

Т. ХАНГ, Д.А. СУБЕТТО, И.И. КРАСНОВ

НОВЫЕ ВАРВОХРОНОЛОГИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ДЛЯ СЕВЕРО-ЗАПАДА РОССИИ

Хронология этапов отступления ледника последнего Валдайского оледенения на Европейском континенте по-прежнему является вопросом активных научных дискуссий и исследований. На основе изучения морских и континентальных разрезов четвертичных отложений, кернов материкового льда и дендрохронологических исследований были построены различные хроностратиграфические шкалы с разрешением до одного года. К ним относятся Гренландская «ледниковая» шкала (GRIP-Greenland Ice core Project), охватывающая 250 000 так называемых «ледниковых» лет, различные варвохронологические шкалы, основанные на изучении слоистости озерных осадков, охватывающие от 13 000 до 22 500 «варво-лет» и дендрохронологическая шкала, достигающая 11 500 «дендро-лет» [Bjorck et al., 1996; Wohlfarth et al., 1997].

Основоположником варвохронологии был шведский геолог Герард Де Геер, первый исследовавший и скоррелировавший разрезы ленточных глин в районе Стокгольма [De Geer, 1884]. Он доказал, что пара слоев в ленточных глинах, так называемая варва, соответствует годовому циклу седиментации в приледниковом водоеме. Это было положено в основу разработанной им методики датирования этапов отступления ледника. Ленточные глины состоят из четко видимых, обычно несколько миллиметров мощностью, светлоокрашенных алеврито-песчаных (летних) и темноокрашенных глинистых (зимних) слоев. Во время быстрого таяния льда, в весенне-летний период, в приледниковом водоеме осаждались грубозернистые частицы, тогда как тонкозернистые, глинистые частицы оставались длительное время во взвешенном состоянии в толще воды и аккумулировались на дне преимущественно в течение осенне-зимнего сезона, когда сток талых вод с ледника значительно снижался или прекращался полностью. В следующий сезон картина повторялась - отлагалась новая пара слоев, состоящих из грубого и тонкого материала. Таким образом происходило ежегодное формирование лент или варв. Самая нижняя, первая пара слоев, обычно и самая мощная и наиболее грубозернистая, формировалась на дне водоема, перекрывая гляциальные, моренные или флювиогляциальные отложения после освобождения данного участка ото льда. По мере дальнейшего таяния ледника и соответственно увеличения расстояния между краем ледника и зоной аккумуляции происходило постепенное уменьшение мощности формирующихся слоев осадка и их утоньшение. Процесс формирования ленточных глин повторялся из года в год до тех пор, пока водоем оставался приледниковым и в него периодически поступало значительное количество обломочного материала. В результате этого ленты перекрывали друг друга на обширных территориях дна приледникового бассейна.

