

## ПОДТВЕРЖДЕНИЕ ГИПОТЕЗЫ МИЛАНКОВИЧА ДАНЫМИ ПО ЛЕССОВЫМ ОТЛОЖЕНИЯМ И ПОГРЕБЕННЫМ ПОЧВАМ КИТАЯ

According to the result of studies of Loess and Paleosoils in China in this paper Loess climatical curve with theoretical curve of Milancovitch and Subdivided Climatical phases since 160 000 a.b.p. has been compared.

Важнейшие климатические события позднего плейстоцена документированы в лессовых отложениях и погребенных почвах на восточной периферии Цихай Тибетского нагорья. Статья посвящена вопросу возможной корреляции ледниковых и межледниковых эпох по данным Миланковича и сведений, полученных группой китайских ученых на основе радиоизотопного анализа  $C^{14}$  и метода палеомагнетизма [1].

В схеме астрономической теории оледенения, впервые предложенной Миланковичем [2] и основанной на изменении орбиты Земли и сопровождающих ее колебаний солнечной радиации, в 50-х гг. получены подтверждения по глубоководным осадкам и эвстатическим колебаниям Мирового океана [3—5]. Однако для успешной проверки теории Миланковича требуются подтверждения из разных регионов континентов. В этом отношении представляется возможность исследования лессовых отложений на северо-западе Китая для реконструкции палеоклиматического режима плейстоцена.

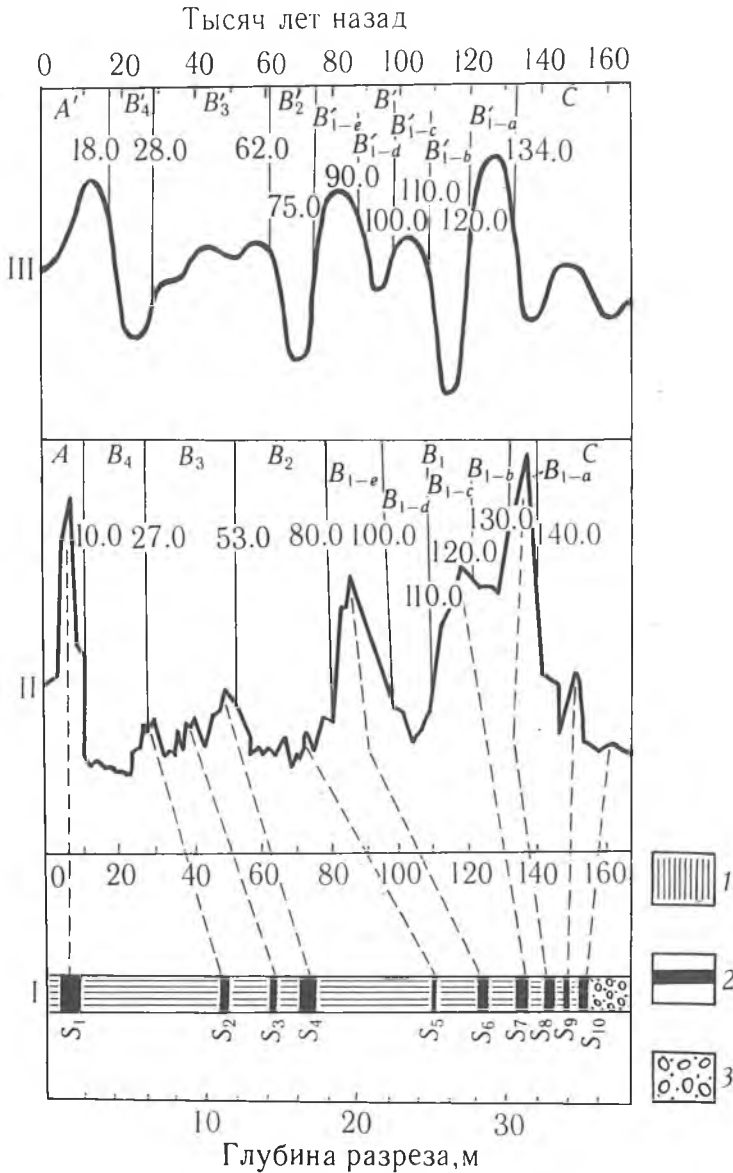
Эти отложения представлены в основном алевритовым материалом и формировались в холодном и сухом климате. В них наблюдаются горизонты погребенных почв, развивающихся в разных временных интервалах в относительно теплых и влажных климатических условиях. Автором под руководством профессора университета Ланьчжоу Ли Цзицзюня был исследован разрез вблизи Ланьчжоу с целью реконструкции палеоклиматических изменений за последние 160 тыс. лет. Мощность разреза, расположенного над горизонтом гравийных аллювиальных отложений эпохи рисского оледенения, составляет 35,35 м. На рис. 1 приводится (сверху вниз) их номерной знак от  $S_1$  до  $S_{10}$ .

