

УДК 551.583

## ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА НА ЗАПАДЕ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ В ПОЗДНЕМ ГОЛОЦЕНЕ

© 2001 г. В. В. Клименко, В. А. Климанов, А. А. Сирин, А. М. Слепцов

Представлено академиком Г.С. Голицыным 14.09.2000 г.

Поступило 19.09.2000 г.

Информация об изменении климата в прошлом может служить основанием для анализа его современных тенденций и прогноза на будущее. Реконструкциям палеоклимата голоцена посвящено большое число исследований, однако изучение ряда пространственных и временных аспектов этой проблемы продолжает оставаться актуальным. До сих пор неясны точные хронологические рубежи многих палеоклиматических явлений последних тысячелетий. Ряд климатически и исторически важных районов, например запад Европейской территории России (ЕТР), остается малообеспеченным палеоклиматическими данными. Изучение торфяного разреза в центре верхового болота Усвятский Мох – одного из объектов долговременных стационарных исследований Западнодвинского лесоболотного стационара Института лесоведения РАН (Западнодвинский р-н Тверской области, 56° с. ш., 32° в. д.) – позволило с высокой точностью реконструировать климатические условия западной части ЕТР и сделать попытку уточнить временные параметры основных палеоклиматических эпизодов последних тысячелетий голоцена.

Благодаря особым условиям января 1999 г. (чрезвычайно низкая температура и отсутствие осадков) отложения удалось вскрыть шурфом до глубины 80 см, а далее, до глубины 2 м, торфяным буром ТБО, с частотой отбора проб на палинологический анализ в 1 и 2.5 см соответственно. Таким образом, всего в нашем распоряжении оказалось 128 образцов. Палеоклиматические реконструкции по этим образцам были сделаны на основе палинологических данных (анализы выполнены Е.С. Малясовой) с использованием информационно-статистического метода. Радиоуглеродные дати-

ровки 20 образцов торфа и погребенной древесины проведены в Геологическом институте РАН (руководитель лаборатории Л.Д. Сулержицкий). Перевод радиоуглеродных дат в календарные осуществлялся с помощью последней версии программы CALIB [1]. Для калибровки и верификации результатов использовались данные инструментальных метеонаблюдений по станциям Рига, Санкт-Петербург, Москва и Вильнюс, а также палеоклиматические материалы, полученные с привлечением исторических источников для западной части Восточной Европы [2].

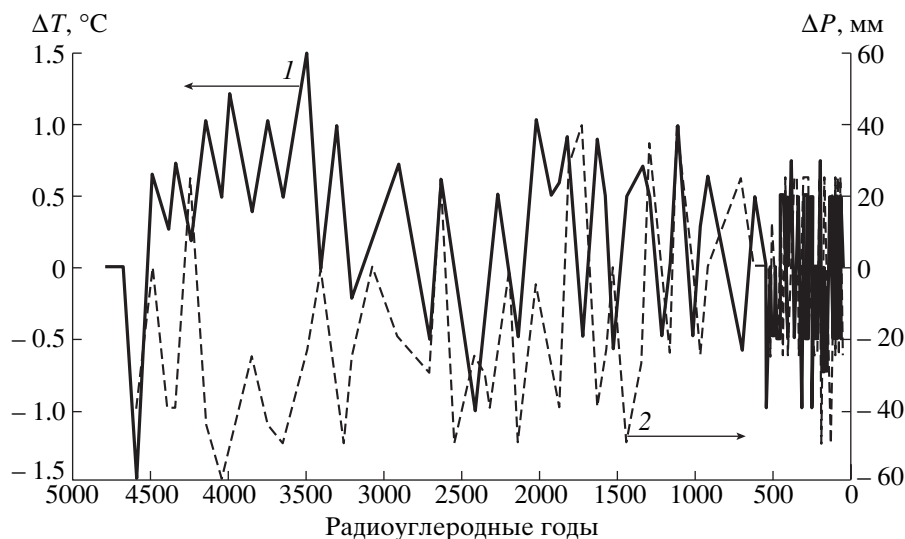
Реконструированная картина изменений климата (рис. 1) рассматривается на основе схемы периодов голоцена Блитта–Сернандера, модифицированной Н.А. Хотинским [3]. Полученные значения климатических параметров приводятся в отклонениях от их современных величин, определяемых здесь как нормы за период 1951–1980 гг.: средние температуры июля около 16.5°C, января – около –8°C, года – около 4.5°C, годовая сумма осадков – около 700 мм.