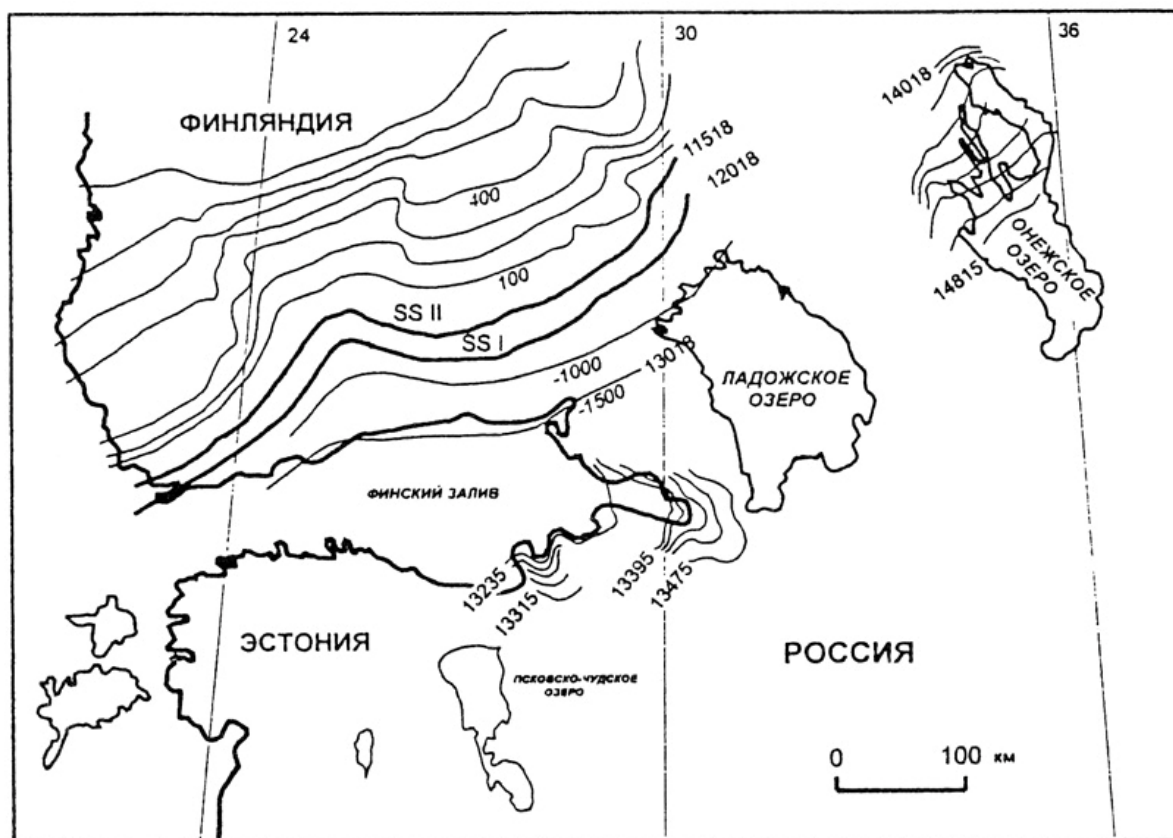


Рис. 1. Положение края ледника, согласно финской «плавающей» варвостратиграфии [32] и данным Маркова и Краснова [4]. Положение края ледника в северной части Онежского озера, в районе Санкт-Петербурга, устья р. Луги с указанием возраста в варво-годах.

SS I, SS II — положение первой и второй моренных гряд Сальпаусселкя.

Г. Де Геер разработал методику измерения мощности варв и изображения полученных результатов. Им были построены варводиagramмы, где по оси абсцисс наносились порядковые номера слоев, соответствующие варво-годам, а по оси ординат - мощность слоев, иногда отдельно «летних» и «зимних». Отсчет слоев велся с нижней части разреза. Варводиagramмы, полученные для разных разрезов, коррелировались между собой по характеру изменения кривых, также учитывались литологические характеристики, такие как цвет, размерность частиц. Эти исследования позволили Г. Де Гееру [De Geer, 1940] создать варвохронологическую шкалу, ставшую основой для «Шведской хронологической шкалы» (Swedish Time Scale - STS). На протяжении последующих десятилетий работы Г. Де Геера продолжены различными учеными [Bergström, 1968; Björck, 1999; Brunnberg, 1995; Caldenius, 1944; Cato, 1985; 1987; 1998; Järnefors, 1963; Kristiansson, 1986; Ringberg, 1971; 1991; Rudmark, 1975; Strömberg, 1981; 1983; 1985; 1989; 1990; 1992; Wohlfarth et al., 1997] что позволило уточнить и пересмотреть STS и превратить ее в хроностратиграфическую шкалу. В настоящее время эта шкала охватывает 13 300 календарных лет (до 1950 г.). Однако последние публикации [Andren et al., 1999; Björck, 1999; Björck et al., 1992] показали, что хроностратиграфическая шкала не является непрерывной и в ней пропущено 875 лет во временном интервале от 13 300 до 10 300 лет.

Основоположником Финской варвохронологии был М. Саурамо [Sauramo, 1918]. Он показал, что территория от южного побережья Финляндии до второй моренной гряды Сальпаусселкя (SS II) освободилась ото льда за 1 500 лет (рис. 1). Последующие исследования М. Саурамо [Sauramo, 1923] разрезов ленточных глин дальше на север от моренных гряд Сальпаусселкя добавили еще 700 лет в его варвохронологическую шкалу. В настоящее время вся Финская позднеледниковая варвохронологическая шкала

охватывала временной интервал в 2 800 варво-лет [*Sauramo, 1929*]. Но эта шкала не была привязана к абсолютной хронологии, т.е. к настоящему времени. Попытки увязать Финскую и шведскую варвохронологические шкалы предпринимал еще Г. Де Геер. Все последующие работы в этом направлении были суммированы и обобщены Б. Стрембергом [*Strömberg, 1990*]. Этим шведским исследователем была выполнена первая корреляция финской варвохронологии с позднеледниковой частью Шведской хронологической шкалы. Согласно этому исследованию, так называемая нулевая варва, которая соответствует второй моренной гряде Сальпаусселкя (SS II на рис. 1), на варвошкале М. Саурамо равна 8 693 варво-годам до нашей эры, или 10 643 варво-годам до настоящего времени (до 1950 г.). Если к последнему значению прибавить 875 лет, согласно данным Т. Андрена [*Andren et al., 1999*], то мы получим возраст 11 518 варво-лет (рис. 1).

