

Список литературы:

[1] Kurbanov R., Murray A., Thompson W., Svistunov M., Taratunina N., Yanina T. First reliable chronology for the early Khvalynian Caspian Sea transgression in the Lower Volga River valley // *Boreas*. – 2021. – 50 (1). – Pp. 134-146.

[2] Янина Т.А., Свиточ А.А., Курбанов Р.Н., Мюррей Э.С., Ткач Н.Т., Сычев Н.В. Опыт датирования плейстоценовых отложений Нижнего Поволжья методом оптически стимулированной // *Вестник Московского университета. Серия 5: География*. 2017. № 1. С. 21–29.

[3] Koltringer C., Stevens T., Bradák B., Almqvist B., Kurbanov R., Snowball I., Yarovaya S. 2020: Enviromagnetic study of Late Quaternary environmental evolution in Lower Volga loess sequences, Russia. *Quaternary Research*, 25 pp.

**ТЕРМИЧЕСКИЙ МАКСИМУМ МИКУЛИНСКОГО МЕЖЛЕДНИКОВЬЯ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ПАЛИНОЛОГИЧЕСКОГО ИЗУЧЕНИЯ ОТЛОЖЕНИЙ РАЗРЕЗА НА Р. БОЛЬШАЯ ДУБЁНКА (ТВЕРСКАЯ ОБЛАСТЬ)**

**А.П. Фоменко<sup>1</sup>, Л.А. Савельева<sup>1</sup>, Ф.Е. Максимов<sup>1</sup>, А.Ю. Петров<sup>1</sup>, В.А. Григорьев<sup>1</sup>, С.С. Попова<sup>2</sup>, В.Ю. Кузнецов<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия, fomenko.antonina@gmail.com

<sup>2</sup> Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург, Россия, celenkova@gmail.com

**MIKULINO (EEMIAN) INTERGLACIAL THERMAL MAXIMUM ACCORDING TO PALYNOLOGICAL INVESTIGATION OF BOL`SHAYA DUBYONKA RIVER SECTION (TVER` REGION)**

**A.P. Fomenko<sup>1</sup>, L.A. Savelieva<sup>1</sup>, F.E. Maksimov<sup>1</sup>, A.Yu. Petrov<sup>1</sup>, V.A. Grigoriev<sup>1</sup>, S.S. Popova<sup>2</sup>, V.Yu. Kuznetsov<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Saint-Petersburg State University, Saint-Petersburg, Russia

<sup>2</sup> Komarov Botanical Institute RAS, Saint-Petersburg, Russia

Микулинские континентальные отложения описаны во множестве разрезов на Русской равнине. Как известно, это межледниковье сопоставимо с эемским интергляциалом в Западной и Центральной Европе, которое по распространённому мнению коррелирует с морской изотопной подстадией 5e (МИС-5e) [14]. Геохронологическая позиция эемского межледниковья (128-115 тыс. л.) получена на основе изучения малакофауны [14].

Продолжительность и временные рамки микулинского межледниковья на Русской равнине являются предметом дискуссий, в том числе из-за ограниченного числа методов количественного датирования, которые могут быть применены к отложениям такого возраста. Одним из них является уран-ториевый (<sup>230</sup>Th/U) метод датирования [7, 8]. Соответственно для решения вопроса о временных рамках последнего межледниковья необходимо проводить комплексные палеоботанические и геохронологические исследования континентальных осадков Русской равнины.

В качестве района исследований выбрана Тверская область, где проходит предполагаемая граница максимального распространения валдайского оледенения [2, 13]. Очевидно, разрезы микулинских отложений, находящиеся за пределами распространения ледника [1, 10, 11], представляют наиболее полную летопись развития растительности на протяжении последнего межледниковья. Наиболее репрезентативными из них, включающими отложения оптимальной фазы межледниковья, являются профили в Центрально-Лесном Заповеднике [10] и на р. Малая Коша [1, 11]. Среди разрезов, находящихся в области распространения валдайского ледника, наиболее интересным, имеющим результаты палеоботанических и геохронологических исследований является обнажение на р. Сижина [3, 6, 8, 11, 13].

К числу недостаточно изученных разрезов относится обнажение на р. Большая Дубёнка, микулинские отложения которого, подстилаемые и перекрытые моренными образованиями, были вскрыты при проведении геологического картирования района Верхней Волги во второй половине XX в. [2]. Определение относительного возраста гиттиных и торфянистых отложений из разреза впервые проведено Н.С. Чеботарёвой с соавторами посредством спорово-пыльцевого анализа образцов, отобранных через каждые 20 см [11]. По его результатам выделены пыльцевые зоны М4-М7 согласно стратиграфической схеме, предложенной В.П. Гричуком для Восточно-Европейской равнины [5]. Спустя несколько лет для уточнения палеогеографии верховьев Волги Е.Н. Анановой с соавторами разрез был изучен вновь и подвергнут более детальному спорово-пыльцевому анализу (с интервалом отбора образцов 10-15 см) [1]. Отмечено большее разнообразие определённых видов растительности, в том числе прибрежно-водных. Кроме того, в отложениях московского ледника зафиксировано господство дочетвертичных микрофоссилий [1]. По результатам исследований установлены пыльцевые зоны М3-М7.

