

doi: 10.24412/2687-1092-2023-10-422-426



ВОЗРАСТ И ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ЭКСКУРСА БЛЕЙК В МИКУЛИНСКИХ МЕЖЛЕДНИКОВЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ОПОРНОГО РАЗРЕЗА «ЭТАЛОН» (ЛЕНИНГРАДСКАЯ ОБЛАСТЬ)

✉ Дуданова В.И.^{1,2}, Веселовский Р.В.^{1,2}, Ручкин М.В.^{3,4}, Шитов М.В.⁴, Носевич Е.С.⁴

¹МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

²Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН, Москва, Россия

³Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

⁴ФГБУ «ВСЕГЕИ», Санкт-Петербург, Россия

✉ varyanich1212@gmail.com

Представлены результаты определения возраста и продолжительности экскурса геомагнитного поля Блейк в микулинских межледниковых отложениях разреза «Эталон» двумя независимыми методами – датированием оптически стимулированной люминесценцией (ОСЛ) и корреляцией спорово-пыльцевых зон и фаз развития Мгинского моря с глобальной эвстатической кривой. Установлено, что начало экскурса Блейк совпадает с рубежом завершения мгинской (земской) трансгрессии и составляет 119–120 тыс. лет; ОСЛ-возраст отложений в интервале разреза, где идентифицируется экскурс – 117±7 тыс. лет. Продолжительность экскурса Блейк в разрезе «Эталон» оценивается от 3 до 6 тыс. лет.

Ключевые слова: экскурс Блейк, микулинское межледниковье, палеомагнетизм, оптически стимулированная люминесценция, Приневская низменность

Введение. Одним из ключевых аспектов при решении задач высокоточного расчленения и стратиграфической корреляции осадочных толщ квартера является установление в разрезах четвертичных отложений кратковременных, но имеющих глобальное распространение интервалов и уровней, пригодных для их использования в качестве стратиграфических маркеров. Геомагнитные события планетарного масштаба, такие как инверсии и экскурсы, представляют собой один из таких стратиграфических реперов, выявление и идентификация которых лежит в основе магнитостратиграфического метода.

Экскурс Блейк, выявленный нами ранее в ходе палеомагнитного изучения разреза «Эталон» [Dudanova et al., in press], является первым глобальным маркером для стратиграфического расчленения и корреляции разрезов верхнего неоплейстоцена на Северо-Западе Русской равнины. При этом, получение точных определений возраста и продолжительности экскурса в разрезе представляет собой принципиально важную задачу для оценки хроностратиграфического объема микулинского (земского) межледниковья, а также продолжительности его региональных дробных подразделений.

Тем не менее, оценить время начала, а также продолжительность геомагнитных событий с высокой точностью на основе датирования соответствующих интервалов разреза только геохронологическими методами часто не представляется возможным ввиду того, что погрешность полученных дат нередко превышает хроностратиграфический объем экскурсов в осадочных разрезах. В связи с этим, помимо датирования отложений методом оптически стимулированной люминесценции (ОСЛ), для определения возраста и продолжительности экскурса Блейк в разрезе «Эталон» мы сопоставили выявленное геомагнитное событие с основными этапами эволюции растительности и фазами развития мгинского морского бассейна в Приневье, которые реконструируются по данным спорово-пыльцевого и диатомового анализов, и провели их корреляцию с мировой эвстатической кривой [Hearty et al., 2007].

Геологическая характеристика. Опорный разрез «Эталон» расположен в центральной части Приневской низменности на правом берегу р. Нева в районе пос. им. Свердлова. Здесь вскрывается сложно построенная толща среднего–верхнего плейстоцена

видимой мощностью более 35 м. В основании разреза залегают ленточно-слоистые глины московского горизонта (gm,lgПms), которые перекрыты отложениями мгинской морской межледниковой толщи микулинского горизонта (mПmk). Мгинский мариний представлен плотными глинами темно-серого и черного цвета мощностью 9,5–10,0 м, часто с тонкой горизонтальной, волнистой и линзовидной слоистостью, а также большим количеством рассеянного органического вещества. К верхней части толщи приурочен уровень с биотурбациями и многочисленными раковинами двустворчатых моллюсков. На мгинском маринии несогласно залегают осташковский тилл (gПos), а венчают разрез ленточные глины Балтийского ледникового озера (lgПbl).

