

УДК 551.89(581)

НОВЫЕ ДАННЫЕ ПО СТРАТИГРАФИИ РАЗРЕЗА У д. КИЛЕШИНО (ТВЕРСКАЯ ОБЛАСТЬ) – КЛЮЧ К ПОНИМАНИЮ ГРАНИЦ ОЛЕДЕНЕНИЙ НА ВАЛДАЙСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ В ВЕРХНЕМ НЕОПЛЕЙСТОЦЕНЕ

© 2020 г. Н. В. Карпухина^{a, *}, В. В. Писарева^a, И. С. Зюганова^a, Е. А. Константинов^a,
А. Л. Захаров^a, Д. В. Баранов^{a, b}, А. О. Уткина^a, А. В. Панин^{a, b}

^aИнститут географии РАН, Москва, Россия

^bМосковский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия

*e-mail: natalia_karpukhina@mail.ru

Поступила в редакцию 30.09.2019 г.

После доработки 27.07.2020 г.

Принята к публикации 12.08.2020 г.

Представлены литолого-стратиграфическая характеристика, результаты палеоботанических исследований и радиоуглеродного датирования ключевого, но недостаточно изученного разреза Килешино-2 на Верхней Волге (Тверская область), приуроченного к краевой зоне последнего оледенения. Разрез представляет собой толщу разновозрастных лимно-гляциальных, озерных и аллювиальных отложений. На основе его комплексного изучения выделено четыре основных этапа осадконакопления: позднемосковский среднего неоплейстоцена, микулинский верхнего неоплейстоцена, ранневалдайский верхнего неоплейстоцена, и, возможно, средневалдайский верхнего неоплейстоцена. Локальные палинозоны, выделенные в нижней части разреза, соответствуют начальным фазам микулинского межледниковья, когда в условиях прогрессирующего потепления в регионе начали распространяться широколиственные леса. В составе водной флоры карпологическим методом определены макроостатки умеренно-термофильных растений. Отложения климатического оптимума и завершающих фаз микулинского межледниковья в разрезе не представлены. Согласно результатам палинологических исследований средняя часть разреза с двумя палеопочвами сформировалась в начале раннего валдая. На фоне прогрессирующего похолодания выявлено два потепления, вероятно, соответствующие верхневолжскому (бреруп) и круглицкому (оддерде) интерстадиалам. Из-за сложного строения разреза и наличия перерывов в осадконакоплении стратиграфия обоих интерстадиалов требует уточнения. Анализ верхней части разреза показал что гляциальные отложения в изученном разрезе отсутствуют, что позволяет усомниться в существовании не только калининского оледенения в данном районе, но и осташковского.

Ключевые слова: стратиграфия, спорово-пыльцевой анализ, палеокарпология, Валдайская возвышенность, последний ледниковый покров, верхний неоплейстоцен

DOI: 10.31857/S2587556620060060

ВВЕДЕНИЕ

Реконструкция изменений растительности и климата по данным комплексных исследований разрезов погребенных органогенных отложений позволяет создать надежную основу для климато-стратиграфии верхнего неоплейстоцена и определения положения границы последнего оледенения на Валдайской возвышенности. Однако на Восточно-Европейской равнине практически нет разрезов, в которых отложения всего верхнего неоплейстоцена залегают бы в виде непрерывной последовательности. На сегодняшний день известно немного случаев, когда отложения микулинского межледниковья и последующего ранне-

го валдая залежали бы в едином разрезе. Наличие таких палеогеографических архивов позволило бы уточнить ряд проблем стратиграфии и палеогеографии, связанных с оледенениями, а не просто стратиграфию и палеогеографию, а также особенности распространения оледенений в верхнем плейстоцене на Восточно-Европейской равнине, а именно – определить, заходил ли на эту территорию ранневалдайский (калининский (MIS 4)) ледник и, если заходил, то распространялся ли южнее ранневалдайский (калининский) или поздневалдайский (осташковский (MIS 2)) ледник? Вопрос о пространственных границах калининского и осташковского

оледенений в верхнем неоплейстоцене обсуждается в литературе еще с середины прошлого века.

По мнению ряда исследователей, калининское оледенение достигало Клинско-Дмитровской гряды [1, 23, 24, 31, 32 и др.]. Однако большинство исследователей считает, что калининское оледенение не выходило за пределы Фенноскандии [8, 9, 14 и др.], а осташковское, которому соответствует самое значительное в четвертичном периоде похолодание и наибольшее развитие криогенной зоны [6, 7], было максимальным на Восточно-Европейской равнине. По сведениям С.М. Шика [36], южнее границы распространения осташковского ледника микулинские отложения практически не перекрыты мореной. Иногда исследователи принимают за морену отложения делювиально-солифлюкционного происхождения, залегающие на органогенных отложениях микулинского возраста в краевых частях озерных котловин. Кроме того, в области распространения осташковского оледенения известен ряд разрезов, в которых отсутствуют следы морены между микулинскими (MIS 5) и средневалдайскими (MIS 3) озерными отложениями [4, 22, 29].

К числу наиболее сложных и недостаточно изученных разрезов Верхневолжья относятся разрез на р. Сижине – левом притоке р. Селижаровки (рис. 1). Выходы погребенных озерно-болотных отложений у западной (Килешино-1) и у восточной (Килешино-2) окраин д. Килешино (Тверская область) были открыты в ходе геологической съемки в 1950-х годах. Эти разрезы не раз становились объектами внимания исследователей [10, 16–18, 33, 34, 39], поскольку определение стратиграфической позиции выделенных в них отложений позволило бы уточнить положение границы последнего ледникового покрова в рассматриваемом районе. Тем не менее до сих пор остается неопределенность в литологическом строении разрезов Килешино-1 и Килешино-2 и возрасте представленных в них органогенных отложений.

Например, одним исследователям удалось обнаружить гляциальные отложения (суглинки с включением обломков) в разрезе Килешино-2, перекрывающие верхний оторфованный горизонт [10, 39], а другим – нет [33, 34]. Гляциальные отложения сопоставляли как с ранневалдайской – калининской мореной [18], так и с поздневалдайской [39]. Р.Е. Гитерман с соавт. [10] смогли выделить две ледниковых толщи в Килешино-2. При этом в Килешино-1 морена не была обнаружена [10, 16, 18, 33, 34].

Неясность стратиграфического положения органогенных слоев связана с противоречием между результатами, полученными геохронометрическими методами (радиоуглеродного анализа и метода оптически стимулируемой люминесценции (ОСЛ)), и данными палеоботанических исследо-

ваний. Первые датировки ($23\,000 \pm 570$ ^{14}C л. н. и $>36\,000$ ^{14}C л. н. [16, 17]) рассматривались как доказательство средневалдайского возраста местных погребенных торфяников. Спорово-пыльцевая диаграмма Килешино-1 отражает развитие растительности большей части микулинского межледниковья [10, 34], а диаграмма Килешино-2 – начало становления растительности [10]. Р.Е. Гитерман с соавторами [10] также высказывали предположение о возможном присутствии озерных ранневалдайских отложений в разрезах, но обнаружить их им не удалось.

Датировки, полученные позднее, вызвали еще больше вопросов к оценке возраста органогенных отложений. Радиоуглеродная датировка, выполненная по образцам из второго снизу оторфованного горизонта в Килешино-2, составила $>40\,000$ ^{14}C л. н.; датировка по образцу древесины из второго органогенного горизонта разреза Килешино-1 составила $>50\,000$ ^{14}C л. н. [10, 21]. Серия конечных датировок (от $38\,000$ до $53\,000$ ^{14}C л. н.) в разрезе Килешино-2 [3, 18], полученная при анализе фрагментов древесины над мореной, внутри нее и под ней, позволила надморенные осадки отнести к среднему валдаю, а выделенную морену – к раннему валдаю [18]. Результаты эстонских исследователей по разрезу Килешино-2 [39], опиравшихся на методы ОСЛ и радиоуглеродное датирование методом ускорительной масс-спектрометрии (УМС)¹, говорят об отсутствии в разрезе отложений древнее $72\,200$ л. н. По результатам радиоуглеродного датирования, озерные и болотные отложения были отнесены ими к средневалдайскому мегаинтерстадиалу [39]. При этом палинологические исследования разреза Килешино-2 не проводились, а из макроостатков растений были определены лишь те, что были использованы для радиоуглеродного датирования.

Из-за описанных противоречий определение хроностратиграфической позиции отложений разреза остается актуальной задачей. Для ее решения авторами были проведены комплексные лито- и биостратиграфические исследования Килешино-2, сопровождаемые радиоуглеродным датированием методом УМС. Важным аспектом настоящего исследования является реконструкция изменений растительности и условий осадконакопления в районе исследований.

ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследованная территория относится к центральной части Валдайской возвышенности (см. рис. 1). На верхнем уровне междуречья рек Сижины, Селижаровки и Волги ($215\text{--}240$ м абс. отм.)

¹ Предыдущие исследователи выполняли радиоуглеродный анализ жидкостно-сцинтилляционным методом.

