

ПАЛЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ В СУББОРЕАЛЬНЫЙ И СУБАТЛАНТИЧЕСКИЙ ПЕРИОДЫ ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ ЮЖНОГО УРАЛА

Изучены особенности состава и свойств палеопочв, вскрытых в карьере Батурино и археологическом объекте Степное 7 на Южном Урале. Проведена диагностика палеоэкологических условий в суббореальный и субатлантический периоды в пределах современной лесостепи Южного Урала.

Ключевые слова: палеопочвы, гумус, гуминовые кислоты, суббореал, субатлантика, Южный Урал, палеоприродная среда.

В последнее время все больший интерес вызывают исследования, связанные с изучением климата. Чтобы понять вектор изменения современной природной обстановки, необходимо знать ее предшествующую динамику в разные геологические временные отрезки. Только изучение прошлых ландшафтных условий для локальных территорий обеспечивает возможность воссоздания всеобщих климатических изменений, в том числе в период последнего межледникового.

В целом для второй половины голоцена Южного Урала различными методами реконструировано направленное снижение теплообеспеченности и многократная смена аридизации-гумидизации. Для конкретного временного интервала суббореала (3600–3700 лет назад) Зауралья, рассматриваемого в настоящей публикации, имеются сведения для степной зоны о нарастании гумидности [1], [2], росте аридизации [3] и непостоянстве условий увлажнения [4]. Для начала субатлантического времени (2100 лет назад), также рассматриваемого в работе, в степном Зауралье отмечается резкое увеличение увлажнения и, возможно, похолодание [5], в степях Предуралья также восстановлены гумидные условия [6] и на их фоне в целом смягчение климата [7]. Таким образом, палеорекострукции климата к настоящему времени осуществлены главным образом для степной зоны Южного Урала, данные по увлажненности климата носят противоречивый характер, что, вероятно, связано с обусловленностью этого показателя особенностями локальных условий.

Цель данной публикации – выявить особенности палеоэкологических условий суббореального и субатлантического периодов локальных территорий в пределах современной южной лесостепи Южного Урала. С позиций палеопочвоведения.

Объектами исследования послужили палеопочвы суббореального и субатлантического периодов Южного Урала. Палеопочва кургана 3 (разрез 3–02) археологического памятника Степное 7, согласно автору археологических раскопок к.и.н. Д.Г. Здановичу, имеет возраст 3600–3700 лет и относится к суббореальному периоду. Этот участок расположен в Троицком районе Челябинской области на левом берегу реки Уй (левый приток Тобола). Вторая палеопочва была вскрыта в одном из бортов заброшенного угольного карьера Батурино (разрез 4–13), который находится в 40 км южнее Челябинска (рис. 1). Согласно полученной радиоуглеродной дате гуминовые кислоты, выделенные из гумусового горизонта палеопочвы, имеют возраст 2073 ± 259 лет (NSKA) Таким образом время ее формирования относится к первой трети субатлантического периода.

Расстояние между районами исследования составляет около 100 км.

Оба изучаемых участка находятся в пределах одной современной ландшафтной зоны. Карьер Батурино расположен в южной лесостепи, археологический объект Степное 7 – южнее на 100 км, вблизи ее современной границы со степью, которая здесь проходит по реке Уй. Растительный покров обоих участков представлен березовыми и осиново-березовыми колками с участием злаково-разнотравных луговых и настоящих сте-

пей и остепненных лугов [8]. Ключевые участки имеют разные абсолютные высоты местности, составляющие 300–310 м для Степного и 230–240 для Батурино и сходный холмисто-равнинный рельеф. Для ключевого участка Батурино по сравнению со Степным характерны менее теплые условия (+2,3 °С по сравнению с +2,7 °С) и значительно большее количество осадков (440 мм по сравнению с 390 мм) [9].