Результаты и их обсуждение. *Возраст экскурса Блейк.* Сопоставление изменений уровня мгинского палеобассейна с кривой колебаний уровня Мирового океана возможно ввиду изохронного глобального характера бореальной (эемской/мгинской) трансгрессии в MIS 5e, а также предположения об отсутствии существенного влияния синседиментационных тектонических движений на относительный уровень мгинского моря. В пользу такого предположения свидетельствуют исключительно постоянный литологический состав мгинской свиты, полнота известных разрезов мгинского мариния на территории всего Приневья (Отчёт по изучению опорных разрезов четвертичных отложений окрестностей г. Ленинграда, Плешивцева и др., 1984), а также незначительная скорость современных и голоценовых вертикальных движений земной поверхности (первые мм/год) после компенсации гляциоизостатических эффектов [Дуданова и др., 2021].

В табл. 1 представлена корреляция основных этапов развития мгинского морского бассейна, возникшего в результате ингрессии морских вод в Приневскую низменность, по данным диатомового анализа (Отчёт по изучению опорных разрезов четвертичных отложений окрестностей г. Ленинграда, Плешивцева и др., 1984) с региональными палинозонами микулинского межледниковья. Экскурсу Блейк в разрезе, отвечающему пыльцевым зонам M₆₋₇, соответствуют диатомовые фазы Ф-5 и Ф-6, т.е. начало экскурса приходится на рубеж завершения максимума мгинской (эемской) трансгрессии и начало финальной регрессии мгинского палеобассейна.

Табл. 1. Палинологическая и диатомовая характеристики отложений микулинского межледниковья на территории Приневья.

RPZ [Гричук, 1961]	Характеристика палинозон в разрезе «Эталон» [наши данные]	ФРММ в разрезе «Эталон» (Плешивцева и др., 1984)
M ₈	Зона сосны и березы с участием ели	Ф-7: литоральная зона опресненного морского бассейна
M ₇	Зона максимума граба, лещины с участием ольхи и липы; максимум ели	Ф-6: начало финальной регрессии
M ₆		Ф-5: максимум трансгрессии
M ₅	Зона максимума дуба и вяза с участием липы	Ф-4: глубоководный морской бассейн
M ₄		
M ₃	Зона максимума сосны и березы и появления широколиственных пород	Ф-3: начало трансгрессии
M ₂	Зона сосны и березы с небольшим участием ели	Ф-2: мелководный морской бассейн
M ₁	Зона ели (нижний максимум ели)	Ф-1: регрессия приледникового бассейна

RPZ – региональные пыльцевые зоны; ФРММ – фазы развития морского бассейна; зеленым цветом в таблице обозначен интервал, соответствующий экскурсу Блейк в разрезе «Эталон»

При этом, максимальное повышение относительного уровня Мирового океана, которому соответствует максимум мгинской трансгрессии в Приневье, согласно глобальной эвстатической кривой для позднего плейстоцена, происходит около 121–119

тыс. лет назад с последующей быстрой регрессией уже в интервале 120–118 тыс. лет [Hearty et al., 2007].

Кроме того, возраст, оцененный методом оптически стимулированной люминесценции (ОСЛ) для отложений в интервале разреза, где идентифицируется экскурс Блейк, составляет 117 ± 7 тыс. лет (RGI-876, C-L5333). Таким образом, время начала экскурса геомагнитного поля Блейк, полученное двумя независимыми методами, можно оценить в 119–120 тыс. лет, что с высокой точностью коррелирует с известными определениями возраста экскурса в мире [см., например, Laj, Channell, 2007].