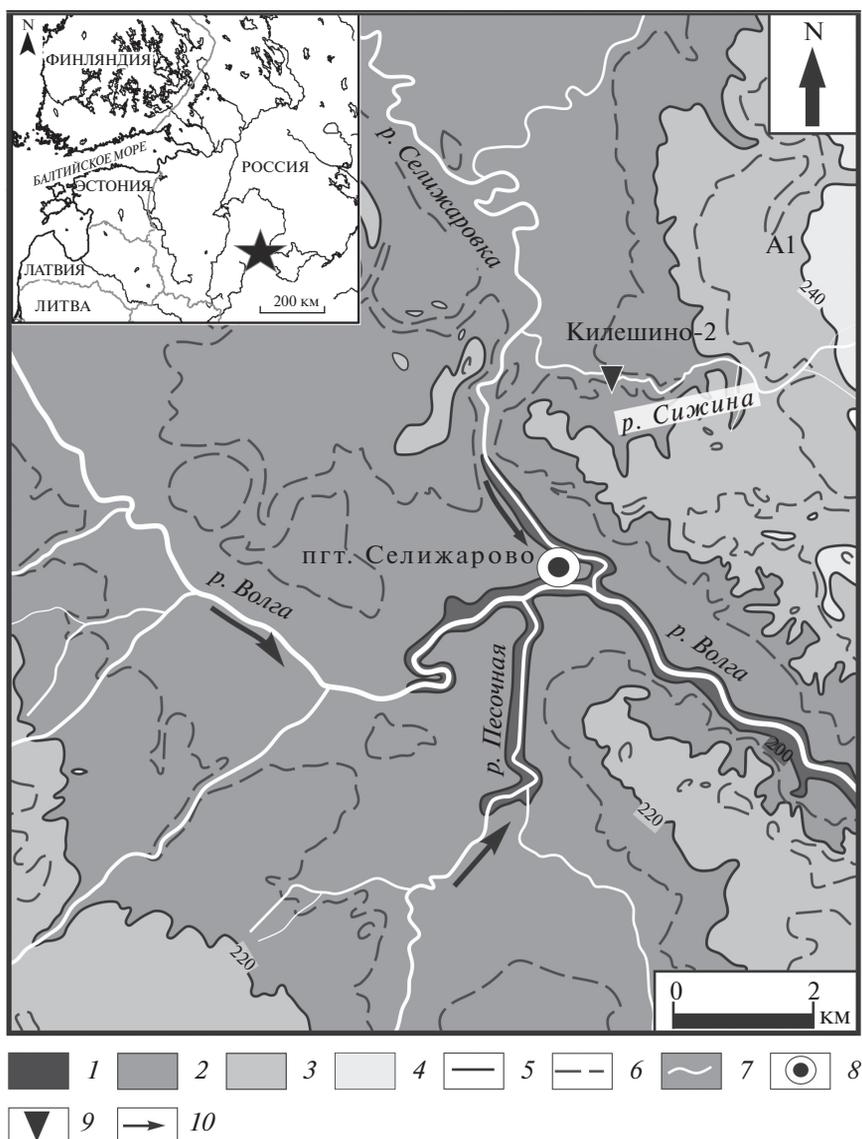


Рис. 1. Географическое положение района исследования. Высоты, м абс. отм.: 1 – 190–200, 2 – 200–220, 3 – 220–240; изогипсы: 4 – основные, 5 – промежуточные; 7 – гидросеть; 8 – населенный пункт; 9 – разрез; 10 – направление течения реки.

развит холмисто-грядовый конечно-моренный рельеф московского возраста [30] или времени отступления последнего валдайского оледенения [34]. Нижний уровень междуречья (210–215 м абс. отм.) представляет собой субгоризонтальную лимно-гляциальную равнину, в которую врезается р. Сижина. Изученный разрез, Килешино-2 (N 56.88044°; E 33.45830°, 210 м), был заложен на левом берегу р. Сижины в вершине излучины и вскрывает строение нижнего уровня междуречья. В створе разреза на правом берегу р. Сижины можно выделить пойму и три аккумулятивных террасы.

Видимая мощность отложений, вскрытых в Килешино-2, составляет около 9 м. Можно выделить пять литологических толщ (рис. 2, 3):

(1) 0.0–2.86 м – переслаивание песчано-гравийных и песчано-глинистых отложений аллювиального генезиса; (2) 2.86–5.30 м – слоистая суглинисто-супесчаная толща с двумя органосодержащими горизонтами аллювиального (пойменной фации) генезиса; (3) 5.30–5.75 м – слоистая суглинисто-торфяная толща озерно-болотного происхождения; (4) 5.75–7.0 м – карбонатно-глинистая толща озерного генезиса; (5) 7.0–8.90 м – минеральная ритмично-слоистая тяжелосуглинистая толща озерного и лимно-гляциального генезиса. Отметим, что последовательность в залегании слоев верхней части разреза частично нарушена наличием псевдоморфоз по бывшей ледяной жиле (до 4.5 м), что проявляется во втяну-

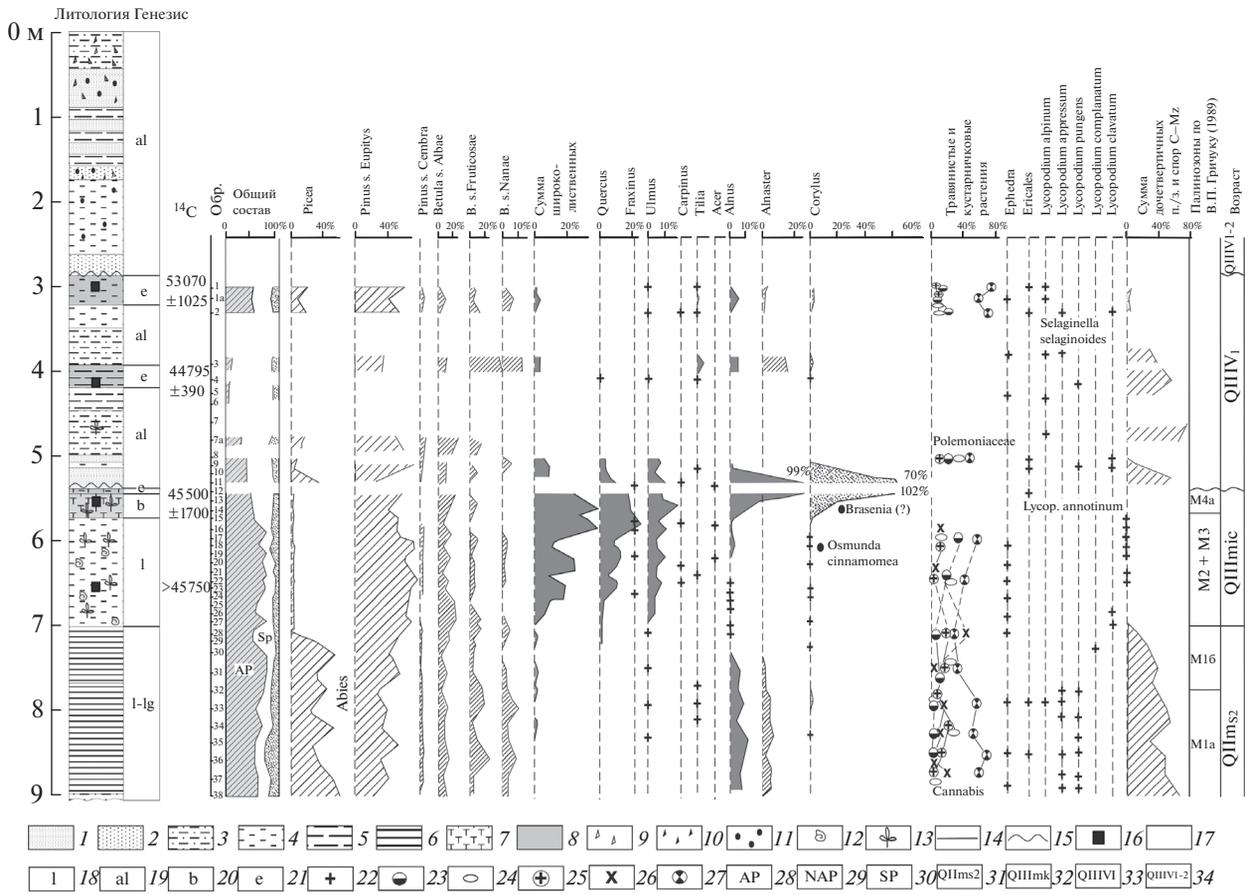


Рис. 2. Спорово-пыльцевая диаграмма разреза Килешино-2. 1 – песок тонко- и мелкозернистый, 2 – песок средне- и крупнозернистый, 3 – супесь, 4 – суглинок легкий, 5 – суглинок средний, 6 – суглинок тяжелый (глина), 7 – торф, 8 – органогенные горизонты, 9 – щебень, 10 – дресва, 11 – гравий, 12 – ракушечный детрит, 13 – растительные остатки, 14 – границы между слоями, 15 – стратиграфическое несогласие, 16 – положение образца на радиоуглеродный анализ, 17 – лимно-гляциальные отложения, 18 – озерные отложения, 19 – аллювиальные отложения, 20 – болотные отложения, 21 – палеопочвы, 22 – единичные пыльцевые зерна, 23 – пыльца злаков, 24 – пыльца осоковых, 25 – пыльца полыни, 26 – пыльца маревых, 27 – пыльца разнотравья, 28 – пыльца деревьев; 29 – пыльца трав и кустарничков; 30 – споры, 31 – отложения среднего неоплейстоцена позднемосковского возраста, 32 – отложения верхнего неоплейстоцена микулинского возраста, 33 – отложения верхнего неоплейстоцена ранневалдайского возраста, 34 – отложения верхнего неоплейстоцена ранне- и средневалдайского возраста.