Погребенная почва  $S_1$  находится на глубине 0,35—1,45 м под поверхностью разреза. Ее возраст, определенный радиоуглеродным методом  $C^{14}$ , составил  $7390 \pm 80$  лет. Почва формировалась в атлантическую эпоху голоцена. Слой погребенной почвы  $S_2$  мощностью 0,5 м находится на глубине 11,15 м. Ее возраст по  $C^{14}$  составил  $27570 \pm 1150$  лет. Возраст слоя  $S_3$  достигает  $40910 \pm 9300$  лет.  $S_4$  — самый мощный горизонт почвы (100 м) — имеет возраст 53 тыс. лет. Этот горизонт формировался при относительно низкой температуре и значительной влажности. В спорово-пыльцевой спектр этого времени входит *Pinus* (48%), *Picea Wilsonic* (23%), *Abies* (3%) и малочисленные представители широколиственных (*Ulmus*, *Salix*, *Quercus*) [6].  $S_5$  развивался в период кратковременного потепления.  $S_6$ ,  $S_7$  и  $S_8$  формировались во время последнего рисс-вюрмского межледниковья. Среди них  $S_8$  мощностью 0,7 м имеет самую высокую степень почвообразования и отличается апельсиново-красным цветом (по колориметру 7,5 VR 6/4). По мнению Ли Цзицзюня, возраст  $S_8$  совпадает с фазой  $S_e$  изотопного кислорода глубоководной колонки\*. Последовательно  $S_6$  и  $S_7$  сопоставляются с фазами  $S_a$  и  $S_c$  изотопной кислородной колонки.  $S_9$  и  $S_{10}$  развивались в переходное время от рисского ледниковья к рисс-вюрмскому межледниковью. Под горизонтом  $S_{10}$  обнаружены остатки фауны (*Coelodoota*, *Antiquitalis*, *Cervinae* indet, *Equus* SP. indet, *Citellus* of *dauricus*), которые являются доказательством периода рисского оледенения [10].

На основе анализа датировок  $C^{14}$ , палеомагнитного, химического и гранулометрического анализов лессовых отложений построена кривая изменений климата для последних 160 тыс. лет (рис. 2). На этой кривой

\* Изотопная фаза широко применима в качестве одной из стандартных моделей изменения климата четвертичного периода и является климатическим разделением на основе изотопного кислородного анализа глубоководной колонки [3, 7—9].

выделены три главные фазы (А, В, С) изменений климата: фаза А представляет собой послеледниковое время; фаза С сопоставляется с рисским оледенением; фаза В охватывает полное время последнего ледникового климатического цикла (последнее оледенение и последнее межледниковье).



Реконструкция палеоклиматических изменений за последние 160 тыс. лет по Миланковичу и разрезу Ланьчжоу:

1 — Разрез лесовых отложений и погребенных почв: 1 — лессы; 2 — горизонт погребенной почвы; 3 — гравийные аллювиальные отложения эпохи рисского оледенения.  $S_1-S_{10}$  — номерной знак погребенных почв. II — Лесовая климатическая кривая: А — послеледниковое время; В — время последнего ледникового климатического цикла ( $B_1$  — последнее межледниковье,  $B_2$  — ранний этап последнего оледенения,  $B_3$  — стадия потепления последнего оледенения,  $B_4$  — максимум последнего оледенения); С — рисское оледенение. III — Кривая инсоляции на  $55^\circ$  с. ш. по М. Миланковичу. А, В, С (III), соответствующие А, В, С (II).

Подробное изучение фазы В позволило разделить ее на 4 подфазы: ( $B_1, B_2, B_3, B_4$ ).  $B_1$  — самая теплая фаза последнего межледниковья, на протяжении которой сформировалось три слоя погребенных почв ( $S_6, S_7$  и  $S_8$ ), сопоставляемых с тремя теплыми пиками кривой (см. рис. 2).  $S_8$  соответствует самому теплому пику и наиболее высокой степени почвообразования. В других регионах распространения лессовых отложений

почвы  $S_6$ ,  $S_7$  и  $S_8$  трудно различимы и даже соединяются в один горизонт мощностью 2,8 м [1]. Это объясняется большими различиями палеогеографических условий в период их формирования.