Продолжительность экскурса Блейк в разрезе «Эталон». В связи с тем, что погрешность полученной ОСЛ-даты, судя по всему, превышает хроностратиграфический объем экскурса Блейк в разрезе, оценить продолжительность геомагнитного события позволяет предположение об унаследованном характере дифференциации и соответствии длительности основных фаз изменения растительности и климата для микулинского (эмского) межледниковья и голоцена [Новенко, 2015]. На основании этого можно полагать, что климатический оптимум микулинского межледниковья (зоны M_{5-6}) соответствует атлантическому периоду (8.8–5.3 тыс. кал. лет), а начало похолодания, фиксирующееся в зоне M_7 , коррелирует с суббореальным периодом голоцена (5.3–2.6 тыс. кал. лет) [Новенко, 2015; Хотинский, 1991; Arslanov et al., 1999]. Другим аналогичным инструментом является оценка продолжительности отдельных палинозон путем их сопоставления с климатическими фазами в разрезе Биспенген в Германии, длительность которых определяется на основе подсчета и интерполяции годичной слоистости в озерных отложениях. Зона M_6 микулинского межледниковья приходится на зону IV эмского интергляциала и составляет 4000 лет; зона M_7 отвечает зоне V разреза Биспинген продолжительностью примерно 2000 лет [Müller, 1974].

Так как хроностратиграфический объем окончания зоны M_6 , на которую приходится начало экскурса Блейк, определить не представляется возможным, необходимо принять, что минимальная продолжительность геомагнитного события в разрезе «Эталон», вероятно, чуть превышает длительность зоны M_7 и составляет, таким образом, около 3000 лет. При этом, верхняя граница продолжительности экскурса при данном разрешении ограничивается полным хроностратиграфическим объемом зон M_{6-7} , который, по аналогии с климатостратиграфическими подразделениями голоцена, а также длительностью фаз IV–V в разрезе Биспинген, имеет предел не более 6000 лет. Известные оценки продолжительности экскурса геомагнитного поля Блейк варьируют от 4–6 тыс. лет [см., например, Zhu et al., 1994; Thouveny et al., 2008; Osete et al., 2012 и др.] до 7–11 тыс. лет [Sier et al., 2015].

Заключение. В результате последовательного сопоставления спорово-пыльцевых зон и фаз развития мгинского морского бассейна с глобальной эвстатической кривой для начала позднего неоплейстоцена было установлено, что время начала экскурса Блейк совпадает с рубежом завершения максимума мгинской (эмской) трансгрессии и началом финальной регрессии в микулинском межледниковье и составляет 119–120 тыс. лет. Данные выводы также подтверждаются результатами ОСЛ-датирования отложений. Продолжительность экскурса Блейк в разрезе «Эталон» оценивается от 3 до 6 тыс. лет.

ЛИТЕРАТУРА

Гричук В.П. Ископаемые флоры как палеонтологическая основа стратиграфии четвертичных отложений // Рельеф и стратиграфия четвертичных отложений северо-запада Русской равнины. М.: Изд-во АН СССР, 1961, 25–71.

Дуданова В.И., Шитов М.В. О позднечетвертичной тектонике Приневья / В сб. материалов XXIX Всероссийской молодежной конференции «Строение литосферы и геодинамика». Иркутск: Институт земной коры СО РАН, 2021, 94–96.

Новенко Е.Ю. Растительность и климат Центральной и Восточной Европы в позднем плейстоцене и голоцене: дисс. на соискание уч. степени докт. геогр. наук. М.: МГУ им. М.В. Ломоносова, 2015, 322 с.

Плешивцева Э.С., Абакуменко Г.С., Горшкова С.С. Отчёт по изучению опорных разрезов четвертичных отложений окрестностей г. Ленинграда. Фонды ФБУ «ТФГИ по СЗФО», № 24556, 1984.

Хотинский Н.А., Алешинская З.В., Гуман М.А. и др. Новая схема периодизации ландшафтно-климатических изменений в голоцене // Известия РАН. Сер. геогр., 1991. №3. С. 30–42.