Первые варвохронологические исследования на Карельском перешейке, на Северо-Западе России, были также выполнены М. Саурамо [*Sauramo, 1925; 1925a*]. Позже эти работы были продолжены К.К. Марковым и И.И. Красновым [*Марков, 1931; 1931a; 1934; Марков и Краснов, 1930*] в долине р. Невы, в бассейне р. Луги (район г. Кингисеппа) и в южной Карелии. Вышеупомянутыми исследователями на основе изучения карьеров с ленточными глинами для района Онежского озера была построена варвохронологическая шкала, охватывающая 800 лет, для района Санкт-Петербурга - 340-летняя шкала и для устья р. Луги - 260-летняя шкала. Полученные шкалы К.К. Марков и И.И. Краснов [*1930*] пытались увязать со Шведской варвохронологической шкалой, чтобы рассчитать время дегляциации последней стадии Валдайского оледенения. Для этих целей они использовали среднегодовые значения скорости отступления ледника между местоположением изученных ими разрезов ленточных глин и «нулевой» варвы М. Саурамо, увязанной в свою очередь со шкалой Г. Де Геера [*De Geer, 1930; Sauramo, 1929*] (рис. 1). Используя значение среднегодовой скорости отступления ледника 100 м/год, авторы получили время таяния ледника Валдайского оледенения в котловине Онежского озера, равное 13 900-13 100 варво-лет. Однако если принять во внимание пропуск в 875 варво-лет в Шведской варвохронологической шкале, то можно предположить, что дегляциация котловины Онежского озера имела место раньше, между 14 800 и 14 000 варво-лет (рис. 1). Полученные нами даты отличаются от общепризнанной позднеледниковой хронологии для Северо-Запада России, согласно которой, акватория Онежского озера расположена между лужской и невской маргинальными зонами, датированными соответственно 13 000 и 12 000 л.н. Последние исследования ленточных глин в длинных колонках донных отложений Онежского озера [*Saarnisto & Saarinen, 1999*] с использованием палеомагнитной корреляции и калибровки радиоуглеродных дат привели авторов к заключению о времени дегляциации Онежского озера между 14 400 и 12 900 л.н. Этот результат хорошо согласуется с нашими расчетами и данными, полученными для времени начала дегляциации котловины Ладожского озера, оцениваемой как 14 000 л.н. [*Andren et al., 1999*].

Используя тот же принцип (среднегодовую скорость отступления ледника 380 м/год между Санкт-Петербургом и Выборгом, ошибка в 875 лет в STS), мы получим время дегляциации Невской низменности, равное 13 475 - 13 395 варво-лет [*Hang, 1997*] (рис. 1, 2).

К.К. Марков и И.И. Краснов [*1930*] считали, что варводиagramмы для Невской и Лужской низменностей не коррелируются между собой и существует разрыв во времени начала дегляциации двух районов, составляющий 160 лет. Считая, что скорость дегляциации составляла 120 м/год, получим время дегляциации Лужского района с 13 315 до 13 235 варво-лет (рис. 1, 2). Однако в построенных усредненных варводиagramмах [*Hang, 1999*] для обоих районов наблюдаются общие сходства (рис. 3). Это позволило нам предположить в противовес выводам [*Марков и Краснов, 1930*] одновременность дегляциации обоих районов во временном интервале 13 475 - 13 395 варво-лет.