Большое количество радиоуглеродных датировок, а также использование дополнительной информации из смежных разрезов, расположенных в том же самом районе, позволили нам воспроизвести весьма подробную картину изменений климата в позднем голоцене.

Слои торфа на глубине 80 см имеют календарный возраст, оцениваемый примерно в 600 лет. Таким образом, каждый из отобранных до этой глубины через 1 см образцов характеризует временной интервал продолжительностью около 8 лет. Всего на протяжении последних шести столетий было реконструировано 35 экстремумов потеплений и похолоданий с продолжительностью в среднем 20 лет. Такая высокая степень временного разрешения позволила зафиксировать не только вековые, но и декадные изменения климата. В отечественной практике анализа палинологических данных такой результат достигнут впервые.

Глубже 80 см, где скорость торфонакопления была ниже, а образцы удалось отобрать только

Московский энергетический институт, Москва  
Институт географии  
Российской Академии наук, Москва  
Институт лесоведения  
Российской Академии наук,  
п/о Успенское Московской обл.



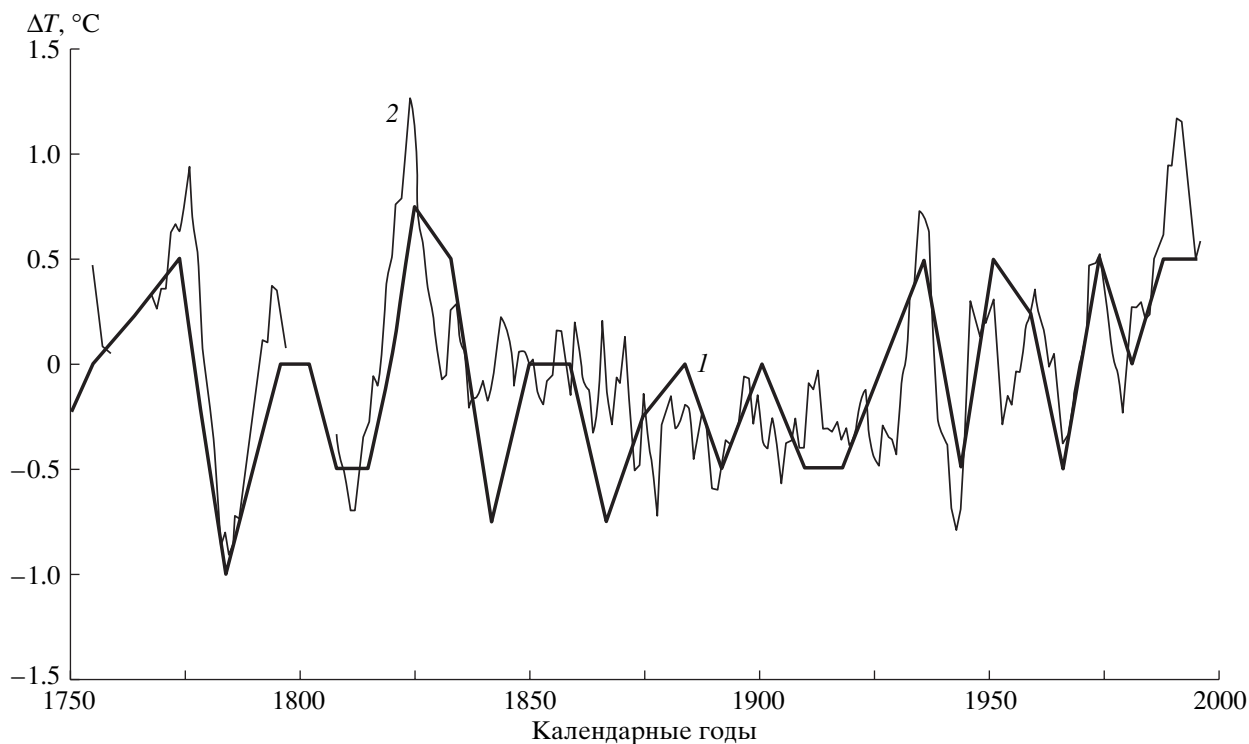
**Рис. 1.** Отклонения среднегодовых температур (1) и годовых сумм осадков (2) от нормы 1951–1980 гг. в позднем голоцене, реконструированные по данным разреза болота Усвятский Мох.