$B_2$ , сопоставимая с четвертой фазой изотопного кислорода, является главным периодом накопления лессовых отложений. Толщина лессов этого времени достигает 11,10 м. Это был ранний этап последнего оледенения, так называемое раннее вюрмское оледенение с интервалом от 80 до 53 тыс. лет.

Подфаза  $B_3$  продолжалась приблизительно от 53 до 20 тыс. лет и совпала со стадией потепления последнего оледенения. На протяжении этого времени развивались три горизонта погребенных почв ( $S_2$ ,  $S_3$  и  $S_4$ ).

$B_4$  — время максимума последнего оледенения протяженностью от 27 до 10 тыс. лет. Этот временной интервал является стадией наиболее сурового климата в позднем плейстоцене, климатическая характеристика которого также отражается в результатах исследования палеорастительности [6].

Интересно сравнить указанные периоды лессово-погребенных почв с периодами, предсказанными астрономической теорией оледенения. Кривая Миланковича в наиболее общем виде представляет собой кривую, основанную на изменениях летней инсоляции на  $65^\circ$  с. ш. Кривая, принятая в настоящей работе, соответствует изменению летней инсоляции на  $55^\circ$  с. ш. [11]. Она имеет меньшую составляющую склонения, чем обычная кривая Миланковича, но большую, чем кривая для северного полушария в целом (рис. 3). Представленная кривая инсоляции на  $55^\circ$  с. ш. имеет за последние 140 тыс. лет теплые пики около 11, 48, 82, 106, 127 тыс. лет.

Полученные нами результаты свидетельствуют, что пики на палеомагнитной кривой лессовых отложений и погребенных почв точно соответствуют по времени теплым пикам на модифицированной кривой летней инсоляции (см. рис. 2, 3). Едва ли это является случайным совпадением и может служить серьезной поддержкой тех теорий, которые считают изменения инсоляции первопричиной оледенений.

Для сравнения кривой инсоляции с кривой палеомагнетирования лессовых отложений в данной статье делается попытка разделения кривой инсоляции на более детальные климатические фазы  $A'$ ,  $B'$  ( $B_1$ :  $B'_{1-a}$ ,  $B'_{1-b}$ ,  $B'_{1-c}$ ,  $B'_{1-d}$ ,  $B'_{1-e}$ ;  $B'_2$ ;  $B'_3$  и  $B'_4$ ) и  $C'$ , сопоставляющие  $A$ ,  $B$ , ( $B_1$ :  $B_{1-a}$ ,  $B_{1-b}$ ,  $B_{1-c}$ ,  $B_{1-d}$ ,  $B_{1-e}$ ;  $B_2$ ;  $B_3$  и  $B_4$ ) и  $C$  на климатической кривой лессового разреза. В целом они совпадают с изменением климата. Лессовая климатическая кривая подтверждает теоретическую кривую гипотезы Миланковича. Нельзя не отметить, что, хотя обе кривые характеризуют общую тенденцию в направлении и интенсивности колебаний климата, между ними существуют значительные различия:

1. Климатическая кривая лессового разреза имеет пилообразный характер и более сложную форму климатических колебаний. Теоретическая кривая Миланковича более гладкая и последовательная. Это означает, что между причиной и процессом (механикой) колебания климата существует более сложная и пока не выясненная зависимость.

2. На кривой лессового разреза зафиксированы резкие переходы от холода к теплу (менее 3 тыс. лет от максимума холода к наибольшему теплу, например от фазы  $C$  к  $B_1$ , от  $B_4$  к  $A$ ). Напротив, переходы от тепла к холоду были более постепенными. Такое явление также было получено по результатам исследования изотопа кислорода. Эти резкие потепления являются отражением процессов, происходящих во всей климатической системе. Однако на теоретической кривой все переходы были одинаковыми.

3. Между двумя кривыми наблюдается разность временных фаз. На кривой лессового ( $B_1$ ) разреза последнее межледниковье начинается ранее, чем на кривой инсоляции ( $B'_1$ ), на 6 тыс. лет, а оканчивается позже по сравнению с кривой инсоляции на 5 тыс. лет. Продолжительность  $B_1$  и  $B'_1$  имеет почти одинаковый временной интервал (около 6 тыс. лет). Эта разность фаз, вероятно, определяется различием широты, на основании которой эти две кривые построены.

