

## НОВЫЕ ДАННЫЕ О СТРОЕНИИ И УСЛОВИЯХ ФОРМИРОВАНИЯ ОТЛОЖЕНИЙ РАЗРЕЗА КУЛИКОВО (САМБИЙСКИЙ ПОЛУОСТРОВ, КАЛИНИНГРАДСКАЯ ОБЛАСТЬ)

<sup>1</sup>Рудинская А.И., <sup>1</sup>Филиппова К.Г., <sup>1</sup>Лазукова Л.И., <sup>2</sup>Дружинина О.А., <sup>3</sup>Бурко А.А., <sup>3</sup>Сходнов И.Н.

<sup>1</sup>Институт географии РАН, Москва, Россия

<sup>2</sup>РГПУ им. А.И.Герцена, Санкт-Петербург, Россия

<sup>3</sup> Научно-исследовательский центр Прибалтийская археология, Калининград, Россия

Весной 2022 г. в ходе полевых работ в северной части Самбийского полуострова был изучен разрез Куликово, приуроченный к абразионному уступу. Отложения, вскрывающиеся в этом разрезе, предположительно накапливались в позднем плейстоцене и голоцене, и их нижняя часть соответствует отложениям одного из приледниковых водоемов. Для нижней части разреза (192-141 см) был выполнен комплексный литологический анализ (измерен гранулометрический состав, определено содержание органического вещества и карбонатных соединений, получены первые результаты диатомового анализа. Выдены 7 слоев (литологических зон), соответствовавших смене условий осадконакопления и палеоэкологических характеристик водоема.

Ключевые слова: *отложения приледниковых водоемов, комплексный анализ отложений, диатомовый анализ, реконструкция условий осадконакопления, палеоэкология водоемов*

Разрез Куликово расположен в северной части Самбийского полуострова (Калининградская область). Предполагается, что в разрезе вскрываются донные отложения одного из мелководных приледниковых водоемов, существовавших вдоль края ледника на месте современного побережья Балтики. Мощность вскрывающихся в разрезе отложений составляет 2 м, время их накопления охватывает поздний плейстоцен и голоцен.

В настоящий момент наиболее хорошо изучена нижняя часть разреза – интервал с 192 до 141 см. Для реконструкции условий осадконакопления был выполнен ряд литологических анализов – измерен гранулометрического состава, определено содержание органического вещества и карбонатов, измерена удельная магнитная восприимчивость отложений. Для реконструкции экологических условий палеоводоема был проведен диатомовый анализ отложений.

Определение потерь при прокаливании (ППП) выполнялось с целью оценки содержания органического вещества и карбонатов в осадке при двух температурных режимах (550 и 950°C). Измерение размера частиц выполнялось лазерно-дифрактометрическим методом на анализаторе Malvern Mastersizer 3000. Измерение удельной (массовой) магнитной восприимчивости выполнялось на каппаметре ZH Instruments 150L. Измерение производилось при напряженности магнитного поля 320 А/м и с переменной частотой – 500 ( $\chi_{lf}$ ) и 4000 ( $\chi_{hf}$ ) Гц. При каждой частоте выполнялось по 4 измерения каждого образца. Итоговый результат вычислялся нахождением среднего значения.

Диатомовый анализ был выполнен для 10 образцов из интервала 142-191 см. Препараты для диатомового анализа были приготовлены по стандартной методике [Batarbee et al., 2001]. В каждом препарате была определена видовая принадлежность от 100 до 1200 створок. Для идентификации таксонов использовались «Определитель диатомовых водорослей России» [Куликовский и др., 2016] и «Bacillariophyceae» [Kramer, Lange-Bertalot, 2001, T.1-4]. Устаревшие названия были актуализированы с помощью ресурса Algaebase.org [Guiry, Guiry 2022].

Среди идентифицированных видов диатомей были выделены экологические группы по следующим принципам:

1. По системе галобов Кольбе [Kolbe, 1932] - была разделена группа мезогалобных (солонатоводных) и олигогалобных (пресноводных) видов, среди которых были выделены галофобные, виды-индифференты и галофильные виды;
2. В зависимости от наиболее предпочтительного для вида трофического статуса водоема [Биологический..., 1986, Быков, 1983] была выделена группа олиготрофных видов, мезотрофных видов, эвтрофных видов и группа видов, индифферентных к трофическому статусу местообитания;
3. В зависимости от наиболее предпочтительной для вида активной реакции среды [Прошкина-Лавренко, 1948] были выделены группы ацидофильных, нейтрофильных, алкафильных видов диатомей и группа видов, индифферентных к активной реакции среды местообитания.