через 2.5 см, палеоклиматические данные получились менее подробными, поэтому для их детализации были привлечены палеоклиматические данные как с близлежащих скважин, так и с сопредельных территорий, в частности из соседней Новгородской области [4]. Результаты реконструкции представлены на рис. 1.

Для слоя, расположенного немного ниже датировки  $4630 \pm 120$  лет назад (л. н.), зафиксировано похолодание, которое можно отнести к началу суббореального периода (SB) и которое в других регионах Северной Евразии наблюдалось около 4600 л. н. В это, по-видимому, максимальное похолодание позднего голоцена средние температуры года и июля были ниже современных на  $1.5\text{--}2^\circ\text{C}$ , января – на  $2\text{--}3^\circ\text{C}$ , а осадков выпадало меньше на 25–50 мм. В начале SB скорость торфонакопления была относительно большой, что позволило достичь довольно высокой степени временного разрешения палеоклиматических реконструкций. От начала SB до датировки  $4040 \pm 40$  л. н. было реконструировано 4 потепления. Самое сильное из них зафиксировано около 4000 л. н.: средние температуры июля были выше современных примерно на  $1^\circ\text{C}$ , января – на  $1.5^\circ\text{C}$ , года – на  $1\text{--}1.5^\circ\text{C}$ , осадков выпадало меньше на 40–50 мм. В похолодания, разделяющие эти потепления, температуры не опускались ниже современных. Максимальное потепление суббореального периода, относящееся к слою, расположенному выше датировки  $3760 \pm 60$  л. н., вероятно имело место около 3500 л. н., как и в других регионах России. Холодные периоды до этого потепления имели место, видимо, около 3850 и 3650 л. н. соответственно. В максимальное потепление SB все температурные показатели были

выше современных примерно на  $1.5^\circ\text{C}$ , осадков же выпадало меньше примерно на 25 мм. До конца SB было зафиксировано еще три потепления, из которых каждое последующее было менее значительным. Напротив, каждое из похолоданий было сильнее предыдущего, и в конце SB температуры временами опускались ниже современной климатической нормы. Возраст похолоданий составляет вероятно около 3400, 3200 и 2700 л. н., а возраст потеплений – около 3300, 2900 и 2600 л. н. В конце SB началось похолодание, максимум которого приходится на субатлантическую эпоху (SA).

В максимальное похолодание начала SA, датированное  $2400 \pm 40$  л. н., все температурные показатели были ниже современных примерно на  $1^\circ\text{C}$ , осадков было меньше примерно на 25 мм. Это похолодание около 2400 л. н. и немного позже фиксируется не только по всей территории России, но и в Канаде, Скандинавии, Калифорнии, на Аляске и в других регионах земного шара [5, 6]. После него имело место потепление, которое можно отнести к возрасту около 2250 л. н. В последующий теплый период, максимум которого приходится примерно на 2000 л. н., все температурные показатели были выше современных примерно на  $1^\circ\text{C}$ , а количество осадков было близко к современным. Предшествовавшее ему похолодание было, видимо, около 2100 л. н. Далее до похолодания в середине SA, датированного около 1500 л. н., реконструировано еще два потепления, соответствующие датам 1800 и 1600 л. н. Эти потепления имели примерно такие же климатические характеристики, как и предыдущее. Похолодание, разделяющее эти потепления, зафиксировано около 1700 л. н. В это похолодание температуры были