Arslanov Kh. A., Saveljeva L.A., Gey N.A., Klimanov V.A. et al. Chronology of vegetation and paleoclimatic stages of northwestern Russia during the Late Glacial and Holocene // Radiocarbon. 1999. Vol. 41. № 1. P. 25–45. doi: 10.1017/S0033822200019317

Dudanova V.I., Veselovsky R.V., Ruchkin M.V., Sheetov M.V. The Blake geomagnetic excursion recorded in the Mikulino Interglacial sediments of the Neva Lowland // Doklady Earth Sciences, (in press).

Hearty P.J., Hollin J.T., Neumann A.C., O'Leary M.J., McCulloch M. Global sea-level fluctuations during the Last Interglaciation (MIS 5e) // Quaternary Science Reviews. 2007. Vol. 26. Is. 17-18. P. 2090–2112. doi: 10.1016/j.quascirev.2007.06.019

Laj C., Channell J.E.T. Geomagnetic Excursions / In book: “Treatise on Geophysics”, 2007. P. 373–416.

Möller P., Murray A. S. Drumlinised glaciofluvial and glaciolacustrine sediments on the Småland peneplain, South Sweden - new information on the growth and decay history of the Fennoscandian Ice Sheets during MIS 3 // Quaternary Science Reviews. 2015. Vol. 122. P. 1–29. doi: 10.1016/j.quascirev.2015.04.025

Osete M.-L., Javier M.-C., Rossi C., Edwards L., Egli R., Munoz-Garcia M.B., Wang X., Pavon-Carrasco J., Heller F. The Blake geomagnetic excursion recorded in a radiometrically dated speleothem // Earth and Planetary Science Letters. 2012. Vol. 353–354. P. 173–181. doi: 10.1016/j.epsl.2012.07.041

Sier M.J., Peeters J., Dekkers M.J., Pares J.M., Chang L., Busschers F.S., Cohen K.M., Wallinga J., Bunnik F.P.M. The Blake Event recorded near the Eemian type locality – A diachronic onset of the Eemian in Europe // Quaternary Geochronology. 2015. Vol. 28. P. 12–28. doi: 10.1016/j.quageo.2015.03.003

Thouveny N., Bourles D.L., Saracco G., Carcaillet J.T., Bassinot F. Paleoclimatic context of geomagnetic dipole lows and excursions in the Brunhes, clue for an orbital influence on the geodynamo? // Earth and Planetary Science Letters. 2008. Vol. 275. Is. 3-4. P. 269–284. doi: 10.1016/j.epsl.2008.08.020

Zhu R.X., Zhou L.P., Laj C., Mazaud A., Ding D.L. The Blake geomagnetic polarity episode recorded in Chinese loess // Geophysical Research Letters. 1994. Vol. 21. P. 697–700. doi: 10.1029/94GL00532

AGE AND DURATION OF THE BLAKE GEOMAGNETIC EXCURSION IN THE MIKULINO INTERGLACIAL SEDIMENTS (ETALON SECTION, LENINGRAD REGION)

Dudanova V.I.^{1,2}, Veselovskiy R.V.^{1,2}, Ruchkin M.V.^{3,4}, Sheetov M.V.⁴, Nosevich E.S.⁴

¹Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

²Schmidt Institute of Physics of the Earth, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

³Saint Petersburg State University, St. Petersburg, Russia

⁴A.P. Karpinsky Russian Geological Research Institute, St. Petersburg, Russia

We present the findings of two independent methods used to determine the age and duration of the Blake geomagnetic excursion in the Mikulino interglacial sediments in the Etalon section. The

first method involved optically stimulated luminescence (OSL) dating, the second method – correlating spore-pollen zones and phases of development of the Mga Sea with the global sea-level curve. The results showed that the Blake excursion began around 119–120 ka, coinciding with the completion of the maximal stage of the Mga (Eemian) transgression. The sediments in the section, where the excursion were found, to be 117 ± 7 ka. The duration of the Blake excursion in the Etalon section are estimated to be between 3–6 ka.