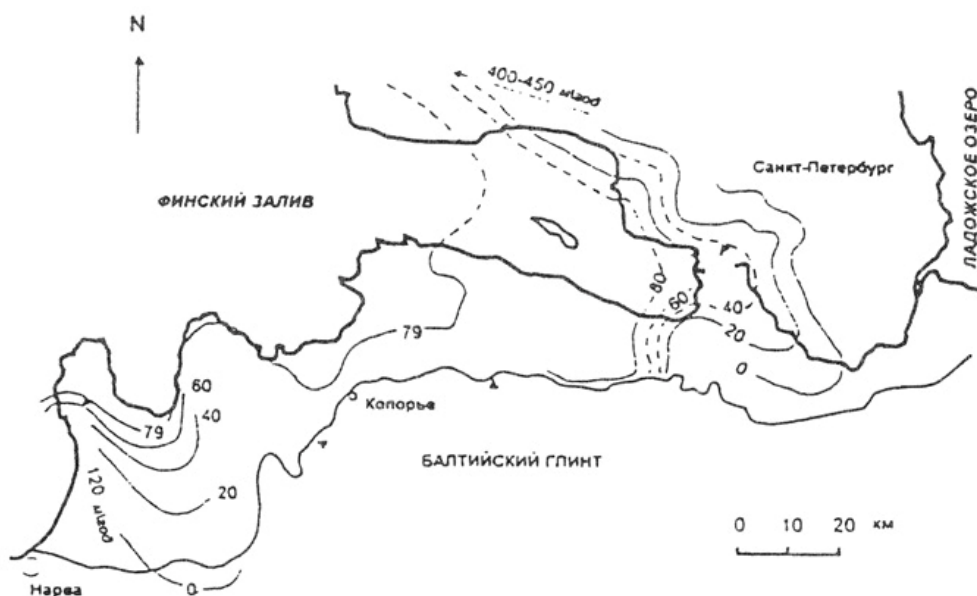


Рис. 2. Положение края ледника в Невском и Лужском бассейнах с указанием среднегодовой скорости его отступления, по данным Маркова и Краснова [4].

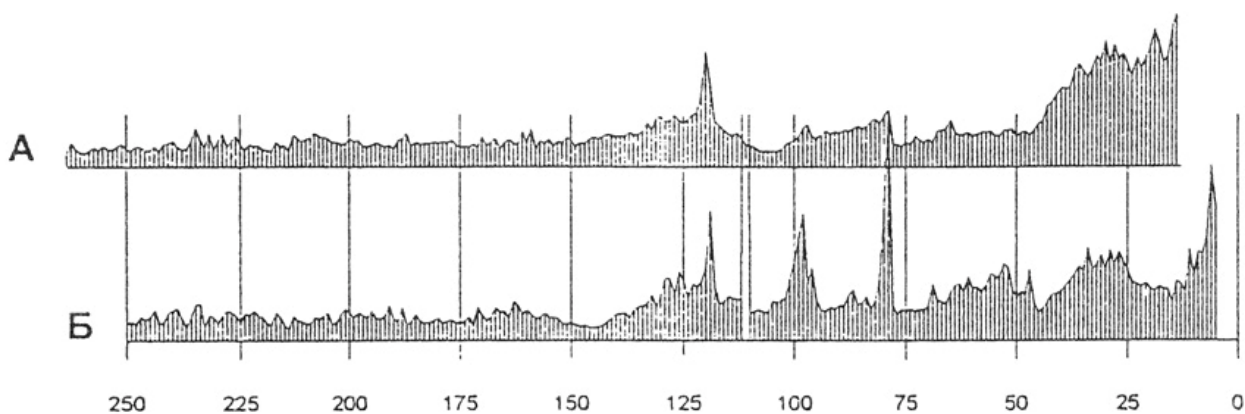


Рис. 3. Усредненные варвodiaграммы для Невского (А) и Лужского (Б) бассейнов, рассчитанные по данным К. К. Маркова и И. И. Краснова [4].

По оси абсцисс отложены варво-года, начиная от основания разреза. По оси ординат — мощность варв (лент).

В заключение следует сказать, что эту статью можно рассматривать как попытку пересмотреть полученные ранее данные по хронологии позднечетвертичных событий на Северо-Западе России в свете современных варвохронологических данных. Приходится констатировать наличие трудностей в корреляции различных варвохронологий. Встает вопрос о необходимости развития варвохронологических исследований позднеледниковых отложений на Северо-Западе России с применением широкого комплекса био-, лито- и магнитостратиграфических методов и радиоуглеродного датирования (AMS ^{14}C). Важным шагом в этом направлении является развитие альтернативного метода - так называемой «событийной стратиграфии» [Björck, 1999; Wohlfarth et al., 1997]. Этот метод основан на изучении короткосуществующих природных событий, например извержения вулканов, фиксируемых в геологических летописях различного генезиса (морского, озерного, болотного, в толще континентальных льдов) и позволяющих проводить корреляции между ними и с разрезом континентального льда в Гренландии, являющегося стратотипом и основой абсолютной хронологии четвертичного периода для северного полушария. Недавние палеогеографические исследования озерных

отложений на Карельском перешейке, где были найдены прослойки вулканического пепла, принесенного из Исландии 10 300 л.н., подтверждают перспективность использования этого метода для Северо-Западного региона России.