тости вышележащих слоев в нижележащие и в их перемешанности.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В ходе полевых работ 2017 г. выполнена расчистка обрыва шириной от 1 м – в верхней зеленой части склона, до 15 м – в его нижней открытой части. Описание разреза, сделанное нами у восточной окраины д. Килешино (Килешино-2), сходно с материалами Р.Е. Гиттерман с соавторами [10] по Килешино-1. Различие в строении разрезов связано с количеством органосодержащих горизонтов: в Килешино-1 – два горизонта, в Килешино-2 – три (см. рис. 3), а также мощностью нижнего оторфованного слоя (в Килешино-1 он больше). Стратиграфическое расчленение осадочной толщи разреза осуществлялось на основе

литологических, палеоботанических исследований (спорово-пыльцевой и палеокарпологический анализы) и радиоуглеродного датирования.

Результаты литологического анализа, представленные в статье, опираются на детальное полевое описание разреза и последовательное определение потерь при прокаливании (ППП) при двух температурных режимах (550 °C и 950 °C). Определение потерь при прокаливании выполнялось в лаборатории палеоархивов природной среды Института географии РАН по стандартной методике [38] для оценки содержания органического вещества и карбонатов в отложениях. Значения ППП 550 °C отражают содержание органического вещества. Разница ППП 950 °C – ППП 550 °C (ППП Δ950 °C) показывает содержание CO₂ карбонатов (см. рис. 3).

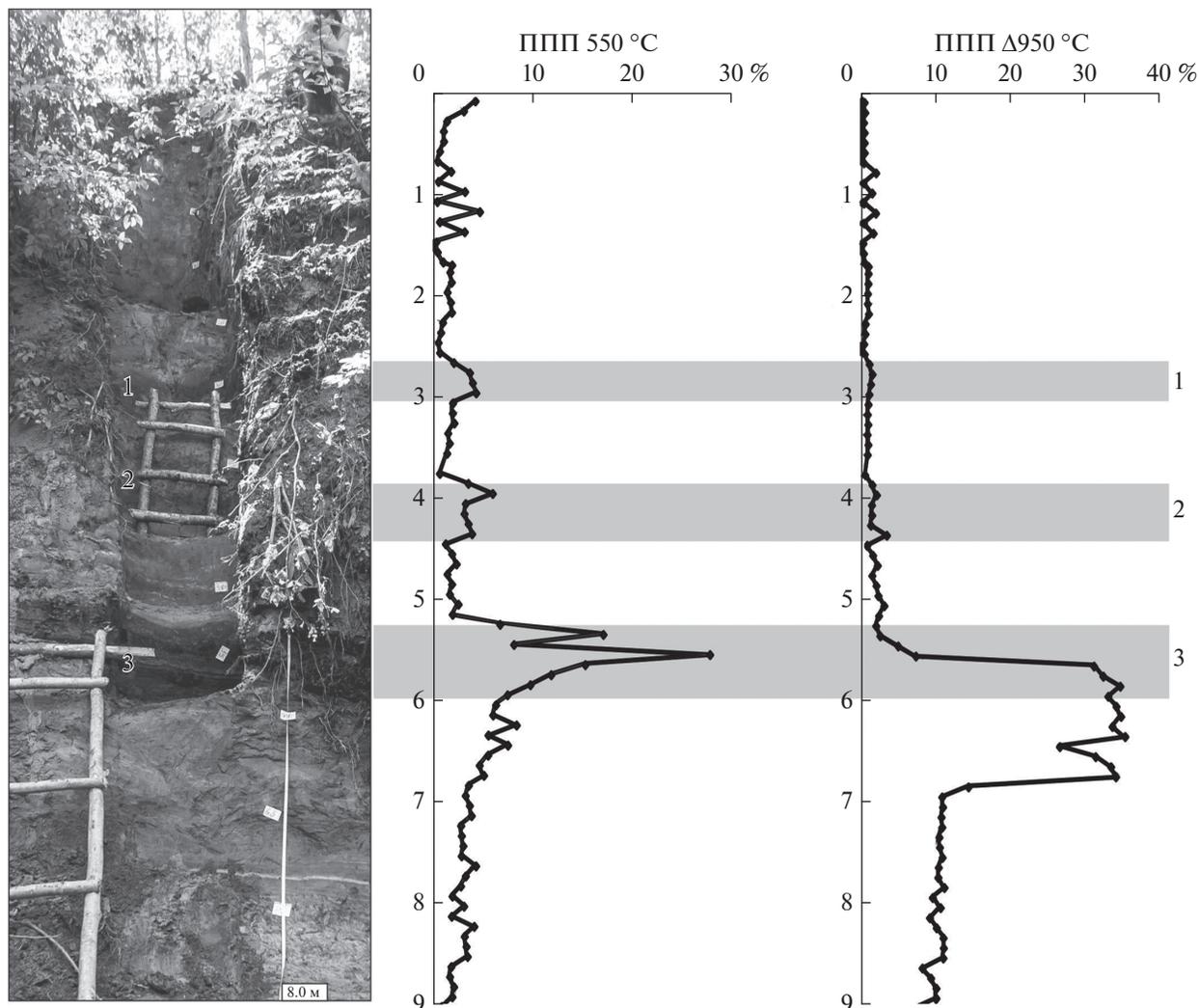


Рис. 3. Положение органосодержащих слоев в разрезе: фотография, потери при прокаливании 550 °С и Δ950 °С.

Для спорово-пыльцевого анализа отобрано 40 образцов. Лабораторная обработка проб и построение спорово-пыльцевой диаграммы (см. рис. 2) производились по методике В.П. Гричука [11]. Содержание пыльцы отдельных древесных пород рассчитывалось от суммарного содержания пыльцы всех древесных пород и кустарников, за исключением пыльцы ольхи и орешника. Содержание пыльцы отдельных таксонов трав отсчитывалось, соответственно, от суммы пыльцы всех травянистых растений (см. рис. 2).

Образцы на карпологический анализ были отобраны из прослоев, содержащих растительные остатки (торф и оторфованные суглинки). Всего было проанализировано семь образцов; объем каждого образца составлял 500–600 см³. Выделение остатков проводилось по стандартной методике [25]. Для определения карпологических остатков использованы атласы [20, 42, 43] и собственный сравнительный материал (семена и

плоды современных растений). Определения растительных остатков приведены в табл. 1.

Абсолютный возраст отложений определялся с помощью радиоуглеродного анализа методом УМС. Из органосодержащих слоев было отобрано четыре образца. Пробоподготовка проводилась в лаборатории радиоуглеродного датирования и электронной микроскопии Института географии РАН, измерение содержания изотопа ¹⁴C – в лаборатории Университета Джорджии (США). Датировки были откалиброваны в программе *OxCal 4.3* с использованием калибровочной кривой *IntCal 13*. В ходе анализа было получено три конечных датировки и одна с запредельным возрастом (табл. 2, см. рис. 2).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

На основе проведенных комплексных исследований разреза Килешино-2 (см. рис. 2) были

Таблица 1. Список видов растений, выявленных карпологическим методом (Килешино-2)

№	Название таксона	Тип остатков	Глубина отбора образцов, м. отн. бровки разреза						
			6.50	6.25	5.65	5.55	5.50	4.20	3.00
1	<i>Characeae</i> gen. indet.	Оог.	210	>200	170	5	—	—	2
2	<i>Selaginella selaginoides</i>	Мсп.	—	—	—	—	—	—	20
3	<i>Salvinia natans</i>	Мсп.	—	—	8	20	130	—	—
4	<i>Thelypteris palustris</i>	Фр.	—	—	—	—	3	—	—
5	<i>Nymphaea alba</i>	Сем.	—	5	37	11	23	—	—
6	<i>Nuphar lutea</i>	Сем.	—	5	7	3	16	—	—
7	<i>Ceratophyllum demersum</i>	Пл.	14	1	1	—	—	—	—
8	<i>Caryophyllaceae</i> gen. indet.	Пл.	—	—	—	—	1	—	—
9	<i>Batrachium</i> sp.	Пл.	—	—	—	—	2	—	—
10	<i>Ranunculus lingua</i>	Пл.	—	—	1	—	—	—	—
11	<i>Ranunculus sceleratus</i>	Пл.	—	—	2	4	26	1	—
12	<i>Betula</i> sect. <i>Albae</i>	Пл./Чш.	3	1	51/16	13/2	11	—	—
13	<i>Urtica dioica</i>	Пл.	—	—	—	2	18	1	—
14	<i>Myriophyllum verticillatum</i>	Пл.	—	10	6	—	1	—	—
15	<i>Hippuris vulgaris</i>	Сем.	—	—	—	2	1	—	—
16	<i>Ajuga reptans</i>	Пл.	—	—	—	2	3	1	—
17	<i>Stachys</i> sp.	Пл.	—	—	—	—	5	—	—
18	<i>Lycopus europaeus</i>	Пл.	—	1	2	2	12	—	—
19	<i>Mentha aquatica</i>	Пл.	—	1	—	2	—	—	—
20	<i>Solanum dulcamara</i>	Сем.	—	—	—	3	4	—	—
21	<i>Rorippa palustris</i>	Сем.	—	—	1	—	1	—	—
22	<i>Eupatorium cannabinum</i>	Пл.	—	—	—	1	—	—	—
23	<i>Typha</i> sp.	Тегм.	—	—	6	5	23	—	1
24	<i>Sparganium</i> sp.	Энд.	—	—	1	—	—	—	—
25	<i>Potamogeton obtusifolius</i>	Энд.	—	—	1	—	—	—	—
26	<i>P. praelongus</i>	Энд.	—	1	—	—	—	—	—
27	<i>Najas marina</i>	Сем.	4	14	122	35	16	—	—
28	<i>Alisma plantago-aquatica</i>	Тегм.	—	—	—	5	14	—	—
29	<i>Stratiotes aloides</i>	Шипы	35	—	—	—	—	—	—
30	<i>Scirpus sylvaticus</i>	Пл.	—	—	—	—	15	—	—
31	<i>Schoenoplectus lacustris</i>	Пл.	1	3	101	67	117	—	—
32	<i>Carex</i> sp. div.	Пл.	—	—	11	18	75	3	—
33	<i>Cladium mariscus</i>	Пл.	—	—	3	10	6	—	—
34	<i>Lemna trisulca</i>	Сем.	—	—	1	—	—	—	—

Сокращения: Оог. — оогонии, Мсп. — мегаспоры, Фр. — фрагменты, Сем. — семена, Пл. — плоды, Чш. — плодовые чешуи, Тегм. — тегмены, Энд. — эндокарпы.