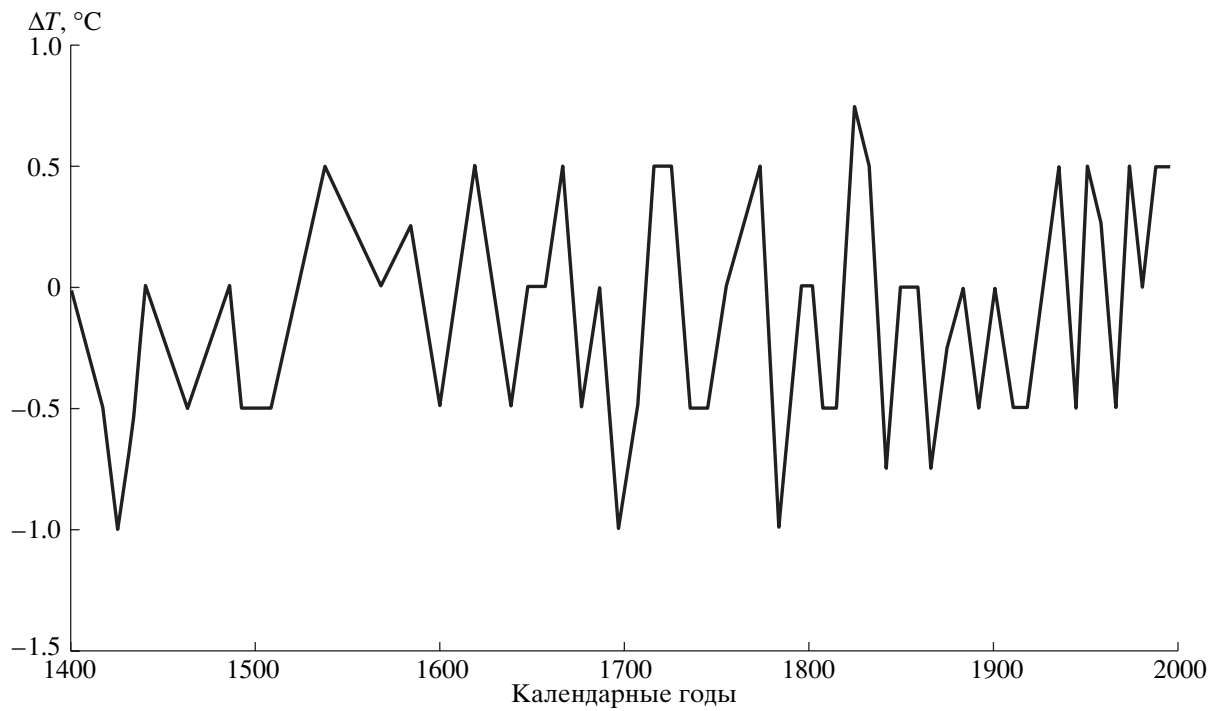
**Рис. 2.** Сравнение отклонений среднегодовой температуры (1) с данными инструментальных наблюдений (семилетние скользящие средние) по городам Рига, Санкт-Петербург, Москва и Вильнюс (2).

ниже примерно на  $0.5^{\circ}\text{C}$ , осадков выпадало больше на 25–50 мм. В похолодание в середине SA около 1500 л. н. средние температуры июля и года были ниже, чем сейчас, примерно на  $0.5\text{--}1^{\circ}\text{C}$ , января – на  $1\text{--}1.5^{\circ}\text{C}$ , а количество осадков приближалось к современному. Около 1300 л. н. произошло потепление, около 1200 л. н. – похолодание.