Осенью 2020 г. работы в этом районе были возобновлены. Коллективом лаборатории «Геоморфологических и палеогеографических исследований полярных регионов и Мирового океана им. В.П. Кёппена» Института наук о Земле СПбГУ вновь был изучен разрез на правом берегу р. Большая Дубёнка (56°52'30,7" с.ш., 33°11'17,3" в.д.) с целью опробования на следующие виды анализов: спорово-пыльцевой, палеокарпологический и уран-ториевый. Снизу вверх вскрыты отложения мощностью 126 см: 126-116 см – глинистый диамиктон, с карбонатными включениями и гравием; 116-104 см – переходный слой от диамиктона и торфу; 104-96 см – торф, с большим количеством неразложившихся органических остатков; 96-36 см – песчанистая гиттия, с растительными остатками; 36-30 см – алевриты, с пятнами ожелезнения; 30-14 см – алевриты; 14-0 см – песчанистый диамиктон, с гравием, галькой и валунами.

Исследование проведено с высокой частотой отбора образцов для спорово-пыльцевого анализа, которая составила 6 см, на контакте слоёв – 2 см. Обработка проб проводилась по стандартной методике с применением тяжёлой жидкости [4]. Определено более 50 пыльцевых и споровых таксонов. Выделение палинозон выполнено с использованием кластерного анализа. Кроме того, проведена биомизация полученных результатов [15]. Подсчёт концентрации пыльцы посредством добавления спор-индикаторов *Lycopodium* [16], а также изучение различных непыльцевых палиноморф позволили более детально восстановить палеогеографические обстановки межледниковья. Из органогенных слоёв (торфа и гиттии) по методике, описанной В.П. Никитиным [9], отобраны и определены карпоиды (семена и плоды). Получен  $^{230}\text{Th}/\text{U}$  возраст органогенных слоёв [7].

Проведённые палеоботанические исследования позволяют сделать вывод о том, что органогенные отложения начали формироваться в начале микулинского межледниковья (зона М1). Спорово-пыльцевые спектры отражают типичную смену доминант в лесных сообществах, характерную для последнего межледниковья. Не зафиксированным остаётся переходный этап от микулинского межледниковья к эпохе валдайского оледенения (зона М8), отложения которого, по всей видимости, были эродированы ледником.

В первую половину термического максимума (зона М4) распространялись умеренные листопадные леса, в составе которых преобладал дуб, в основном *Quercus robur*, в меньшей степени был распространён вяз. Участие также принимали *Viburnum* и *Fraxinus*, концентрация пыльцы последнего в это время была максимальна и составляла 8 тыс. пыльцевых зёрен в одном грамме осадка (п.з./г). В этот интервал времени также отмечена наибольшая концентрация пыльцы *Salix* (11 тыс. п.з./г). В травянистом покрове доминировали представители семейства Сурегасеае и Роасеае. Снижение процентного содержания зелёных водорослей *Pediastrum*, а также количества и разнообразия остатков прибрежно-водной растительности позволяет предположить, что уровень локального водоёма повышался.

Далее (зона М5) накапливались осадки относительно глубокого водоёма, содержание в них водорослей *Pediastrum* и *Botryococcus* составляет 1-2%. Методом биомов реконструирована растительность умеренных листопадных лесов. Основными лесообразующими породами являлись липа, вяз и дуб, концентрация пыльцы которых превышала 60 тыс. п.з./г. Наибольшее распространение вблизи водоёма получили *Alnus* и *Corylus*, влаголюбивые растения. Кроме того, в лесах произрастал *Humulus lupulus*. В отложениях этой зоны зафиксированы единичные карпологические остатки прибрежно-водных растений, например, *Scirpus* sp.

Во вторую половину термического максимума (зона М6) водоём, вероятно, достиг своей максимальной глубины. В его отложениях, плотных песчаных гиттиях, не обнаружены зелёные водоросли, обитающие в мелководных озёрах, не удалось зафиксировать и какие-либо карпологические остатки растений. Биомизация указывает на развитие прохладных смешанных лесов, представленных грабом и липой. Стоит отметить, значительную роль *Picea*, концентрация пыльцы которой составила 360 тыс. п.з./г. Среди травянистых преобладали осоковые. В лесах также произрастали папоротники *Osmunda*.

Во время термического максимума микулинского межледниковья климат был влажнее и теплее современного. Об этом свидетельствуют результаты изучения целого ряда разрезов Тверской области [1, 3, 6, 8, 10, 11, 12], а также разреза «Нижняя Боярщина» [5]. Однако стоит отметить, что процентная доля граба в отложениях разреза на р. Большая Дубёнка существенно выше в сравнении с другими разрезами, находящимися южнее. Это может быть связано с северо-восточным направлением миграции граба в то время [12].