В результате комплексного литологического анализа выделены следующие слои:

1. Слой 1 (192-183 см). Преобладает фракция алеврита (до 70%), содержание песка составляет от 8 до 12%, глины – от 10 до 12%. Содержание органического вещества меняется от 10 до 20%, карбонатов – порядка 8-10%. Удельная магнитная восприимчивость варьирует в пределах от 0.06 до  $0.013 \cdot 10^{-6}$  м<sup>3</sup>/кг. Диатомовые ассоциации не формировались.
2. Слой 2 (183-182 см). Содержание алеврита составляет 80%, песка – 8%, глины – 12%. Доля органического вещества достигает 54%, содержание карбонатов составляет 10%. Удельная магнитная восприимчивость составляет  $0.022 \cdot 10^{-6}$  м<sup>3</sup>/кг.
3. Слой 3 (182-180,5 см). Доля песка составляет около 10%, доля алеврита 68%, содержание глинистых частиц составляет 12%. Удельная магнитная восприимчивость составляет  $0.025 \cdot 10^{-6}$  м<sup>3</sup>/кг. Доля органического вещества составляет 14%, доля карбонатных соединений – около 62%.
4. Слой 4 (180,5-174 см). Доля песка составляет до 8-11%, доля алеврита – до 60-65%, содержание глинистых частиц варьирует от 12 до 18%. Содержание органического вещества меняется от 14 до 22%, содержание карбонатов снижается от 53% в нижней части слоя до 40% в верхней. Удельная магнитная восприимчивость варьирует в пределах от 0.033 до  $0.039 \cdot 10^{-6}$  м<sup>3</sup>/кг.
5. Слой 5 (174-169 см). Доля алеврита составляет 56%, песка – 12%, глинистой фракции – 32%. Содержание органического вещества составляет 16%, карбонатов – 49%. Удельная магнитная восприимчивость составляет  $0.064 \cdot 10^{-6}$  м<sup>3</sup>/кг. Преобладают донные диатомеи (78%), главным образом алкафильные мезотрофные и эвтрофные виды.
6. Слой 6 (169-161 см). Содержание фракции алеврита меняется от 69 до 74%, доля песка – от 10 до 15%, доля глинистых частиц составляет от 13 до 16,5%. Содержание органического вещества меняется в пределах от 28 до 32%, доля карбонатов варьирует от 8 до 25%. Удельная магнитная восприимчивость составляет от 0.033 до  $0.055 \cdot 10^{-6}$  м<sup>3</sup>/кг.
7. Слой 7 (161-141 см). Содержание фракции алеврита меняется от 66 до 75%, доля песка – от 10 до 15%, доля глинистых частиц составляет от 28 до 30%. Содержание органического вещества составляет 14-15%, доля карбонатов варьирует от 12 до 27%. Удельная магнитная восприимчивость составляет от 0.009 до  $0.127 \cdot 10^{-6}$  м<sup>3</sup>/кг.

Судя по результатам диатомового анализа, на этапе формирования отложений, соответствующих глубинам 182-141 см разреза, существовал пресноводный водоем небольшой глубины, о чем свидетельствует преобладание олигогалобных донных видов и видов-образователей во всем изученном интервале разреза. Возможно, на этапе, соответствующем формированию слоя 182-180,5 см, минерализация воды была немного выше, чем на других этапах (на это может указывать преобладание галофильных видов и видов-индифферентов), однако ее величина, вероятнее всего, не превышала 5‰. На этапе, соответствующем формированию слоев с глубин 182-169 см, палеоводоем характеризовался щелочными условиями. Концентрация створок на этом этапе составляет

0,7-1,1 млн створок на грамм осадка. На этапе формирования слоя 169-161 см реакция среды была кислой, на что указывает доминирующий в образце из этого слоя ацидофильный вид *Gyrosigma attenuatum*. Концентрация диатомей составляла 0,05 млн створок на грамм осадка. Столь значимое снижение концентрации может быть обусловлено закислением водоема – большая часть диатомей предпочитает щелочные либо близкие к нейтральным условия, а доля ацидофильных видов сравнительно невелика. На этапе формирования слоя 161-141 см палеоводоем снова становится щелочным. Концентрация диатомей составляла 3,5-6,4 млн створок на грамм осадка, что свидетельствует о более благоприятных условиях вегетации диатомовых водорослей, чем на предыдущих этапах.