Вторая разность фаз возникает в периоде межледникового потепления стадии  $B_3$  на лессовой кривой и  $B'_3$  на теоретической кривой. Их

окончание приходится на одно время (27 и 28 тыс. лет назад), но не одинаковое начало (53 и 62 тыс. лет).

Дальнейшее исследование необходимо проводить с целью поиска причин увеличения длины ледниковья на лессовой климатической кривой.

4. Очевидно, что существует климатический цикл на двух кривых с интервалом около 10 тыс. лет. Особенно ярко это отражается во время  $B_1$  или  $B'_1$  (последнее межледниковье). Этот период почти в 60 тыс. лет можно подразделить на 5 подфаз на обеих кривых. Следует отметить, что Ли Цзицзюнь и другие подразделил кривую лессового разреза в этом интервале на три подфазы [1]. Если сравнить лессовую кривую с теоретической кривой Миланковича, то становится очевидным, что такое подразделение недостаточно, так как в это время на обеих кривых выделяются три теплых пика. Подтверждением этого являются три горизонта погребенных почв, что характеризует три теплых интервала и два горизонта лессов между ними, свидетельствующих об относительно холодных этапах.

Таким образом, разделение последнего межледниковья на пять подфаз на лессовой климатической кривой ( $B_1$ ) подтверждается теоретической кривой Миланковича и стратиграфией лессово-почвенного разреза.

1. Ли Цзицзюнь и др. // Вестн. АН Китая (В). 1990. № 10. С. 1086 (на кит. яз.).
2. Milancovitch M. // *Bull. Acad. Sci. Math. Nat.* 1938. V. 49. № 4.
3. Emiliani C. // *Journ. Geol.* 1955. № 63. P. 538.
4. Vech H. H., Chappell J. // *Science.* 1970. № 167. P. 862.
5. Broecker W. S. // *Ibid.* 1966. № 151. P. 299.
6. Li Jijun et al. // *Earth Surface Processes and Landforms.* 1988. № 13. P. 125.
7. Emiliani C. // *Journ. Geol.* 1966. № 74. P. 109.
8. Shackleton N. J. Opdyke N. D. // *Quaternary Research.* 1973. № 3. P. 39.
9. Shackleton N. J. et al. // *Geol. Soc. Amer. Men.* 1976. № 145. P. 449.
10. Shaw D. M., Donn W. L. // *Science.* 1968. № 162. P. 1270.
11. Emiliani C. // *Geol. Soc. Amer.* 1964. № 75. P. 129.

УДК 551.734.5(476-13)

Э. А. ВЫСОЦКИЙ, С. М. ОБРОВЕЦ, Г. Г. ИЛЬИН

## ПАЛЕОГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ЛОВУШЕК НЕФТИ В ВЕРХНЕСОЛЕННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ЗАПАДНО-ТИШКОВСКОЙ ПЛОЩАДИ ПРИПЯТСКОГО ПРОГИБА

The role of paleorelief has been ascertained in the buildup of organic reefs within the Upper Salt measures of the West Tishkov prospect. Oil traps have been found to be associated with isolated algal reefs extensively confined to the lower and upper carbonate layers.

В верхнефаменских отложениях восточной части Припятского прогиба на Западно-Тишковской, Елизаровской, Восточно-Первомайской и других площадях выявлены небольшие залежи нефти. В настоящее время ПО «Беларусьнефть» эксплуатируются верхнесоленосные залежи нефти на Западно-Тишковской и Елизаровской площадях. По своим размерам, особенностям строения продуктивных отложений, условиям формирования ловушек и составу нефти они существенно отличаются от залежей углеводородов межсолевого задонско-петриковского комплекса. Однако вплоть до настоящего времени не выяснены палеогеоморфологические условия образования ловушек нефти в верхнесоленосных отложениях восточной части Припятского прогиба, что затрудняет прогнозирование новых залежей углеводородов на слабоизученных территориях, а также эффективную эксплуатацию уже выявленных месторождений. Так, на Западно-Тишковской площади эксплуатационные скважины (139, 140 и др.), заложенные в благоприятных структурных условиях в пределах контура утвержденных запасов нефти, оказались непродуктивными. Поэтому особое значение приобретает комплексный анализ геолого-геофизических данных и на этой основе восстановление палеотопографии рельефа дна и выяснение палеогеоморфологических условий формирования ловушек.