Таблица 2. Результаты радиоуглеродного анализа

№	Индекс	Глубина	Материал	¹⁴ C, BP (1σ)	Калиброванный возраст, cal BP (2σ)
1	IGAN _{AMS} 6035	3.0 м	Фрагмент древесины	53070 ± 1025	51219–55479
2	IGAN _{AMS} 6034	4.2 м	Растительные остатки	44795 ± 390	47060–49266
3	IGAN _{AMS} 6376	5.5 м	Растительные остатки	45500 ± 1700	46273–[50000]
4	IGAN _{AMS} 6189	6.5 м	Растительные остатки	> 45750	—

выделены четыре этапа в формировании осадочной толщи: позднемосковский среднего неоплейстоцена (8.9–7.0 м), микулинский верхнего неоплейстоцена (7.0–5.3 м), ранневалдайский верхнего неоплейстоцена (5.3–2.8 м) и ранне-средневалдайский верхнего неоплейстоцена (2.8–0.4 м). Ниже представлена характеристика растительности и условий осадконакопления каждого из этапов.

Позднемосковский этап среднего неоплейстоцена (Зона М1)

На начальном этапе существования олиготрофного озера (7.7–8.9 м) в районе были распространены островные еловые и березово-сосновые леса с участием типичных представителей перигляциальной флоры: *Betula nana*, *Alnaster fruticosus*, *Lycopodium appressum*, *L. pungens*, *L. alpinum*, *Ephedra* sp., *Cannabis* sp., *Helianthemum* sp. и др. Отмечено присутствие сорных растений: *Polygonum aviculare*, *Urtica* sp., *Plantago* sp. На мелководьях холодного озера произрастали виды семейств водокрасовых, частуховых и рдестовых.

Вышележащие серо-голубые глины, содержащие включения органики (7.0–7.7 м), накапливались в более благоприятных климатических условиях. Палинологические данные отражают наличие в окрестностях озера сомкнутых лесов из сосны и ели, а также березы (*Betula pubescens*, *B. verrucosa*, *B. sect. Fruticosa*). При этом сохраняется присутствие ольховника и карликовой березы. Площадь лугов и степей уменьшилась. Тундровые виды плаунов сменились лесными *Lycopodium complanatum* и *L. clavatum*.

На основе спорово-пыльцевых данных нижнюю часть разреза Килешино-2 можно отнести по схеме В.П. Гричука [12] к пыльцевой зоне М1, которая соответствует концу московского оледенения и переходному этапу к микулинскому межледниковью. В изученном разрезе ее можно разделить на две подзоны: М1а и М1б (см. рис. 2). Зона М1 диаграммы Килешино-2 имеет сходство с нижней частью диаграммы разреза у д. Лошаково на р. Малая Коша [2] в 20 км к юго-западу от д. Килешино.

Микулинский этап верхнего неоплейстоцена

Переход к следующему этапу фиксируется по смене минеральных суглинков карбонатными на глубине 7.0 м (см. рис. 2, 3).

Зоны М2-М3. С глубины 7.0 м в отложениях отмечаются систематические находки пыльцы широколиственных пород (дуба и вяза). Очевидно, что потепление климата привело к быстрому расчленению хвойно-широколиственных лесов, в состав которых входили *Quercus robur*, *Q. petraea*, *Ulmus laevis*, *Fraxinus* sp., *Acer* sp. с подлеском из *Corylus* sp., *Alnus* sp., *Rhamnus* sp., *Viburnum* sp., *Sam-*

bucus sp., *Euonymus* sp. Одновременно в спектрах отмечается резкое сокращение количества пыльцы ели. Исчезновение ели из растительного покрова связано, в первую очередь, с аридизацией климата. Вместе с тем возрастает разнообразие флоры озера: появляются теплолюбивые: *Nuphar lutea*, *Salvinia* sp., *Aldrovanda* sp.

На основании этих данных, отложения на глубине 5.7–7.0 м можно отнести к палинозомам М2 и М3 схемы В.П. Гричука [12]. Трудности в разделении зон М2 и М3 характерны не только для данного разреза, но и для пыльцевых диаграмм других разрезов с отложениями микулинского межледниковья Тверской области [2, 19, 35].

Карпологические комплексы, выделенные из этой части разреза, сходны с таковыми, соответствующими началу микулинского межледниковья (объединенные зоны М2 и М3) в других разрезах рассматриваемого региона [5, 19]. Во флоре озера были представлены эвритермные и умеренно термофильные виды: *Najas marina*, *Ceratophyllum demersum* (рис. 4), *Stratiotes aloides*. Большое содержание оогониев харовых водорослей свидетельствует о высоком содержании карбонатов в воде.

Зона М4. Палиноспектры образцов из суглинка с прослоями торфа (5.4–5.7 м) отличаются наибольшим содержанием пыльцы широколиственных пород, ольхи и орешника. Они отвечают зоне М4 схемы В.П. Гричука [12] и отражают начальную фазу развития полидоминантных широколиственных лесов с подлеском из орешника и черноольшаников. Возрастало и разнообразие водных растений. Наибольший интерес представляет находка в образце 13 (см. рис. 2) пыльцы бразерии – водного растения, ныне не встречающегося во флоре Европы, но характерного для межледниковых флор неоплейстоцена. Семена вымершего вида *Brasenia holsatica* характерны для отложений микулинского межледниковья и его стратиграфических аналогов, где они встречаются в отложениях как климатического оптимума, так и предшествовавших ему умеренно-теплых фаз [13, 43].

Данные карпологического анализа дополняют результаты спорово-пыльцевого анализа о составе водной флоры и условиях существовавшего водоема. В составе гидрофитных сообществ преобладали умеренно-термофильные растения (*Najas marina*, *Salvinia natans*, *Nymphaea alba* и *Nuphar lutea* (см. рис. 4)), что указывает на условия мелководного, хорошо прогреваемого водоема эвтрофного типа. На заболоченных берегах озера произрастали виды осоковых, в частности – меч-трава *Cladium mariscus* (см. рис. 4). Этот вид сейчас считается реликтовым для европейской части России и крайне редко встречается на Валдайской возвышенности. В настоящее время основной ареал этого растения приурочен к Центральной Евро-

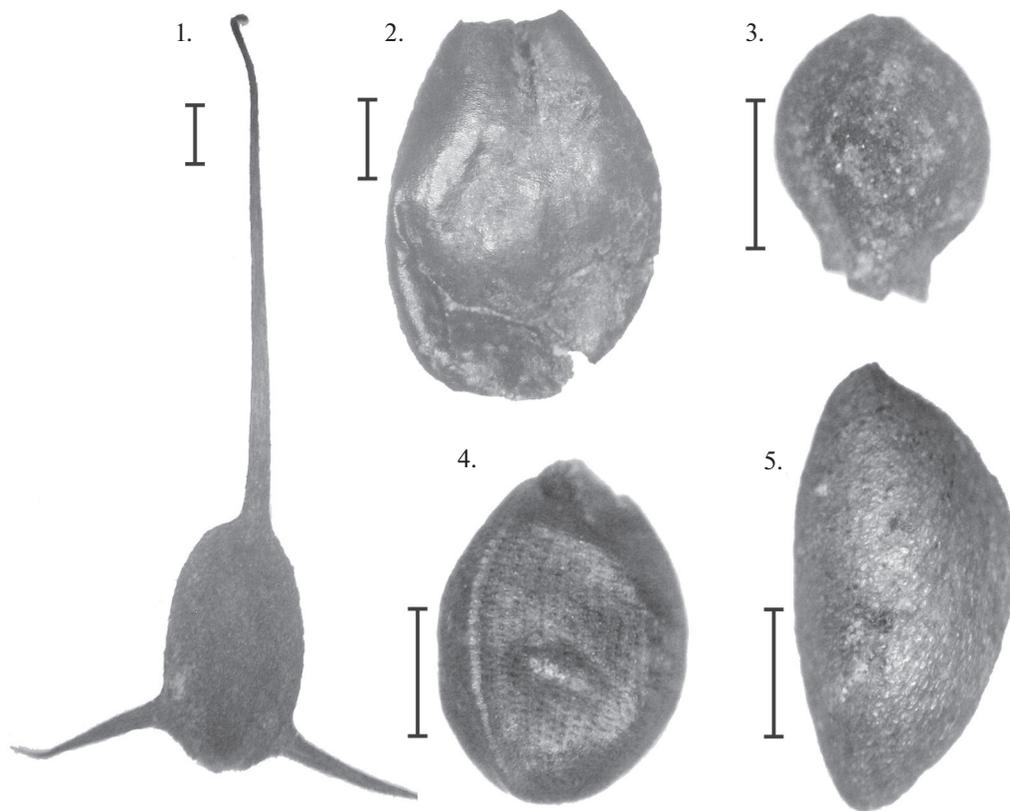


Рис. 4. Фотографии семян, обнаруженных в отложениях нижнего торфяного горизонта. 1 – *Ceratophyllum demersum*, 2 – *Nuphar lutea*, 3 – *Cladium mariscus*, 4 – *Nymphaea alba*, 5 – *Najas marina*. Масштабная линейка для всех объектов составляет 1 мм.