Проведенные исследования указывают на пресноводные условия и небольшую глубину палеоводоема, существовавшего у края последнего ледника, на рубеже плейстоцена и голоцена. Судя по изменчивости гранулометрического состава, можно выделить как минимум два этапа интенсификации привноса терригенного материала (слой 191-182 см, слой 169-161 см). Пик содержания органического вещества (54%) в слое 182-181 см может указывать на быстрое повышение биопродуктивности водоема (и ее последующее быстрое снижение), что, предположительно, может соответствовать беллинг-аллередскому интерстадиалу. Результаты диатомового анализа указывают на переход от щелочных условий к кислым на этапе, соответствующем накоплению слоя 169-161 см, и последующее защелачивание водоема.

*Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-17-00113 «Критические рубежи и палеоклиматические события позднего плейстоцена и голоцена и их роль в формировании природно-культурных ландшафтов юго-восточной Прибалтики».*

#### ЛИТЕРАТУРА

- Биологический энциклопедический словарь / Гл. ред. М. С. Гиляров. — М.: Сов. Энциклопедия, 1986. — 831 с
- Быков Б.А. Экологический словарь. — Алма-Ата: Наука, 1983. — 216 с.
- Куликовский М.С., Глуценко А.М., Генкал С.И., Кузнецова И.В. Определитель диатомовых водорослей России. Ярославль: Филигрань, 2016. 804 с.
- Прошкина-Лавренко А.И. Физиология и экология диатомовых водорослей // В кн. Диатомовый анализ. М. Госгеолгиздат, 1949. Т.1. С.52-79.
- Battarbee R.W., Jones V.J., Flower R.J. Diatoms // In Smol J.P., Birks H.J-B. and Last W.M. (Eds.) Tracking Environmental Change Using Lake Sediments. Terrestrial, Algal and Siliceous Indicators, 2001. P.155–202.
- Guiry, M.D., Guiry, G.M. 2020. *AlgaeBase* // World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <https://www.algaebase.org>; searched on 9 November 2022.
- Kolbe R. Grundlinien einer allgemeinen Ökologie der Diatomeen // Ergebnisse der Biologie. 1932. 8 p.
- Kramer K., Lange-Bertalot H. 1. Teil: Naviculaceae. // Süßwasserflora von Mitteleuropa. — Heidelberg, Berlin, 2001. 876 p.
- Kramer K., Lange-Bertalot H. 2. Teil: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. // Süßwasserflora von Mitteleuropa. Heidelberg, Berlin, 2001. 596 p.
- Kramer K., Lange-Bertalot H. 3. Teil: Bacillariaceae, Centrales, Fragilariaceae, Eunoticeae. // Süßwasserflora von Mitteleuropa. Heidelberg, Berlin, 2001. 640 p.
- Kramer K., Lange-Bertalot H. 4. Teil: Achnantaceae. // Süßwasserflora von Mitteleuropa. Heidelberg, Berlin, 2001. 468 p.

**NEW DATA ON THE STRUCTURE AND FORMATION CONDITIONS OF THE  
KULIKOVO SECTION (SAMBIAN PENINSULA, KALININGRAD REGION)**

<sup>1</sup>Rudinskaya A.I., <sup>1</sup>Filippova K.G., <sup>1</sup>Lazukova L.I., <sup>2</sup>Druzhinina O.A., <sup>3</sup>Burko A.A., <sup>3</sup>Skhodnov I.N.

<sup>1</sup>Institute of Geography, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

<sup>2</sup> Herzen State Pedagogical University of Russia, St. Petersburg, Russia

<sup>3</sup> Research Center Baltic Archeology, Kaliningrad, Russia

In the spring of 2022, during field work in the northern part of the Sambian Peninsula, the Kulikovo section, confined to an abrasion scarp, was studied. The deposits exposed in this section were presumably accumulated in the Late Pleistocene and Holocene, and their lower part corresponds to the deposits of one of the near-glacial reservoirs. For the lower part of the section (192-141 cm), a complex lithological analysis was performed (the granulometric composition was measured, the content of organic matter and carbonate compounds was determined, the first results of diatom analysis were obtained. 7 layers (lithological zones) were identified, corresponding to a change in sedimentation conditions and paleoecological characteristics of the reservoir .

**Keywords:** *deposits of near-glacial reservoirs, complex analysis of deposits, diatom analysis, reconstruction of sedimentation conditions, paleoecology of reservoirs*