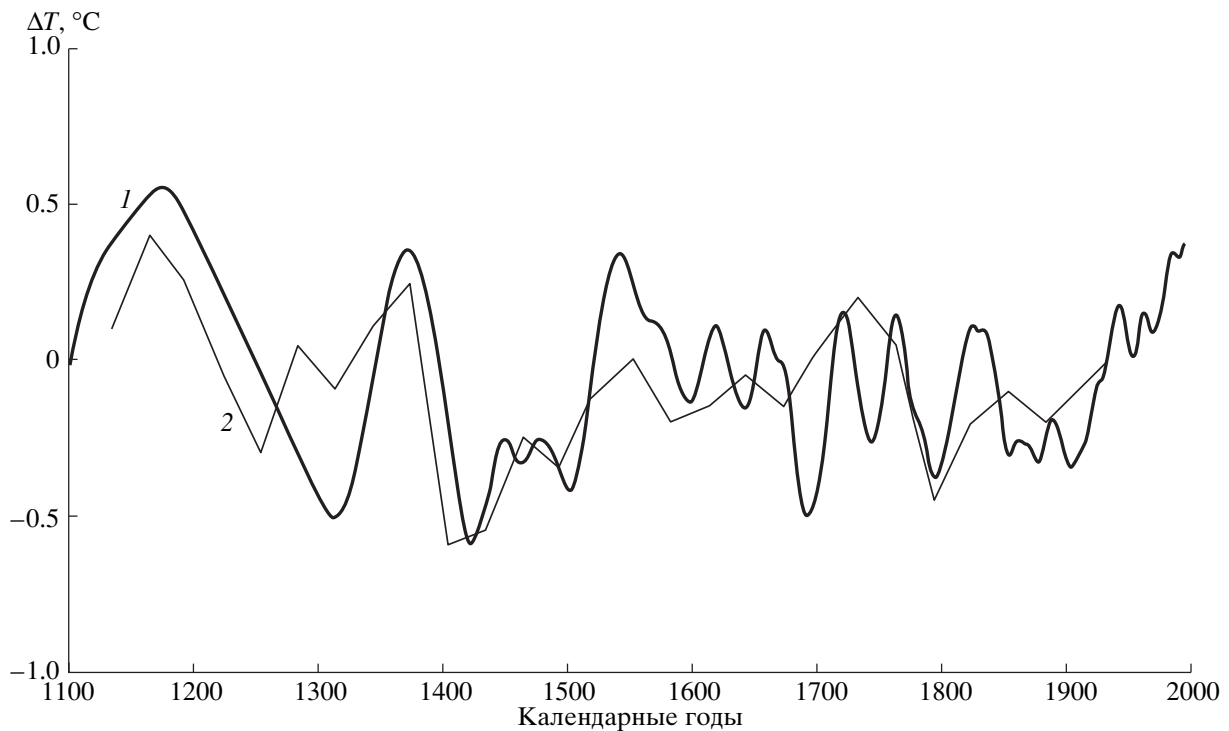
В средневековый климатический оптимум около 1100 л. н. все температурные характеристики были выше современных примерно на  $1^{\circ}\text{C}$ , осадков выпадало больше на 25–50 мм. В похолодание, разделяющее две фазы средневекового оптимума и имевшее место около 1000 л. н., температуры были ниже современных примерно на  $0.5^{\circ}\text{C}$ , а количество осадков – примерно на 25 мм. Затем, до датировки  $530 \pm 70$  л. н., было еще два потепления, которые можно отнести к возрасту 900 и 600 л. н. Разделяющее эти потепления похолодание могло иметь место около 650 л. н. Немного выше датировки  $530 \pm 70$  л. н., около 500 л. н., зафиксировано сильное похолодание, в которое температуры были ниже, чем в настоящее время примерно на  $1^{\circ}\text{C}$ , осадков выпадало меньше примерно на 25 мм. Датировкой  $470 \pm 40$  л. н. отмечено кратковременное потепление, в максимум которого средние температуры июля были выше современных примерно на  $0.5^{\circ}\text{C}$ , января – на  $1^{\circ}\text{C}$ , года – на  $0.5^{\circ}\text{C}$ , осадки превышали современные на величину около 25 мм.

Выполненные нами реконструкции позволяют заключить, что изменения средних температур января в течение исследованного периода имели большую амплитуду, чем средних температур июля. Четкого соответствия между аномалиями температур и осадков не наблюдается. Можно только отметить, что в большинстве случаев экстремумы осадков располагались между экстремумами температур. Это обстоятельство уже отмечалось ранее для Эстонии, Ярославской области и других среднеширотных районов [7, 8]. От максимального потепления суббореального периода к современности в естественных изменениях климата отмечается небольшой тренд к похолоданию, более чем на порядок величины уступающий зафиксированному в течение XX в. потеплению. Изменения климатов прошлого в изученном районе в целом соответствуют установленным ранее хронологическим рубежам и количественным оценкам изменения палеоклиматических характеристик Северной Евразии [9].

