174], приходится на XVI–XIX вв. н.э.

Датированные возрастом  $350 \pm 60$  лет и 100 л.н. отложения, рассмотренные в работе Н.Н. Михайлова и др. [6. С. 146–174], характеризуют вторую, более продолжительную аридную эпоху. Изменения природных условий в этот период были относительно глубокими, распространялись, по мнению этих авторов, на всю территорию Тувы и сопровождалась широким развитием степной растительности от котловин до высокогорного пояса.

Данные споро-пыльцевого анализа позволили Н.Н. Михайлову и др. [6. С. 146–174] отметить, что в течение всего голоцена в межгорных впадинах Тувы господствовали степные ценозы, менялись только типы степей, причем котловины были тем центром, из которого в периоды аридизации климата растительность распространялась в горные районы, вытесняя леса или остепняя их травянистый ярус. Авторы подчеркивают, что на изменение экологических условий реагирует прежде всего лесная растительность на верхней границе леса, тогда как растительность среднего пояса менее подвержена влиянию меняющихся условий, поскольку даже в пыльцевых спектрах холодных климатических фаз присутствуют древесные породы, достаточно требовательные к условиям местообитания. Они также считают, что процессы смены растительности сообществ во впадинах и горах протекают не всегда одновременно, т.е. максимум холода в горах и максимум сухости в котловинах могут не совпадать по времени [6. С. 146–174]. Учитывая датированные и не датированные объекты (табл. 3), авторы в эволюционном развитии биоценозов за последние 8,5 тыс. лет выделили 5 теплых (атлантика-1 и 3, суббореал-2, субатлантика-1 и 3) и 4 холодных (атлантика-2, суббореал-1 и 3, субатлантика-2) этапа. К влажным этапам были отнесены 4 периода: атлантика-2, атлантика-3, субатлантика-1 и суббореал-3; 5 периодов охарактеризованы как более сухие: атлантика-1, суббореал-1, суббореал-2, а также субатлантика-2 и субатлантика-3. В этой работе также было подчеркнуто, что на территории Тувы более ярко проявились похолодания суббореала-1 и субатлантики-2, характеризующиеся сильной аридизацией климата на обширных пространствах и угнетением растительности, особенно древесной, и предположено, что такие холодные и сухие фазы сказались на растительном покрове сильнее, чем холодные и влажные, и, таким образом, влажность была выделена как главенствующий фактор в развитии растительности данного региона.

Таким образом, реконструкция отдельных этапов развития природной среды голоцена педогумусовым и споро-пыльцевым методами не противоречат друг другу, а ложатся в единую логическую схему ее изменения за последние 10 тыс. лет.

Приведенное выше обобщение позволило предложить рабочую схему изменения природной среды в голоцене на территории Центральной Тувы, которая представлена на рис. 1. Авторы считают эту схему рабочей, поскольку

ку со временем она может претерпеть определенные изменения в связи с расширением географического охвата территории. В то же время она может служить основой для обобщения разнообразных данных, характеризующих палеоприродную среду этого периода палеогеографической истории Тувы.

### Заключение

Согласно реконструкции условий формирования конкретных горизонтов, соответствующих потеплениям и похолоданиям климата, педогумусовым методом, а также имеющимся в литературе данным по споро-пыльцевым спектрам отложений разного голоценового возраста [5. С. 86–90; 6. С. 146–174] предложена наиболее подробная на данный момент схема изменения условий почвообразования в Центрально-Тувинской котловине. Выявлено, что в течение голоцена почвообразование в периоды потеплений протекало в степных условиях, в относительные похолодания – лесостепных и таежных.

Полученные нами данные по характеристике гумуса палеопочв и отложений, а также литературные данные по споро-пыльцевому анализу не противоречат друг другу и фиксируют общую направленность изменения природной среды в сторону похолодания и относительного усиления аридизации, на фоне которых происходили колебательные изменения теплообеспеченности и увлажненности.