пе; наиболее благоприятными для его произрастания являются следующие климатические условия: средняя температура наиболее холодного месяца не ниже -6°C , средняя температура наиболее теплого месяца $16-18^{\circ}\text{C}$, длительность безморозного периода – не менее 140 дней [40]. По палеокарпологическим данным, в климатическом оптимуме голоцена *Cladium mariscus* был распространен намного шире; кроме того, его плоды отмечены во многих флорах микулинского межледниковья Восточно-Европейской равнины и являются одним из характерных элементов т. н. “бразениевого комплекса” [43]. Выделенный нами карпологический комплекс разреза Килешино-2 сходен по составу с карпологическими комплексами начальных фаз микулинского межледниковья других разрезов Тверской области [5, 19].

Радиоуглеродная датировка растительных остатков с глубины 5.5 м (около 46 тыс. л. н.), соответствующая средневалдайскому мегаинтерстадиалу, имеет близкий к пределу датирования по радиоуглероду возраст и противоречит результатам спорово-пыльцевого и палеокарпологического анализов. Данные палеоботанических исследова-

ний уверенно указывают на теплые межледниковые условия, в то время как климатические условия средневалдайского мегаинтерстадиала были намного более суровыми [26]. Это дает основание не использовать полученную нами датировку при интерпретации разреза.

Отложения климатического оптимума (палинозоны М5–М6) и завершающих фаз (палинозоны М7 и М8) межледниковья в Килешино-2 не представлены, что связано либо с размывом, либо с перерывом в осадконакоплении. Стоит отметить, что они описаны в разрезе Килешино-1, расположенного ниже по течению р. Сижины [10, 34].

Ранневалдайский этап верхнего неоплейстоцена

Отложения данного этапа в разрезе залегают несогласно на глубине 5.4 м. На этой глубине резко уменьшается концентрация четвертичной пыльцы, часть из которой, по всей видимости, является перетолженной. В составе спектра в максимальном количестве отмечены споры каменноугольного периода. Четвертичная пыльца *in situ*

представлена пыльцевыми зернами сосны, ели, древовидных и кустарниковых видов березы. Отмечается обилие спор папоротников. Состав водных растений значительно обедняется. Все это может указывать на увеличение роли ели в лесном покрове в сравнительно холодном и влажном климате.

В прошлое супеси коричневого цвета на глубине 5.2 м концентрация пыльцы и спор значительно увеличивается. Среди древесных пород возрастает участие сосны обыкновенной и древовидной березы. Вновь появляется пыльца дуба, вяза, липы, а также орешника и ольхи, но в отличие от микулинских отложений, в этой части разреза она мелкая, иногда недоразвитая. В то же время нельзя не заметить “преемственность” этой палинофлоры от микулинской, но существовавшей уже в других, менее благоприятных, климатических условиях. Об этом свидетельствуют находки вместе с теплолюбивыми растениями пыльцы и спор тундровых видов: карликовой березы, ольховника, плауна *Lycopodium pungens*, некоторых степных и сорных растений из семейств свинчатковых, яснотковых, крапивных, синюховых, ворсянковых и др. Палиноспектры этой части разреза Килешино-2 сходны с палиноспектрами разрезов “Заповедник-1” (Тверская область) и Плёс (Ивановская область), которые были отнесены к верхневолжскому интерстадиалу [19, 37]. Можно полагать, что данный интервал соответствует черменинскому интерстадиалу на диаграмме разреза у д. Черменино Ярославской области [28]. В Вологодской области этому потеплению, возможно, соответствуют шекснинские слои с возрастом более 55 400 лет [27]. В Беларуси отложениям верхневолжского интерстадиала отвечают отложения суражского интерстадиала [15], в Прибалтике — интерстадиал Йоненис-1 [41], а в Нидерландах и Дании — отложения интерстадиала бреруп [26].

Вверх по разрезу, начиная с 5.1 м, отмечено возрастающее участие пыльцы ели, сосны и березы. Реже встречается пыльца широколиственных пород, орешника и ольхи. Обедняется состав гидрофитов: теплолюбивые виды уже не встречаются. Состав флоры свидетельствует о похолодании, которым завершается интерстадиальный этап. Исследование образцов с 4.5 м до глубины 3.5 м говорит о дальнейшем усилении похолодания, во время которого распространялись карликовая береза, ольховник и вересковые. Среди травянистых растений, наряду с видами из семейств осоковых и злаковых, встречались полынь, маревые, хвойник и др. Единичные плоды и семена трав, отмеченные в этом интервале (4.20 м), судя по их плохой сохранности, скорее всего, являются переотложенными. В состав растительности входили тундровые виды плаунов. Небольшие участки сосновых и березовых редколесий, если и встре-

чались, то только в местах с глубоким протаиванием мерзлоты.

Выявленное похолодание было прервано очередным потеплением, во время которого лесная растительность вновь распространилась на территорию Верхней Волги. Данный этап установлен при исследовании трех образцов с глубины 2.8–3.3 м, имеющих высокую концентрацию четвертичной пыльцы с незначительным переотложением мезозойских и каменноугольных спор, не превышающих 1.5% от общего количества зерен. Ведущей породой в лесных формациях была сосна обыкновенная с участием сосны сибирской. Часто встречалась ель, а из лиственных пород — береза, в основном представленная *Betula pubescens* и *B. sect. Fruticosa*. Наибольшее распространение имели хвойные леса с ерником, а также — сфагновые, зеленомошные и травяно-болотные. На влажных лугах и болотах встречался плаунок *Selaginella selaginoides*, чьи мегаспоры также были обнаружены в этом интервале (см. табл. 1), а в верещатниках и сероольшанниках — *Botrychium multifidum* и *Lycopodium selago*. Широколиственные породы (липа, вяз и граб), единичная пыльца которых была обнаружена в образцах, в состав лесов не входили в связи с наличием мерзлых грунтов, о чем свидетельствуют находки ольховника — *Alnaster fruticosus*. На склонах могли произрастать степные и сорные растения: *Polygonum aviculare*, *Ephedra* sp., *Artemisia* sp., *Lamiaceae*, *Amaranthaceae*, *Plumbaginaceae* и др. В составе сравнительно бедной водной флоры встречались *Myriophyllum* sp., *Polygonum amphibium*, *Sagittaria* sp., *Nymphaeaceae*, *Pediastrum* sp. Можно предположить, что данное потепление соответствует круглицкому интерстадиалу (оддерате) — второму теплему интерстадиалу раннего валдая [26]. Палиноспектры из данной части разреза сходны с таковыми зоны IX разреза Мядининкай в Литве, которую относят к интерстадиалу Йоненис-2, сопоставляемому с потеплением оддерате [41]. Однако отсутствие достоверных возрастных оценок для данного интервала не позволяет дать однозначный ответ.

Возраст растительных остатков на глубине 4.2 м составляет около 45 тыс. л. н., а на 3.0 м — около 53 тыс. л. н., что свидетельствует об инверсии не только между данными датами, но и датировкой на глубине 5.5 м (см. табл. 2). Наличие инверсий, возраст датировок на пределе использования радиоуглеродного метода, а также противоречие с палеоботаническими данными дает основание доверять в большей степени палеоботаническим материалам.

*Ранне-средневалдайский этап
верхнего неоплейстоцена*

Образцы, отобранные из песчано-гравийных и песчано-глинистых отложений аллювиального генезиса, в интервале глубин 0.5–2.8 м пыльцу и споры не содержали. По всей видимости, накопление данных отложений происходило в субаквальных довольно контрастных обстановках. Такая контрастность может быть связана с увеличением сезонных различий в динамике потока.

Ввиду того, что толща отложений рассечена клиновидной криогенной структурой, деформирующей слоистую толщу разреза до глубины 4.5 м, можно полагать, что формирование пачки отложений произошло до наступления суровых климатических условий, которые можно связать с поздневалдайским похолоданием.

ВЫВОДЫ

1. Результаты радиоуглеродного датирования отложений (как наши, так и предыдущих исследователей) по Килешино-2 противоречат данным палеоботанических исследований. Полученные датировки находятся на пределе использования радиоуглеродного метода, а в их последовательности имеются инверсии. Интерпретация возраста отложений, опирающаяся на палеоботаническую корреляцию, представляется нам более достоверной, чем возрастные определения, полученные радиоуглеродным методом.

2. На основании литологических и биостратиграфических исследований Килешино-2 было выделено четыре возрастных интервала: позднемосковский среднего неоплейстоцена, микулинский верхнего неоплейстоцена, ранневалдайский верхнего неоплейстоцена и, возможно, средневалдайский верхнего неоплейстоцена.