Keywords: *Blake excursion, Mikulino (Eemian) Interglacial, paleomagnetism, luminescence dating, Neva Lowland*

REFERENCES

- Grichuk V.P.* Fossil floras as a paleontological basis for the stratigraphy of Quaternary deposits // Relief and stratigraphy of Quaternary deposits of the north-west of the Russian Plain. M.: Publishing House of the USSR Academy of Sciences, 1961, 25–71.
- Dudanova V.I., Shitov M.V.* On the late Quaternary tectonics of the Neva region / In collection. materials of the XXIX All-Russian Youth Conference “Structure of the Lithosphere and Geodynamics”. Irkutsk: Institute of the Earth's Crust SB RAS, 2021, 94–96.
- Novenko E.Yu.* Vegetation and climate of Central and Eastern Europe in the Late Pleistocene and Holocene: dissertation. for academic competition Doctoral degrees geogr. Sci. M.: Moscow State University named after. M.V. Lomonosova, 2015, 322 p.
- Pleshivtseva E.S., Abakumenko G.S., Gorshkova S.S.* Report on the study of reference sections of Quaternary deposits in the vicinity of Leningrad. Funds of the Federal Budgetary Institution "TFGI for the Northwestern Federal District", No. 24556, 1984.
- Khotinsky N.A., Aleshinskaya Z.V., Guman M.A.* and others. New scheme for the periodization of landscape-climatic changes in the Holocene // *Izvestia RAS. Ser. Geogr.*, 1991. No. 3. pp. 30–42.
- Arslanov Kh. A., Saveljeva L.A., Gey N.A., Klimanov V.A.* et al. Chronology of vegetation and paleoclimatic stages of northwestern Russia during the Late Glacial and Holocene // *Radiocarbon*. 1999. Vol. 41. № 1. P. 25–45. doi: 10.1017/S0033822200019317
- Dudanova V.I., Veselovsky R.V., Ruchkin M.V., Sheetov M.V.* The Blake geomagnetic excursion recorded in the Mikulino Interglacial sediments of the Neva Lowland // *Doklady Earth Sciences*, (in press).
- Hearty P.J., Hollin J.T., Neumann A.C., O'Leary M.J., McCulloch M.* Global sea-level fluctuations during the Last Interglaciation (MIS 5e) // *Quaternary Science Reviews*. 2007. Vol. 26. Is. 17-18. P. 2090–2112. doi: 10.1016/j.quascirev.2007.06.019
- Laj C., Channell J.E.T.* Geomagnetic Excursions / In book: “Treatise on Geophysics”, 2007. P. 373–416.
- Möller P., Murray A.S.* Drumlinised glaciofluvial and glaciolacustrine sediments on the Småland peneplain, South Sweden - new information on the growth and decay history of the Fennoscandian Ice Sheets during MIS 3 // *Quaternary Science Reviews*. 2015. Vol. 122. P. 1–29. doi: 10.1016/j.quascirev.2015.04.025
- Osete M.-L., Javier M.-C., Rossi C., Edwards L., Egli R., Munoz-Garcia M.B., Wang X., Pavon-Carrasco J., Heller F.* The Blake geomagnetic excursion recorded in a radiometrically dated speleothem // *Earth and Planetary Science Letters*. 2012. Vol. 353–354. P. 173–181. doi: 10.1016/j.epsl.2012.07.041
- Sier M.J., Peeters J., Dekkers M.J., Pares J.M., Chang L., Busschers F.S., Cohen K.M., Wallinga J., Bunnik F.P.M.* The Blake Event recorded near the Eemian type locality – A diachronic onset of the Eemian in Europe // *Quaternary Geochronology*. 2015. Vol. 28. P. 12–28. doi: 10.1016/j.quageo.2015.03.003
- Thouveny N., Bourles D.L., Saracco G., Carcaillet J.T., Bassinot F.* Paleoclimatic context of geomagnetic dipole lows and excursions in the Brunhes, clue for an orbital influence on the geodynamo? // *Earth and Planetary Science Letters*. 2008. Vol. 275. Is. 3-4. P. 269–284. doi: 10.1016/j.epsl.2008.08.020
- Zhu R.X., Zhou L.P., Laj C., Mazaud A., Ding D.L.* The Blake geomagnetic polarity episode recorded in Chinese loess // *Geophysical Research Letters*. 1994. Vol. 21. P. 697–700. doi: 10.1029/94GL00532