Почвенные образцы отбирались подробно, в пределах видимых горизонтов, каждые 5–10 см. Удельная магнитная восприимчивость определялась на каппаметре Kappabrig KLY-2. pH водной вытяжки – потенциометрически, общий органический углерод – методом Тюрина, состав гумуса – по методике Пономаревой-Плотниковой [10]. Гуминовые кислоты были выделены из разных горизонтов палеопочв 0,1 n NaOH после декальцирования, осаждались 2 n HCl, переосаждались и отделялись центрифугированием без жесткой очистки [11], существенно влияющей на их состав [12]. Элементный состав гуминовых кислот определялся в аналитической лаборатории НИОХ СО РАН на автоматическом элементном CHNS-O анализаторе EURO EA-3000 и дублировался по Преглю. Радиоуглеродное датирование гуминовых

кислот было проведено методом AMS в ИЯФ СО РАН. Электронные спектры поглощения снимались на спектрофотометре ПЭ-5400 УФ. Расчет коэффициентов экстинкции проводился при λ 465 нм, толщине слоя $l=1$ см и концентрации беззольной ГК 0,001% [13], коэффициентов цветности – по Вельте [14]. Спектры флуоресценции снимались на сканирующем спектрофлуориметре Cary Eclipse Fluorescence Spectrophotometer.

При реконструкции палеоэкологических условий формирования палеопочв педогумусовым методом [15], [16] использовалась база данных по эколого-гумусовым связям почв Урала, имеющаяся в распоряжении авторов.

Морфологическое строение исследуемых палеопочв позднеголоценового возраста позволяет отнести их к аналогам черноземов на основании наличия в них всех присущих этому типу почв горизонтов с соответствующими характеристиками. Погребенная почва изучаемого участка Степное перекрыта насыпью кургана, мощность которого в настоящее время составляет около 20 см. Гумусовый горизонт имеет мощность 30 см, серую в сухом состоянии и темно-серую – во влажном окраску. Он характеризуется как плотный комковатый

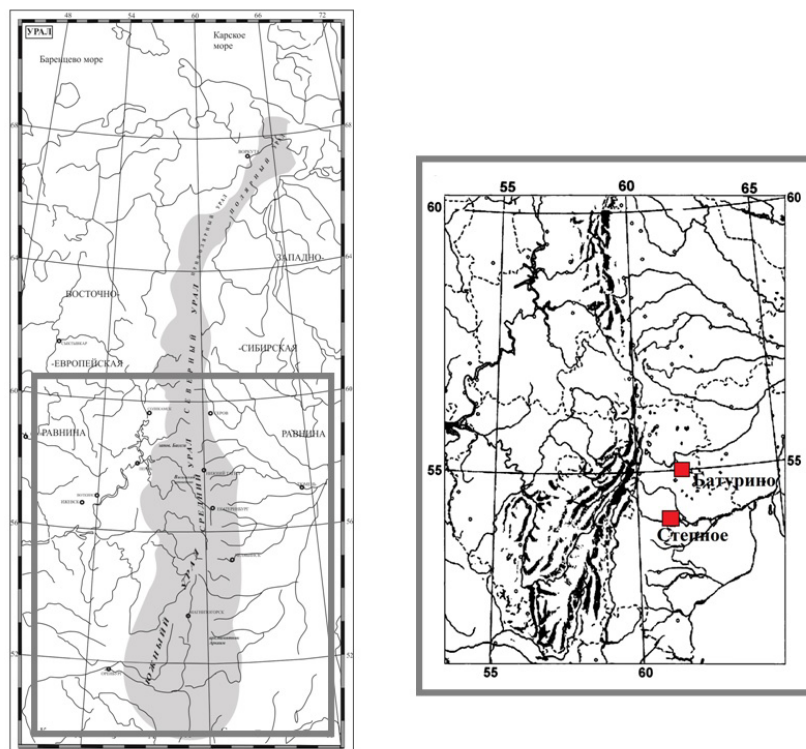


Рисунок 1. Положение объектов исследования

супесчаный, не вскипающий от соляной кислоты горизонт. Палеопочва субатлантического периода перекрыта насыпью около 40 см, ее гумусовый горизонт мощностью 25 см темно-серой окраски, плотный, комковатый, также не вскипает от соляной кислоты.