3. Палинозоны, выделенные в нижней части разреза, соответствуют зонам М1–М4 стратиграфической схемы микулинского межледниковья, разработанной В.П. Гричуком [12]. Карпологиическим методом определены макроостатки растений, которые характерны для флоры начальных фаз микулинского межледниковья. Отложения климатического оптимума и завершающих фаз микулинского межледниковья в разрезе Килешино-2 не представлены. Палеоботанические данные подтверждают мнение предыдущих исследователей [10] о микулинском возрасте горизонтов погребенного торфа (слой 3, см. рис. 3) в разрезе Килешино-2.

4. Слоистая суглинисто-супесчаная толща отложений с двумя органосодержащими горизонтами аллювиального генезиса, по всей видимости, сформировалась в начале раннего валдая. На фоне прогрессирующего похолодания было выявлено два потепления интерстадиального типа, веро-

ятно, соответствующие верхневолжскому (бре-рупу) и круглицкому (оддерате) интерстадиалам. Из-за сложного строения разреза и перерывов в осадконакоплении стратиграфическая позиция обоих интерстадиалов требует уточнения.

5. Гляциальные отложения в разрезе Килешино-2, так же как и в Килешино-1, обнаружены не были, что позволяет усомниться в развитии не только калининского оледенения в данном районе, но и осташковского.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Работа выполнена по гранту РНФ № 17-17-01289 (полевые исследования, радиоуглеродный анализ) и в рамках темы госзадания Института географии РАН № 0148-2019-0005 “Палеогеографические обстановки четвертичного периода и рельефообразующие процессы как основа современных ландшафтов и фактор жизнедеятельности древнего и современного человека” (палеоботанические исследования, обработка данных).

FUNDING

The research was financially supported by the Russian Science Foundation, project no. 17-17-01289 (field research and radiocarbon dating) and within the framework of the state-ordered research theme of the Institute of Geography RAS, no. 0148-2019-0005 “Paleogeographic conditions of Quaternary period and relief-forming processes as the basis of modern landscapes and the life factor of ancient and modern man” (paleobotanic investigations, data analysis).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алексеев М.Н., Габлина С.С., Горещкий К.В. и др. Стратиграфия и геологические события среднего и верхнего плейстоцена Подмосковья // Четвертичная геология и палеогеография России. М.: ГЕОС, 1997. С. 15–24.
2. Ананова Е.Н., Заррина Е.П., Казарцева Т.И., Краснов И.И. Новые данные по стратиграфии межледниковых отложений на реках Малая Коша и Большая Дубенка (верховья Волги) // Бюл. Комис. по изуч. четвертичн. периода. Т. 40. М.: Наука, 1973. С. 22–33.
3. Арсланов Х.А. Радиоуглерод: геохимия и геохронология. Л., 1987. 267 с.
4. Ауслендер В.Г., Плевшицева Э.С., Горшкова С.С. Озерные бассейны среднего валдая на территории г. Санкт-Петербурга и его окрестностей / История плейстоценовых озер Восточно-Европейской равнины. СПб.: Наука, 1998. С. 99–111.
5. Величкевич Ф.Ю. Новые данные о микулинских семенных флорах Калининской области / Проблемы плейстоцена. Минск: Наука и техника, 1985. С. 159–173.
6. Величко А.А., Писарева В.В., Фаустова М.А. Проблемы периодизации и корреляции ледниковых и

- перигляциальных этапов квартера Восточной Европы // VIII Всерос. совещание по изучению четвертичного периода: “Фундаментальные проблемы квартера, итоги изучения и основные направления дальнейших исследований”: Сб. статей (Ростов-на-Дону, 10–15 июня 2013 г.). Ростов-на-Дону: Изд-во ЮНЦ РАН, 2013. С. 102–103.
7. *Величко А.А., Писарева В.В., Фаустова М.А.* Современное состояние концепции покровных оледенений // Проблемы палеогеографии и стратиграфии плейстоцена. Вып. 3: Сб. науч. статей / под ред. Н.С. Болиховской, С.С. Фаустовой. М.: Изд-во Моск. ун-та, геогр. ф-тет, 2011. С. 21–33.
 8. *Величко А.А., Фаустова М.А.* Развитие оледенений в позднем плейстоцене // Атлас-монография: “Палеоклиматы и палеоландшафты внетропического пространства Северного полушария” / ред. А.А. Величко. М.: ГЕОС, 2009. С. 32–41.
 9. *Величко А.А., Фаустова М.А., Писарева В.В., Карпухина Н.В.* История Скандинавского ледникового покрова и окружающих ландшафтов в Валдайскую ледниковую эпоху и начале голоцена // Лёд и Снег. 2017. № 57 (3). С. 391–416.
 10. *Гитерман Р.Е., Куприна Н.П., Шанцер Е.В.* О микулинском возрасте межледниковых слоев у д. Килешино (Верхняя Волга) // Бюл. Комис. по изуч. четвертичн. периода. М.: Наука, 1975. Т. 44. С. 84–88.
 11. *Гричук В.П.* Методика обработки осадочных пород, бедных органическими остатками, для целей пылецевого анализа // Проблемы физической географии. 1940. № 8. С. 53–58.
 12. *Гричук В.П.* История флоры и растительности Русской равнины в плейстоцене. М.: Наука, 1989. 183 с.
 13. *Доктуровский В.С.* Новые данные по межледниковой флоре в СССР // Бюл. МОИП. Отд. геологии. 1931. № 1, 2. С. 214–229.
 14. *Евзеров В.Я.* Оледенения и морские трансгрессии на северо-западе России в последние 140 тысяч лет // Геоморфология. 2014. № 3. С. 51–62.
 15. *Еловичева Я.К., Санько А.Ф.* Палиностратиграфия отложений поозерского (вистулианского) оледенения Беларуси // Літасфера. 1999. № 10–11. С. 18–28.
 16. *Заррина Е.П.* Геохронология и палеогеография позднего плейстоцена на Северо-Западе Русской равнины // “Периодизация и геохронология плейстоцена”. Л.: Изд-во Геогр. об-ва СССР, 1970. С. 27–33.
 17. *Заррина Е.П.* Стратиграфия и геохронология плейстоцена Северо-Запада Европейской части СССР: Автореф. дис. ... канд. г.-м. наук. АН Эстонской ССР, Таллин, 1971. 30 с.
 18. *Заррина Е.П., Краснов И.И., Малаховский Д.Б.* Климатические ритмы позднего плейстоцена (Северо-Запад и Центр Европейской части СССР) // Палеоклиматы и оледенения в плейстоцене. М.: Наука, 1989. С. 47–58.
 19. *Зюганова И.С., Новенко Е.Ю.* Палеоботанический анализ разрезов Центрально-Лесного заповедника // Динамика лесных экосистем юга Валдайской возвышенности в позднем плейстоцене и голоцене / ред. Е.Ю. Новенко. М.: ГЕОС, 2011. С. 28–51.
 20. *Кац Н.Я., Кац С.В., Кициани М.Г.* Атлас и определитель плодов и семян, встречающихся в четвертичных отложениях СССР. М.: Наука, 1965. 365 с.
 21. *Кинд Н.В., Виноградова С.Н., Покровский Б.Г., Рябинин А.Л., Сулержицкий Л.Д., Форова В.С.* Радиоуглеродные датировки ГИН АН СССР (Сообщение VI) // Бюл. Комис. по изуч. четвертичн. периода. М.: Наука, 1973. Т. 40. С. 192.
 22. *Краснов И.И., Арсланов Х.А., Казарцева Т.И. и др.* Опорный разрез верхнеплейстоценовых отложений // Приневский низменности в карьере Келлолово // Региональная геология и металлогения. 1995. № 4. С. 88–99.
 23. *Лазуков Г.И., Судакова Н.Г., Фаустов С.С.* Анализ ледниковых отложений Клиньско-Дмитровской возвышенности в связи с проблемами стратиграфии и палеогеографии // Новейшая тектоника, новейшие отложения, человек. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1982. С. 86–101.
 24. *Москвитин А.И.* Стратиграфия плейстоцена Европейской части СССР. М.: Наука, 1967. 254 с.
 25. *Никитин В.П.* Палеокарпологический метод. Томск: Изд-во Томского ун-та, 1969. 89 с.
 26. Палеоклиматы и палеоландшафты внетропического пространства Северного полушария. Поздний плейстоцен–голоцен: Атлас-монография / Отв. ред. А.А. Величко. М.: ГЕОС, 2009. 120 с.
 27. Проблемы стратиграфии четвертичных отложений и краевые ледниковые образования Вологодского региона (северо-запад России): Материалы международ. симпозиума. (Кириллов, июнь 2000 г.). М.: ГЕОС, 2000. 99 с.
 28. Проблемы стратиграфии четвертичных отложений и палеогеографии Ярославского Поволжья: Материалы симпозиума, (Ярославль, июль 2001 г.). М.: ГЕОС, 2001. 158 с.
 29. *Спиридонова Е.А., Арсланов Х.А., Малаховский Д.Б. и др.* Разрез плейстоценовых отложений у пос. Селижарово (Верхняя Волга) // Палинология плейстоцена. Л.: Изд-во ЛГУ, 1981. С. 32–45.
 30. *Столярова Т.И.* Геологическая карта четвертичных отложений Лист О-36-XXVIII (Масштаб 1 : 200000) // Геологическое управление центральных районов / под ред. В.А. Котлукова. Л.: Картограф. фабрика Госгеолтехиздата Министерства геологии и охраны недр СССР, 1961.
 31. *Судакова И.Г., Введенская А.И., Восковская Л.Т. и др.* К проблеме стратиграфии плейстоцена Клиньско-Дмитровской возвышенности / Четвертичная геология и палеогеография России. М.: ГЕОС, 1997. С. 171–180.
 32. *Судакова Н.Г., Карпунин С.С., Алтынов А.Е.* Палеогеографические реконструкции ледниковых морфолитоструктур Подмосковья с использованием космической информации. // Бюл. комис. по изуч. четвертичн. периода. М.: ГЕОС, 2015. № 74. С. 76–89.
 33. *Чеботарева Н.С., Макарычева И.А.* Последнее оледенение Европы и его геохронология. М.: Наука, 1974. 216 с.
 34. *Чеботарева Н.С., Недошивина М.А., Столярова Т.И.* Московско-валдайские (микулинские) межледни-