Большое количество проб на палинологический анализ и значительная скорость торфонакопления после датировки  $530 \pm 70$  л. н. позволили реконструировать климатические характеристики с высокой частотой, а их значения по верхней части разреза сравнить с длинными рядами инструментальных метеонаблюдений на станциях, расположенных в пределах той же климатичес-



**Рис. 3.** Отклонения среднегодовой температуры от нормы 1951–1980 гг. для исследованного района за последние 600 лет.



**Рис. 4.** Сравнение отклонений среднегодовой температуры (300-летние скользящие средние) (1) с историческими данными (2) [2].

кой зоны, что и изучаемый район. Уникальность избранного района заключается в том, что в относительной близости от него расположены сразу 4 станции (Рига, Санкт-Петербург, Москва,

Вильнюс), каждая из которых имеет продолжительность ряда наблюдений более 200 лет.

Сравнение реконструированных палеоклиматических данных со сглаженным рядом (скользящие

семилетние средние) инструментальных наблюдений, осредненных по 4 указанным метеостанциям (рис. 2) показывает их хорошее согласование как по датировкам, так и по характеру и размеру климатических изменений. Выполненная таким образом калибровка палеоданных по результатам инструментальных наблюдений позволила построить подробные палеоклиматические кривые за последние 600 календарных лет, используя датирование исключительно на основе измеренных скоростей торфонакопления, составлявших в среднем 1.3 мм/год в течение этого периода (рис. 3). Интересно, что в контексте представленных на рис. 3 данных потепление XX в. в исследованном регионе не является уникальным – потепления, подобные нынешнему и даже превосходящие его, неоднократно случались в прошлом, например в 20-х годах XIX в. (это подтверждается также данными инструментальных наблюдений – см. рис. 2) или около 1720 г.

Для более древних палеоклиматических данных перевод радиоуглеродного возраста в календарный осуществлялся с помощью стандартной процедуры, описанной в работе [1].

Сравнение палеоданных за последние 900 лет с историческими данными для северо-западной части Восточной Европы [2], представленное на рис. 4, обнаруживает их прекрасное совпадение, причем совпадают не только даты климатических экстремумов, но и их масштаб. Интересно, что в течение последней тысячи лет все четные столетия в исследованном регионе были теплыми, а нечетные холодными. Это указывает на существование яр-

ко выраженного примерно 200-летнего климатического ритма, тесно связанного, на наш взгляд, с колебаниями солнечной активности [10].

Работа выполнена при поддержке фонда Института “Открытое общество” (грант RSS № 890/1997).

В.В. Клименко благодарит фонд Александра фон Гумбольдта (Германия) за постоянные помощь и содействие.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Stuiver M., Reimer P.* // Radiocarbon. 1993. V. 35. № 1. P. 215–230.
2. *Воронов А.М.* // Водн. ресурсы. 1992. № 4. С. 97–105.
3. *Хотинский Н.А.* Голоцен Северной Евразии. М.: Наука, 1977. 198 с.
4. *Arslanov Kh.A. et al.* // Radiocarbon. 1999. V. 41. № 1. P. 25–45.
5. *Röthlisberger F.* 10 000 Jahre Gletschergeschichte der Erde. Aarau, 1986.
6. *Andrews J.T., Davis P.T. et al.* // Nature. 1981. V. 289. № 5794. P. 164–167.
7. *Климанов В.А., Кофф Т.А., Пуннинг Я.М.* Изотопно-геохимические исследования в Прибалтике и Белоруссии. Таллин, 1986. С. 117–129.
8. *Климанов В.А.* // Бюл. МОИП. Отд. геол. 1994. Т. 69. В. 1. С. 58–62.
9. *Климанов В.А.* Палеоклиматы позднеледниковья и голоцена. М.: Наука, 1989. С. 29–33.
10. *Mikushina O.V., Klimenko V.V., Doygalyuk V.V.* // Astron. and Astrophys. Trans. 1997. V. 12. № 4. P. 315–326.