Получены первые данные датирования органогенных отложений разреза на р. Большая Дубёнка. Предварительная оценка изохронного  $^{230}\text{Th}/\text{U}$  возраста серии образцов из торфа и нижней части песчаной гиттии позволяет предположить, что начало термического максимума последнего межледниковья в разрезе на р. Большая Дубёнка отвечает завершению подстадии МИС-5е.

Исследования выполнены при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта №20-05-00813 «Уран-ториевый возраст и история развития начальных, оптимальных и конечных фаз микулинского межледниковья на Северо-Западе Русской равнины».

#### Список литературы:

- [1] Ананова Е.Н., Заррина Е.П., Казарцева Т.И., Краснов И.И. Новые данные по стратиграфии межледниковых отложений на реках Малая Коша и Большая Дубёнка (верховья Волги) // Бюллетень комиссии по изучению четвертичного периода. – 1973. – № 40. – С. 22-34.
- [2] Геологическая карта СССР масштаба 1:200 000. Серия Московская. Лист О-36-XXVIII. Объяснительная записка. – М. – 1962. – 84 с.
- [3] Гиттерман Р.Е., Куприна Н.П., Шанцер Е.В. О микулинском возрасте межледниковых слоёв у д. Килешино (Верхняя Волга) // Бюллетень Комиссии по изучению четвертичного периода. – 1975. – № 44. – С. 84-88.
- [4] Гричук В.П., Заклинская Е.Д. Анализ ископаемых пыльцы и спор и его применение в палеогеографии. – М: ОГИЗ. – 1948. – 223 с.
- [5] Гричук В.П. История флоры и растительности Русской равнины в плейстоцене. – М.: Наука. – 1989. – 183 с.
- [6] Карпухина Н. В., Писарева В. В., Зюганова И. С., Константинов Е. А., Захаров А.Л., Баранов Д. В, Уткина А. О., Панин А. В. Новые данные по стратиграфии разреза у д. Килешино (Тверская область) – ключ к пониманию границ оледенений на Валдайской возвышенности в верхнем плейстоцене // Известия РАН. Серия Географическая. – 2020. – Т. 84. – №6. – С. 874-887.
- [7] Максимов Ф.Е., Кузнецов В.Ю. Новая версия  $^{230}\text{Th}/\text{U}$  датирования верхне- и среднеледниковых погребенных органогенных отложений // Вестник СПбГУ. – 2010. – Сер. 7. – Вып. 4. – С. 94-107.
- [8] Максимов Ф.Е., Савельева Л.А., Левченко С.Б., Григорьев В.А., Петров А.Ю., Фоменко А.П., Хребтневский В.В., Кузнецов В.Ю. К вопросу о хронологии микулинского межледниковья на Северо-Западе Русской равнины // Рельеф и четвертичные образования Арктики, Субарктики и Северо-Запада России. – 2020. – Вып. 7. – С. 322-326.

[9] Никитин В.П. Палеокарпологический метод (Руководство по методике изучения ископаемых семян и плодов). – Томск: Изд-во Том. ун-та. – 1969. – 81 с.

[10] Новенко Е.Ю., Зюганова И.С., Козлов Д.Н. Эволюция растительного покрова в позднем плейстоцене на территории Центрально-Лесного Заповедника // Известия РАН. Серия Географическая. – 2008. – №1. – С. 87-99.

[11] Чеботарёва Н.С., Недошивина М.А., Столярова Т.И. Московско-валдайские (микулинские) межледниковые отложения в бассейне Верхней Волги и их значение для палеогеографии // Бюллетень Комиссии по изучению четвертичного периода. – 1961. – № 26. – С. 35-49.

[12] Чепурная А.А. Особенности миграции широколиственных пород по территории Восточно-Европейской равнины в микулинское межледниковье // Известия РАН. Серия Географическая. – 2009. – №4. – С. 69-77.

[13] Lasberg K., Kalm V., Kihno K. Ice-free interval corresponding to Marine Isotope Stages 4 and 3 at the Last Glacial Maximum position at Kileshino, Valdai Upland, Russia // Estonian Journal of Earth Sciences. – 2014. – 63 (2). – P. 88-96.

[14] Litt T., Gibbard P. Definition of a Global Stratotype Section and Point (GSSP) for the base of the Upper (Late) Pleistocene Subseries (Quaternary System/Period) // Episodes. – 2008. – Vol. 31. – № 2. – P. 260–263.

[15] Prentice C.I., Guiot J., Huntley B., Jolly D., Cheddadi R. Reconstructing biomes from palaeoecological data: a general method and its application to European pollen data at 0 and 6 ka // Climate Dynamics. – 1996. – Vol.12. – P.185-194.

[16] Stockmarr J. Tablets with spores used in absolute pollen analysis // Pollen et Spores. – 1971. – Vol. 13. – P. 615–621.

---

---