Работа была выполнена в рамках Российско-Шведского научного проекта «Reconstruction of environmental and climate changes in NW Russia and around the Baltic during the last 15 000 years».

Список литературы

1. *Марков К.К.* Геохронологические исследования в Карелии и Ленинградской области // Природа. 1931. № 4. С. 378-402.
2. *Марков К.К.* Развитие рельефа северо-западной части Ленинградской области // Тр. Глав. геол. развед. упр. ВСНХ СССР. М.-Л., 1931. Выр. 117. 256 с.
3. *Марков К.К.* Поздне- и послеледниковая история окрестностей Ленинграда на фоне поздне- и послеледниковой истории Балтики // Труды комиссии по изучению четвертичного периода. 1934. Т. IV. Вып. 1. С. 5-70.
4. *Марков К.К., Краснов И.И.* Геохронологическое изучение слоистых отложений в северо-западном регионе СССР // Бюллетень комиссии по изучению четвертичного периода. 1930. № 2. С. 27-46.
5. *Субетто Д.А., Давыдова Н.Н., Вольфархт Б., Арсланов Х.* Лито-, био- и хроностратиграфия озерных отложений Карельского перешейка на границе позднего плейстоцена - голоцена // Известия русского географического общества. 1999. Т. 131. Вып. 5. С. 56-69.
6. *Andren T., Björck J., Johnsen S.* Correlation of Swedish glacial varves with the Greenland (GRIP) oxygen isotope record // Journal of Quaternary Science. 1999. Vol. 14. P. 361-371.
7. *Bergström R.* Stratigrafi och isrecession i södra Västerbotten // Sveriges Geologiska Undersökning C 634. 1968. P. 1-76.
8. *Björck J.* Event stratigraphy for the Last Glacial-Holocene transition in eastern middle Sweden // Quaternaria A:6. 1999. P. 1-48.
9. *Björck S., Cato I., Brunnberg L., Strömberg B.* The clay varve based Swedish time scale and its relation to the Late Weichselian radiocarbon chronology // The Last Deglaciation: Absolute and radiocarbon chronologies / Bard E., Broecker W.S. (eds.). Berlin: Springer-Verlag, 1992. P. 25-44.
10. *Björck S., Kromer B., Johnsen S., Ole B., Dan H., Lemdahl G., Göran P., Rasmussen T., Wohlfarth B., Claus H., Spurk M.* Synchronized terrestrial-atmospheric deglacial records around the North Atlantic // Science. 1996. Vol. 274. P. 1155-1160.
11. *Brunnberg L.* Clay-varve chronology and deglaciation during the Younger Dryas and Preboreal in the easternmost part of the Middle Swedish Ice Marginal Zone // Quaternaria A:2. 1995. P. 1-94.
12. *Caldenius C.* Baltiska issjöns sänkning till Västerhavet. En geokronologisk studie // Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar. 1944. Vol. 66. P. 366-382.
13. *Cato I.* The definitive connection of the Swedish geochronological time scale with the present, and the new date of the zero year in Dövíken, northern Sweden // Boreas. 1985. Vol. 14. P. 117-122.
14. *Cato I.* On the definitive connection of the Swedish Time Scale with the present // Sveriges Geologiska Undersökning Ca 68. 1987. P. 1-55.
15. *Cato I.* Ragnar Liden's postglacial varve chronology from the Engermanälven valley, northern Sweden // Sveriges geologiska undersökning Ca 88. 1998. P. 1-82.
16. *De Geer G.* Om möjligheten av att införa en kronologi för istiden // Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar 7. 1884. P. 1-3.