- ковые отложения в бассейне Верхней Волги и их значение для палеогеографии // Бюлл. Комис. по изуч. четвертичн. периода. М.: Наука, 1961. № 26. С. 35–49.
35. Чеботарева Н.С., Писарева В.В., Малясова Е.С. Древнеозерный бассейн в долине р. Малой Коши // Изв. АН СССР. Сер. геогр. 1979. № 3. С. 94–102.
36. Шик С.М. Некоторые проблемы стратиграфии и палеогеографии квартера // Бюлл. комис. по изуч. четвертичн. периода. 2008. № 68. С. 40–49.
37. Borisova O.K., Novenko E.Yu., Velichko A.A., Kremenetski K.V., Junge F.W., Boettger T. Vegetation and climate changes during the Eemian and Early Weichselian in the Upper Volga region (Russia) // Quat. Sci. Rev. 2007. V. 26. P. 2574–2585.
38. Heiri O., Lotter A.F., Lemcke G. Loss on ignition as a method for estimating organic and carbonate content in sediments: reproducibility and comparability of results // J. Paleolimnology. 2001. № 25. P. 101–110.
39. 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, Valdaj Upland, Russia // Estonian J. Earth Sci. 2014. V. 63 (2). P. 88–96.
40. Salmina L. Factors influencing distribution of *Cladium mariscus* in Latvia // Ann. Bot. Fennici. 2004. V. 41. P. 367–371.
41. Satkunas J., Grigiene A., Velichkevich F., Robertsson A., Sandgren P. Upper Pleistocene stratigraphy at the Medininkai site, eastern Lithuania: A continuous record of the Eemian-Weichselian sequence // Boreas. 2003. V. 32 (4). P. 627–641.
42. Velichkevich F.Yu., Zastawniak E. Atlas of the vascular plant macrofossils of Central and Eastern Europe. Part 1. Kraków: W. Szafer Inst. of Bot., 2006. 224 p.
43. Velichkevich F.Yu., Zastawniak E. Atlas of the vascular plant macrofossils of Central and Eastern Europe. Part 2. Herbaceous dicotyledons. Kraków: W. Szafer Inst. of Bot., 2008. 380 p.

New Data about the Section Stratigraphy near Kileshino (Tver Oblast, Russia)— the Key for Understanding Boundaries of Glaciations on the Valdai Hills in the Upper Pleistocene

N. V. Karpukhina^{1,*}, V. V. Pisareva¹, I. S. Zyuganova¹, E. A. Konstantinov¹, A. L. Zakharov¹,
D. V. Baranov^{1,2}, A. O. Utkina¹, and A. V. Panin^{1,2}

¹*Institute of Geography, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia*

²*Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia*

*e-mail: natalia_karpukhina@mail.ru

The article presents the lithological and stratigraphic characteristics, the results of paleobotanical studies and radiocarbon dating of the one of the most important and insufficiently studied key sections of the Late Pleistocene in the Upper Volga basin. The Kileshino-2 section locates in the marginal part of the last glaciation in the Valdai Hills (Tver oblast, Selizharovo district). The studied section is a complex sequence of sediments which consists of limnoglacial, limnic, alluvial and fluvioglacial deposits. We identified four main stages of sedimentation on the base of complex investigations: the Late Moscow stage of the Middle Pleistocene, the Mikulino Interglacial of the Late Pleistocene, the Early Valdai stage and probably the Middle Valdai Interstadial of the Late Pleistocene. Local pollen zones distinguished in the lower part of the sequence correspond to initial phases of the Mikulino Interglacial. At that time broadleaf forests began to spread in the study area under conditions of progressive warming. The macroremains of temperate and thermophilic aquatic plants were determined by the carpological method. The deposits of the climatic optimum and the final phases of the Mikulino Interglacial are not represented in the studied section. According to pollen data, the middle part of the sequence consisting of loam and sandy loams with two paleosoils was formed at the beginning of the Early Valdai Glaciation. Against the background of a progressive cooling, two interstadial-type warmings probably corresponding to the Upper Volga (Brörup) Interstadial and Kruglitsky (Odderade) Interstadial were identified. The chronostratigraphic position of both interstadials in the Kileshino-2 section requires further clarification because of the complex structure of sequence and some interruptions in sedimentation. Analysis of the upper part of the section showed that the glacial deposits are absent in the studied section. This allows one to doubt the existence of not only Kalinin Glaciation (MIS 4), but also Ostashkov Glaciation (MIS 2) in this region.

Keywords: stratigraphy, palynological analysis, paleocarpology, Valdai Hills, last ice sheet, Upper Pleistocene

REFERENCES

1. Alekseev M.N., Gablina S.S., Goretskii K.V., Lavrushin Yu.A., Khyutt G.I., Yakimenko E.Yu. Stratigraphy and geological events of the Middle and Upper Pleistocene in Moscow oblast. In *Chetvertichnaya geologiya i paleogeografiya Rossii* [Quaternary Geology and Paleogeography of Russia]. Moscow: GEOS Publ., 1997, pp. 15–24. (In Russ.).