Средние характеристики вещественного состава гумусовых горизонтов палеопочв суббореального и субатлантического периодов свидетельствуют, что обе почвы имеют относительно высокую и близкую по величинам удельную магнитную восприимчивость ($2,9 \pm 0,27$ и $3,2 \pm 0,20 \cdot 10^{-5}/\text{кг СИ}$ соответственно), слабощелочную или почти нейтральную реакцию среды (рН не превышает 7,27), существенно различающееся из-за широко известного и повсеместного сокращения во времени количество общего органического углерода (соответственно $0,60 \pm 0,15$ и $3,5 \pm 0,04$), а также в целом близкое содержание поглощенных оснований, не превы-

шающее 30–32 ммоль/кг, среди которых преобладает кальций.

На гумусовой профилеграмме разреза 3–02 (рис. 2): под современной насыпью (0–16 см) четко выделяется гумусовый горизонт палеопочвы по накоплению общего органического углерода и увеличению в нем доли гуминовых кислот в составе гумуса. В групповом составе гумуса палеопочвы разреза 4–13 гуминовые кислоты, также преобладают в его составе над фульвокислотами в верхней части почвенного профиля, глубже большее представительство имеют фульвокислоты.

Соответственно, состав гумуса изменяется по почвенному профилю от гуматного в горизонтах [A] и [AB] до фульватного в нижней части горизонта [BCCa]. Во фракционном составе гуминовых кислот во всей почвенной толще также с большим преобладанием доминирует фракция черных ГК. Фракция бурых ГК представлена