17. *De Geer G.* The Finiglacial subepoch in Sweden, Finland and the New World // *Geografiska Annaler* 12. 1930. P. 101-111.
18. *De Geer G.* *Geochronologia Suecica Principes* // *Kungliga Svenska Vetenskapsakademiens handlingar*, Ser III, 18(6). 1940. P. 1-367.
19. *Fromm E.* Varve chronology and deglaciation in South-Eastern Dalarna, Central Sweden // *Sveriges Geologiska Undersökning Ca* 77. 1991. P. 49.
20. *Hang T.* Clay varve chronology in the Eastern Baltic area // *GFF* 119. 1997. P. 295-300.
21. *Hang T.* Possible connection of the Neva and Luga varve chronologies, NW Russia // Pleistocene stratigraphy and glacial chronology in Southern Estonia. Field symposium. May 18-23, 1999. Tartu.
22. *Järnefors B.* Lervarvskronologien och isrecessionen i östra Mellansverige // *Sveriges Geologiska Undersökning C* 594, 1963. P. 1-67.
23. *Kristiansson J.* The ice recession in the southeastern part of Sweden. A varve chronological time scale for the latest part of the Late Weichselian // University of Stockholm, Department. 1986. P. 132.
24. *Ringberg B.* Glacialgeologi och isavsmältning i östra Blekinge // *Sveriges Geologiska Undersökning C* 661, 1971. P. 1-174.
25. *Ringberg B.* Late Weichselian clay varve chronology and glaciolacustrine environment during deglaciation in southeastern Sweden // *Sveriges Geologiska Undersökning Ca* 79, 1991. P. 1-42.
26. *Rudmark L.* The deglaciation of Kalmarsund, southeastern Sweden // *Sveriges Geologiska Undersökning C* 713, 1975. P. 1-88.
27. *Sarnisto M., Saarinen T.* Correlations between varves, paleomagnetic data and radiocarbon dates in the study of the deglaciation chronology of the Scandinavian Ice Sheet in NW Russia // *Terra Nostra* 99/10: 4th ELDP Workshop, Lund, 1999. P. 78-81.
28. *Sauramo M.* Geochronologische Studien über die spätglaziale Zeit in Südfinnland // *Fennia* 41, 1918. P. 1-44.
29. *Sauramo M.* Studies on the Quaternary varve sediments in Southern Finland // *Bulletin de la Commission Geologique de Finlande* 60, 1923. P. 1-164.
30. *Sauramo M.* Geochronologische Studien in Russland // *GFF* 47, 1925. P. 521-522.
31. *Sauramo M.* Über die Bändertone in den Ostbaltischen Ländern vom geochronologischen Standpunkt // *Fennia* 45, 1925. P. 3-9.
32. *Sauramo M.* The Quaternary geology of Finland // *Bulletin de la Commission Geologique de Finlande* 86, 1929. P. 1-110.
33. *Strömberg B.* Revisionen av den svenska lervavskronologin, Västergötland öster om Billingen // Den senaste nedisningens förlopp, med särskild hänsyn till deglaciationen i Sverige, Symposium Jan 12-13 IGCP project 73/1/24 Quaternary Glaciations in Northern Hemisphere. Stockholm, 1981. P. 60-62.
34. *Strömberg B.* The Swedish varve chronology // *Glacial deposits in North-West Europe* / Ehlers J. (ed.). Rotterdam, Balkema, 1983. P. 97-105.
35. *Strömberg B.* Revision of the lateglacial Swedish varve chronology // *Boreas*. 1985. Vol. 14. P. 101-105.
36. *Strömberg B.* Late Weichselian deglaciation and clay varve chronology in east central Sweden // *Sveriges Geologiska Undersökning Ca* 73, 1989. P. 1-70.
37. *Strömberg B.* A connection between the clay varve chronologies in Sweden and Finland // *Annales Academiae Scientiarum Fennicae A. III*, 1990. P. 6-33.
38. *Strömberg B.* The final stage of the Baltic Ice Lake // *Quaternary stratigraphy, glacial morphology and environmental change* / Robertsson A.-M., Ringberg B., Miller U., Brunnberg L. (eds). *Sveriges Geologiska Undersökning Ca* 81, 1992. P. 247-353.

39. Wohlfarth B., Björck S., Cato I., Possnert G. A new middle Holocene varve diagram from the river Engermanälven, northern Sweden: indications for a possible error in the Holocene varve chronology // Boreas 1997. Vol. 26. P. 347-353.

Санкт-Петербург

Поступило в редакцию
12 мая 2000 г.

Ссылка на статью:



Ханг Т., Субетто Д.А., Краснов И.И. **Новые варвохронологические данные для северо-запада России** // Известия русского географического общества. 2000. Том 132. Выпуск 6. С. 37-42.