### Литература

1. Ямских А.Ф. Палеогеографические условия Тоджинской котловины в голоцене // Природные условия и ресурсы юга Средней Сибири : сб. науч. тр. Красноярск, 1983.
2. Ямских А.Ф. Осадконакопление и террасообразование в речных долинах Южной Сибири. Красноярск : КГПИ, 1993. 226 с.
3. Борисов Б.А., Минина Е.А. Карта четвертичных отложений Тувинской АССР. М-б 1:500000: Объясн. зап. Л. : ВСЕГЕИ, 1988.
4. Аржанников С.Г., Алексеев С.В., Глызин А.В. и др. Природная обстановка в голоцене в западной части Тоджинской впадины на примере разреза Мерзлый Яр // Проблемы реконструкции климата и природной среды голоцена и плейстоцена Сибири. Новосибирск : Изд-во Ин-та археологии и этнографии СО РАН, 2000. Вып. 2.
5. Пономарева Д.П., Селиверстов Ю.П. Некоторые особенности палеогеографии голоцена Улугхемской впадины (Тувы) // Вестник ЛГУ. Л. : Изд-во Ленингр. ун-та, 1991.
6. Михайлов Н.Н., Чистяков К.В., Амосов М.А. и др. Геоэкология горных котловин. Л. : Изд-во ЛГУ, 1992. 292 с.
7. Дергачева М.И. Археологическое почвоведение. Новосибирск : Изд-во СО РАН, 1997. 228 с.
8. Изменение климата и ландшафтов за последние 100 тыс. лет в Северной Евразии / отв. ред. А.А. Величко. М. : ГЕОС, 1999.

Поступила в редакцию 15.05.2011 г.

Maria I. Dergacheva<sup>1,2</sup>, Ksenia O. Ochur<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institute of Soil Science and Agrochemistry of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia

<sup>2</sup>Biological Institute of Tomsk State University, Tomsk, Russia

## ENVIRONMENT CHANGES RECONSTRUCTION BY PEDOHUMIC METHOD IN THE CENTRAL-TUVAN HOLLOW DURING HOLOCENE PERIOD

*The paleosols formed from 9860±160 to 605±55 years ago in the Central-Tuvan hollow were investigated by the pedohumic method with the aim to reconstruct the environment of the past.*

*According to diagnostics of certain horizons types and their forming conditions corresponding to climate warming and cooling and taking into account the reported data on spore-pollen spectra of the sediments of different Holocene age the most detailed present scheme of soil formation environment changes in the Central-Tuvan hollow was suggested. It was revealed that during Holocene warming periods soils were forming in the steppe environment and during those of cooling soil formation occurred in the steppe-forest and taiga.*

*Diagnostics of soil formation types and conditions for Holocene beginning period (9,9–8,5 thousand years ago) was first carried out for Tuva territory. This period has not been studied either from paleopedogenesis point of view or from that of paleoecosystems and paleoclimates. Well-compared dates and characteristics of Baryk and Shanchy sections made it possible to reconstruct environment changing in that time and to reveal two periods of warming and one of cooling between them. The cooling period was so deep and strong that it led to dark coniferous taiga zone being lowered to 700 m above sea level where steppe cenosis predominated over warm intervals. The following Holocene period that started 7 thousand years ago is characterized on the scheme with the combination of pedogenesis features studied for paleosols and sediments and of reported data of spore-pollen spectra.*

*Three waves of climate drying are distinguished: in the beginning of atlantic and subboreal periods and in the second half of subatlantic one. The first arid age was followed by climate warming and two last ones were characterized by significant climate cooling led to depression of wooden vegetation on all altitude levels, which is confirmed by sediment spore-pollen spectra and by the data of Seserlig-1, Biche-Bases-1 and Ondum-11 paleosols sections studying. Dry periods interchanged with moistening phases at the end of atlantic period and on the border between subboreal and subatlantic periods that were first followed by cold conditions and then changed into warmer ones. Cold and humid stages occurred with the forest zone getting wider that was replaced by steppe cenosis under climate warming. Pedogenic features of the investigated paleosols within Seserlig-1 section convincingly prove this statement demonstrating interchanging of forest-steppe and steppe environment.*

*The data on paleosols and sediment humus characteristics and reported spore-pollen spectra do not contradict each other and register a general trend of environment changing in the direction of warming and relative aridization increasing that served as background for fluctuations of warmth supply and moistening.*

**Key words:** paleosols; humus; high-altitude zones; Holocene; environment evolution.