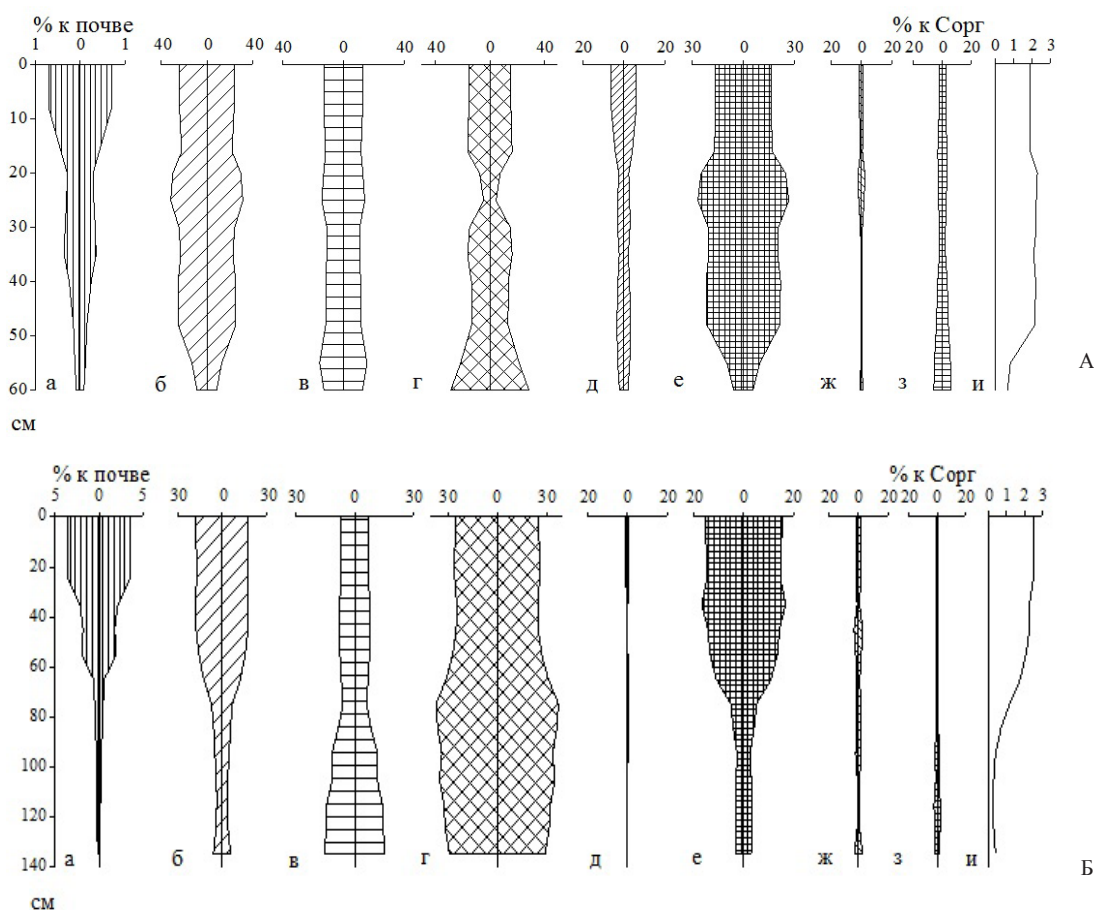


Рисунок 2. Гумусовый профиль палеопочв: А – разрез 3-02 (Степное), Б – разрез 4-13 (Батурино). Обозначения: а – общий органический углерод, % к почве; % к общему органическому углероду; б – сумма гуминовых кислот (ГК); в – сумма фульвокислот (ФК); г – негидролизующие формы гумуса; д – ГК фр. 1; е – ГК фр. 2; ж – ГК фр. 3; з – ФК фр. 1а; и – $C_{ГК}:C_{ФК}$.

в следовых количествах, содержание связанных с глинистыми частицами ГК в целом невелико.

Таким образом, в горизонте [A] обеих палеопочв суббореального и субатлантического периодов значения интегрального показателя ($C_{гк}:C_{фк}$) превышают 2,0, диагностируя гуматный состав гумуса (табл. 1).

На основании показателей состава гумуса проведена диагностика условий времени формирования палеопочв (рис. 3). Для этой цели использован принцип обобщения данных, предложенный Д.С. Орловым и др. [17], положенный им в основу формирования кривой изменения глубины гумификации в ряду разнотипных почв.

Для целей диагностики ландшафтных условий формирования палеопочв нами внесены некоторые изменения в кривую Д.С. Орлова, которые отображены на рисунке 3.

Анализ состава гумуса суббореальной почвы с использованием этой кривой показал, что эта палеопочва формировалась в близких к современным условиям, в пограничных между степной и лесостепной природной обстановке. В то время как палеопочва субатлантического

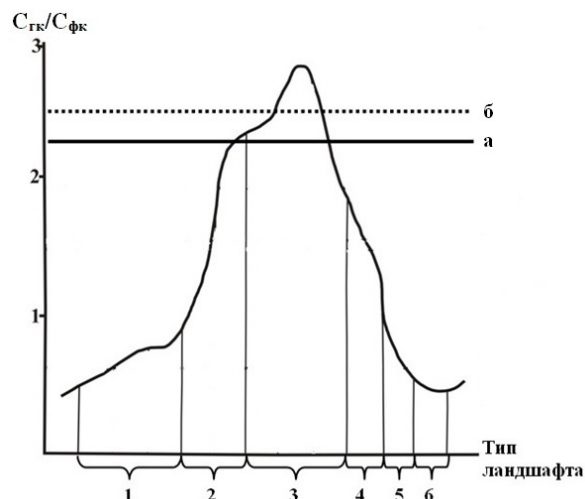


Рисунок 3. Диагностика условий формирования палеопочв. Типы современных ландшафтов: 1 – лес; 2 – лесостепь; 3 – степь умеренного увлажнения; 4 – степь сухая; 5 – полупустыня; 6 – пустыня; а – разрез 3-02 (Степное), б – разрез 4-13 (Батурино)

времени формировалась в относительно более теплых степных условиях.