2. Ananova E.N., Zarrina E.P., Kazartseva T.I., Krasnov I.I. New data on stratigraphy of interglacial deposits on the Malaya Kosha and Bolshaya Dubenka rivers (Upper Volga). *Byull. Komis. po Izuch. Chetvertichn. Perioda*, 1973, vol. 40, pp. 22–33. (In Russ.).
3. Arslanov Kh.A. *Radiouglerod: geokhimiya i geokhronologiya* [Radiocarbon: Geochemistry and Geochronology]. Leningrad: Leningrad. Gos. Univ., 1987. 267 p.
4. Auslender V.G., Pleshivtseva E.S., Gorshkova S.S. Lake basins of the middle Valdai on the territory of St. Petersburg and its environs. In *Istoriya pleistotsenovykh ozer Vostochno-Evropeiskoi ravniny* [History of the Pleistocene Lakes of the East European Plain]. St. Petersburg: Nauka Publ., 1998, pp. 99–111. (In Russ.).
5. Velichkevich F.Yu. New data on the Mikulino seed floras of the Kalinin region. In *Problemy pleistotsena* [Problems of the Pleistocene]. Minsk: Nauka i Tekhnika Publ., 1985, pp. 159–173. (In Russ.).
6. Velichko A.A., Pisareva V.V., Faustova M.A. Problems of periodization and correlation of glacial and periglacial stages of the Quarter in Eastern Europe. In *VIII Vserossiiskoe soveshchanie po izucheniyu chetvertichnogo perioda: "Fundamental'nye problemy kvartera, itogi izucheniya i osnovnye napravleniya dal'neishikh issledovaniy"* [VIII All-Russian Conf. on the Study of the Quaternary Period: "Fundamental Problems of the Quarter, the Results of the Study and the Main Directions for Further Research."]. Rostov-on-Don: YuNTs RAN, 2013, pp. 102–103. (In Russ.).
7. Velichko A.A., Pisareva V.V., Faustova M.A. Current state of the concept of ice sheets. In *Problemy paleogeografii i stratigrafii pleistotsena* [Problems of Paleogeography and Stratigraphy of the Pleistocene]. Bolikhovskaya N.S., Faustov S.S., Eds. Moscow: Geogr. Fakul'tet Mosk. Gos. Univ., 2011, vol. 3, pp. 21–33. (In Russ.).
8. Velichko A.A., Faustova M.A. Development of glaciations in the Late Pleistocene. In *Paleoklimaty i paleolandshafty vnetropicheskogo prostranstva Severnogo polushariya. Pozdnyy pleistotsen–golotsen: Atlas-monografiya* [Paleoclimates and Paleolandscapes of Extratropical Space of the Northern Hemisphere. Late Pleistocene–Holocene: Atlas-Monograph]. Velichko A.A., Ed. Moscow: GEOS Publ., 2009, pp. 32–41. (In Russ.).
9. Velichko A.A., Faustova M.A., Pisareva V.V., Karpukhina N.V. History of the Scandinavian ice sheet and surrounding landscapes during Valday ice age and the Holocene. *Led i Sneg*, 2017, vol. 57, no. 3, pp. 391–416. (In Russ.).
10. Giterman R.E., Kuprina N.P., Shantser E.V. About the Mikulino age of interglacial layers near the village of Kileshino (Upper Volga). *Byul. Komis. po Izuch. Chetvertichn. Perioda*, 1975, vol. 44, pp. 84–88. (In Russ.).
11. Grichuk V.P. *Istoriya flory i rastitel'nosti Russkoi ravniny v pleistotsene* [The History of Flora and Vegetation of the Russian Plain in the Pleistocene]. Moscow: Nauka Publ., 1989. 183 p.
12. Grichuk V.P. The processing technique of sedimentary rocks, poor in organic residues, for the purposes of pollen analysis. *Probl. Fiz. Geogr.*, 1940, no. 8, pp. 53–58. (In Russ.).
13. Dokturovskii V.S. New data on the interglacial flora in the USSR. *Byull. Mosk. O-va Ispytatelei Prirody. Otd. Geologii*, 1931, nos. 1–2, pp. 214–229. (In Russ.).
14. Evzerov V.Ya. Glaciations and marine transgressions in the Northwest Russia during the last 140 thousand years. *Geomorfologiya*, 2014, no. 3, pp. 51–61. (In Russ.).
15. Elovicheva Ya.K., San'ko A.F. Palynostratigraphy of deposits of the Poozersky (Vistulian) glaciation of Belarus. *Litasfera*, 1999, nos. 10–11, pp. 18–28. (In Russ.).
16. Zarrina E.P. Geochronology and paleogeography of the Late Pleistocene in the North-West of the Russian Plain. In *Periodizatsiya i geokhronologiya pleistotsena* [Periodization and Geochronology of the Pleistocene]. Leningrad: Geogr. O–vo SSSR, 1970, pp. 27–33. (In Russ.).
17. Zarrina E.P. Stratigraphy and geochronology of the Pleistocene of the North-West of the European part of the USSR. *Extended Abstract of Cand. Sci. (Geogr.) Dissertation*. Tallinn: Estonian Acad. Sci., 1971. 30 p.
18. Zarrina E.P., Krasnov I.I., Malakhovskii D.B. Climatic rhythms of the late Pleistocene (Northwest and Center of the European part of the USSR). In *Paleoklimaty i oledeneniya v pleistotsene* [Paleoclimate and Glaciations in the Pleistocene]. Moscow: Nauka Publ., 1989, pp. 47–58. (In Russ.).
19. Zyuganova I.S., Novenko E.Yu. Paleobotanical analysis of sections of the Central Forest Reserve. In *Dinamika lesnykh ekosistem yuga Valdaiskoi vozvysheynosti v pozdnyy pleistotsene i golotsene* [Dynamics of Forest Ecosystems in the South of the Valdai Hills in the Late Pleistocene and Holocene]. Novenko E.Yu., Ed. Moscow: GEOS Publ., 2011, pp. 28–51. (In Russ.).
20. Katz N.Ya., Katz C.V., Kipiani M.G. *Atlas i opredelitel' plodov i semyan, vstrechayushchikhsya v chetvertichnykh otlozheniyakh SSSR* [Atlas and Key to Fruits and Seeds Found in the Quaternary Deposits of the USSR]. Moscow: Nauka Publ., 1965. 365 p.
21. Kind N.V., Vinogradova S.N., Pokrovskii B.G., Ryabinin A.L., Sulerzhitskii L.D., Forova V.S. Radiocarbon dating of the Academy of Sciences of the USSR (Report VI). *Byull. Komis. po Izuch. Chetvertichn. Perioda*, 1973, vol. 40, pp. 192. (In Russ.).
22. Krasnov I.I., Arslanov Kh.A., Kazartseva T.I. et al. Reference section of the Upper Pleistocene sediments in the Neva lowland in the Kelkolovo open pit. *Reg. Geol. i Metallogeniya*, 1995, no. 4, pp. 88–99. (In Russ.).
23. Lazukov G.I., Sudakova N.G., Faustov S.S. Analysis of glacial deposits of the Klin-Dmitrov Ridge in connection with the problems of stratigraphy and paleogeography. In *Noveishaya tektonika, noveishie otlozheniya, chelovek* [Recent Tectonics, Recent Deposits, Human]. Moscow: Mosk. Gos. Univ., 1982, pp. 86–101. (In Russ.).
24. Moskvitin A.I. *Stratigrafiya pleistotsena Evropeiskoi chasti SSSR* [Stratigraphy of the Pleistocene of the European Part of the USSR]. Moscow: Nauka Publ., 1967. 254 p.
25. Nikitin V.P. *Paleokarpologicheskii metod* [Paleocarpological Method]. Tomsk: Tomsk. Univ., 1969. 89 p.
26. *Paleoklimaty i paleolandshafty vnetropicheskogo prostranstva Severnogo polushariya. Pozdnyy pleistotsen–golotsen: Atlas-monografiya* [Paleoclimates and Paleolandscapes of Extratropical Space of the Northern Hemisphere. Late Pleistocene–Holocene: Atlas-

- Monograph]. Velichko A.A., Ed. Moscow: GEOS Publ., 2009. 120 p.
27. *Problemy stratigrafii chetvertichnykh otlozhenii i kraevye lednikovye obrazovaniya Vologodskogo regiona (severozapad Rossii). Mater. mezhd. simp.* [Problems of Stratigraphy of Quaternary Sediments and Marginal Glacial Formations of the Vologda Region (North-West of Russia). Proc. Int. Symp.]. Moscow: GEOS Publ., 2000. 99 p.
 28. *Problemy stratigrafii chetvertichnykh otlozhenii i paleogeografii Yaroslavskogo Povolzh'ya. Mater. mezhd. simp.* [Problems of Stratigraphy of Quaternary Sediments and Regional Glacial Formations of the Yaroslavl Volga Region (North-West of Russia). Proc. Int. Symp.]. Moscow: GEOS Publ., 2001. 158 p.
 29. Spiridonova E.A., Arslanov Kh.A., Malakhovskii D.B. et al. The section of the Pleistocene sediments near the village Selizharovo (Upper Volga). In *Palinologiya pleistotsena* [Pleistocene Palynology]. Leningrad: Leningrad. Gos. Univ., 1981, pp. 32–45. (In Russ.).
 30. Stolyarova T.I. *Geological Map of the Quaternary Sediments*. Kotlukova V.A., Ed. Leningrad: Gosgeoltekhizdat Publ., 1961, sh. O-36-XXVIII. (In Russ.).
 31. Sudakova I.G., Vvedenskaya A.I., Voskovskaya L.T. et al. On the problem of the Pleistocene stratigraphy of the Klin-Dmitrov Ridge. In *Chetvertichnaya geologiya i paleogeografiya Rossii* [Quaternary Geology and Paleogeography of Russia]. Moscow: GEOS Publ., 1997, pp. 171–180. (In Russ.).
 32. Sudakova N.G., Karpukhin S.S., Altynov A.E. Paleogeographic reconstructions of glacial morpholithostructures in the Moscow oblast using space information. *Byull. Komis. po Izuch. Chetvert. Perioda*, 2015, vol. 74, pp. 76–89. (In Russ.).
 33. Chebotareva N.S., Makarycheva I.A. *Poslednee oledenenie Evropy i ego geokhronologiya* [The Last Glaciation of Europe and its Geochronology]. Moscow: Nauka Publ., 1974. 216 p.
 34. Chebotareva N.S., Nedoshivina M.A., Stolyarova T.I. Moscow-Valdai (Mikulinsky) interglacial deposits in the Upper Volga basin and their significance for paleogeography. *Byull. Komis. po Izuch. Chetvert. Perioda*, 1961, vol. 26, pp. 35–49. (In Russ.).
 35. Chebotareva N.S., Pisareva V.V., Malyasova E.S. Ancient lake basin in the Malaya Kosha River valley. *Izv. Akad. Nauk, Ser. Geogr.*, 1979, no. 3, pp. 94–102. (In Russ.).
 36. Shik S.M. Some problems of stratigraphy and paleogeography of the Quarter. *Byull. Komis. po Izuch. Chetvert. Perioda*, 2008, vol. 68, pp. 40–49. (In Russ.).
 37. Borisova O.K., Novenko E.Yu., Velichko A.A., Kremetski K.V., Junge F.W., Boettger T. Vegetation and climate changes during the Eemian and Early Weichselian in the Upper Volga region (Russia). *Quat. Sci. Rev.*, 2007, vol. 26, pp. 2574–2585.
 38. Heiri O., Lotter A.F., Lemcke G. Loss on ignition as a method for estimating organic and carbonate content in sediments: reproducibility and comparability of results. *J. Paleolimnol.*, 2001, vol. 25, pp. 101–110.
 39. 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, Valdaj Upland, Russia. *Est. J. Earth Sci.*, 2014, vol. 63, no. 2, pp. 88–96.
 40. Salmina L. Factors influencing distribution of *Cladium mariscus* in Latvia. *Ann. Bot. Fennici*, 2004, vol. 41, pp. 367–371.
 41. Satkunas J., Grigienė A., Velichkevich F., Robertsson A., Sandgren P. Upper Pleistocene stratigraphy at the Medininkai site, eastern Lithuania: A continuous record of the Eemian-Weichselian sequence. *Boreas*, 2003, vol. 32, no. 4, pp. 627–641.
 42. Velichkevich F.Yu., Zastawniak E. *Atlas of the Vascular Plant Macrofossils of Central and Eastern Europe*. Kraków: W. Szafer Inst. of Bot., 2006, vol. 1. 224 p.
 43. Velichkevich F.Yu., Zastawniak E. *Atlas of the Vascular Plant Macrofossils of Central and Eastern Europe*. Kraków: W. Szafer Inst. of Bot., 2008, vol. 2. 380 p.