Соотношение основных элементов в составе гуминовых кислот, значения коэффициентов цветности и первого момента (табл. 2) относительно диагностируют высокую долю

Таблица 1. Средние показатели группового состава гумуса горизонта [A] и соотношения элементов в гуминовых кислотах палеопочв

n	C _{общ} , %	% к C _{общ}		C _{гк} :C _{фк}	Гуминовые кислоты	
		ΣГК	ΣФК		H/C	C/N
Горизонт [A] разреза 3-02						
6	0,6±0,15	52,6±6,75	23,9±2,56	2,2±0,07	0,95±0,08	19,4±3,08
Горизонт [A] разреза 4-13						
3	3,5±0,04	34,7±0,84	13,9±0,26	2,5±0,02	0,84±0,01	16,8±2,65

Таблица 2. Показатели коэффициента цветности и первого момента спектров флуоресценции гуминовых кислот изученных палеопочв

Глубина отбора образцов, см	E_{465}/E_{650}	M_1	$I_{int}(к)/I_{int}(с)^*$
Горизонт [A] почвы суббореального периода			
16–20	2,91	483	Не опр
20–25	2,98	496	Не опр
25–30	2,81	497	Не опр
30–35	2,83	494	Не опр
35–40	2,89	479	Не опр
40–48	3,08	Не опр.	Не опр
Горизонт [A] почвы субатлантического периода			
0–7	2,95	510	2,34
7–15	3,01	508	2,25
15–25	2,97	509	2,91

* $I_{int}(к)/I_{int}(с)$ – соотношение интенсивностей флуоресценции в красной и синей областях спектра

ароматической части в составе макромолекул. Подобные характеристики, также как и отношения $C_{гк} : C_{фк}$, типичны для современных почв, формирующихся в лесостепных – степных ландшафтах [11], [18], [19].

Таким образом, совокупность показателей состава гумуса, а также ряда характеристик гуминовых кислот, показывает, что эти два локальных участка расположения палеопочв при изменении природных условий и сдвиге природных зон изменялись более или менее значи-

тельно в сторону преобладания степного типа почвообразования: в суббореале это привело к формированию почв, близких к современным, а в субатлантике – к другому типу древнего педогенеза, отличающегося от современного, а именно к степному типу. Полученные материалы, как нам представляется, будут способствовать выявлению общих закономерностей изменения климата локальных территорий современной лесостепной зоны Южного Урала в контексте глобальных процессов.

6.09.2015

Данные исследования в Уральском федеральном университете выполнены при финансовой поддержке со стороны Министерства образования и науки Российской Федерации в рамках выполнения государственного задания УрФУ №2014/236, код проекта 2485

Список литературы:

1. Лаврушин Ю.А., Спиридонова Е.А. Основные геолого-палеоэкологические события конца позднего плейстоцена и голоцена на восточном склоне Южного Урала // Природные системы Южного Урала: Сб. науч. тр. / под ред. Л. Л. Гайдученко. – Челябинск: Челяб. гос. ун-т. – 1999. – С. 66–104.
2. Плеханова Л.Н. Природно-антропогенная эволюция почв речных долин степного Зауралья во второй половине голоцена: автореф... канд. биол. наук / МГУ им. М. В. Ломоносова. – М. – 2004. – 22 с.
3. Чендев Ю.Г., Иванов И.В. Динамика почвенного покрова на юге Восточной Европы и Южном Зауралье в суббореальном периоде голоцена // Почвоведение. – 2007. – №11. – С. 1298–1308.
4. Масленикова А.В. Геохимическое обоснование палеоэкологических реконструкций голоцена Южного Урала: автореф... канд. геол.-минерал. наук / Томский политех. ун-т. – Томск. – 2012. – 21 с.
5. Иванов И.В., Чернянский С.С. Вопросы археологического почвоведения и некоторые результаты палеопочвенных исследований в заповеднике Аркаим // Археологический источник и моделирование древних технологий: труды музея-заповедника Аркаим. – Челябинск: Ин-т истории и археологии УО Рос. АН. – 2000. – С. 3–17.
6. Хохлова О.С., Кузнецова А.М., Хохлов А.А., Моргунова Н.Л., Чичагова О.А. Палеопочвы курганов ямной культуры степной зоны Приуралья // Почвоведение. – 2008. – №5. – С. 545–555.
7. Рысков Я.Г. Реконструкция истории развития почв и природной среды степного Предуралья в голоцене (с использованием методов геохимии стабильных изотопов): автореф... канд. биол. наук / МГУ им. М.В. Ломоносова. – Пушкино. – 1996. – 23 с.
8. Куликов П.В. Определитель сосудистых растений Челябинской области. Екатеринбург: УрО РАН. – 2010. – 969 с.
9. URL: <http://ru.climate-data.org/location/33789/location/29226/> (Дата обращения 01.09.2015)
10. Пономарева В.В., Плотникова Т.А. Методика и некоторые результаты фракционирования гумуса черноземов // Почвоведение. – 1968. – №11. – С. 104–117.
11. Дергачева М.И., Некрасова О.А., Лаврик Н.Л. Гуминовые кислоты современных почв Южного Урала. Препринт. Новосибирск. – 2002. – 24 с.
12. Тихова В.Д., Фадеева В.П., Дергачева М.И., Шакиров М.М. Анализ изменений состава и структуры гуминовых кислот почв при кислотном и щелочном гидролизе // Журнал прикладной химии. – 2008. – Т.81. – №11. – С. 1957–1962.
13. Орлов Д.С. Гумусовые кислоты почв и общая теория гумификации. М.: Изд-во МГУ. – 1990. – 325 с.
14. Welte E. Neue Ergebnisse der Humusforschung // Angev. Chem. – 1955. – V. 67. – №5. – P. 153–155.
15. Дергачева М.И. Археологическое почвоведение. – Новосибирск: СО РАН. – 1997. – 228 с.
16. Дергачева М.И. Гумусовая память почв // Память почв: почва как память биосферно-геосферно-антропоферных взаимодействий. М: ЛКИ. – 2008. – Гл. 18. – С. 530–560.
17. Орлов Д.С., Бирюкова О.Н., Суханова Н.И. Органическое вещество почв Российской Федерации. – М.: Наука. – 1996. – 256 с.
18. Дергачева М.И., Некрасова О.А., Васильева Д.И., Фадеева В.П. Элементный состав гуминовых кислот целинных черноземов разных условий формирования // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2012. – №10 (146). – С. 90–96.
19. Дергачева М.И., Некрасова О.А., Оконежникова М.В., Васильева Д.И., Гаврилов Д.А., Очур К.О., Ондар Е.Э. Соотношение элементов в гуминовых кислотах как источник информации о природной среде формирования почв // Сибирский экологический журнал. – 2012. – №5. – С. 667–676.

Сведения об авторах:

Некрасова Ольга Анатольевна, доцент кафедры экологии Департамента «Биологический факультет» Уральского федерального университета имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, кандидат биологических наук, доцент
620000, г. Екатеринбург, ул. Ленина 51, тел.: 261-74-95, e-mail: o_nekr@mail.ru

Учаев Антон Павлович, аспирант кафедры экологии Департамента «Биологический факультет» Уральского федерального университета имени первого Президента России Б.Н. Ельцина
620000, г. Екатеринбург, ул. Ленина 51, тел.: 261-74-95, e-mail: uchaev89@inbox.ru