

М. С. Комар, М. Ланчонт, П. Кулеша, Я. Кусяк

СМЕНА ПАЛЕООБСТАНОВОК ПРЕДГОРЬЯ КАРПАТ В НАЧАЛЕ ПОСЛЕДНЕГО ПЛЕЙСТОЦЕНОВОГО КЛИМАТИЧЕСКОГО ЦИКЛА (НА ПРИМЕРЕ РАЗРЕЗА RADYMNO)

(Рекомендовано акад. НАН України І. І. Чебаненком)

За результатами вивчення розрізу Radymno спорово-пилковим, остракодологічним та термолюмінесцентним методами простежена динаміка змін палеообстановок протягом останнього плейстоценового кліматичного ритму та уточнена стратифікація відкладів. Вперше на підставі даних вивчення спорово-пилковим методом субаеральних осадків побудована діаграма змін переважаючих біомів.

The dynamic of palaeoenvironment changes during the last Pleistocene climatic rhythm traced and stratification of the sediments clarified according to the study of the Radymno section by spore-pollen, ostrakoda and thermoluminescence methods. For the first time on the basis of subaerial deposits investigation by spore-pollen analysis the changes prevailing biomes diagram built.

Введение

Фактические данные по истории природы Земли в ближайшем геологическом прошлом служат основой для познания закономерностей ее развития, прогностических экстраполяций и являются материалом для проверки теоретических моделей климата. Результаты спорово-пыльцевого анализа дают достаточно полное представление о флоре и доминирующих типах растительности, их смене во времени, а также позволяют реконструировать ландшафтные и климатические особенности прошлых эпох. В последнее время все чаще результаты этого анализа используются для реконструкции климатических параметров и воссоздания конкретных обстановок прошлого. Наибольшую популярность приобрели методы ареало- и климатограмм, метод современного аналога и метод реконструкции биомов*. Опыт применения данных методов для реконструкции палеообстановок начала последнего плейстоценового климатического ритма показан на примере материалов исследования разреза Radymno.

* Биом — англ. biome от гр. bios — жизнь и лат. —oma — окончание, означающее совокупность. Биом — крупное региональное или субконтинентальное подразделение биосферы, характеризующееся каким-либо основным типом растительности или другой характерной особенностью ландшафта.

Материал

Разрез расположен в карьере кирпичного завода на северо-восточной окраине г. Radymno. Сам карьер находится в краевой зоне плейстоценовой террасы р. Сан (San) — морфологической границы между лессовой возвышенностью, называемой предгорьем Жешовским (Przedgórze Rzeszowskie, Wysoczyzna Kańczudzka, Przedgórski Plaskowyż Lessowy) и долиной р. Сан (рис. 1). Обе эти региональные единицы расположены в пределах Сандомирской (Sandomierskiej) котловины. Предгорье Жешовске (Przedgórze Rzeszowskie) — прикарпатская волнистая возвышенность, покрытая лесом, протягивающаяся между долинами рек Вислок и Сан (Wisłok и San), наиболее выдвинутая к югу часть котловины Сандомирской. Поверхность этой возвышенности достигает 240—300 м над уровнем моря, а падения — 40—80 м. На своих восточных окраинах возвышенность снижается четкой ступенью в 15—20-метровую плейстоценовую террасу над голоценовой равниной р. Сан (22—27 м над руслом реки). Однако еще в начале XX в. S. Pawłowski [17] заметил, что слово *равнина* не вполне правомерно, поскольку неравномерно распространенный плащ субаеральных отложений мощностью до двух десятков метров не столько маскирует, сколько подчеркивает особенности гляциального рельефа 500-тысячелетнего возраста. Верхняя часть осадков на данной территории представлена лессами последнего гляциального цикла мощ-

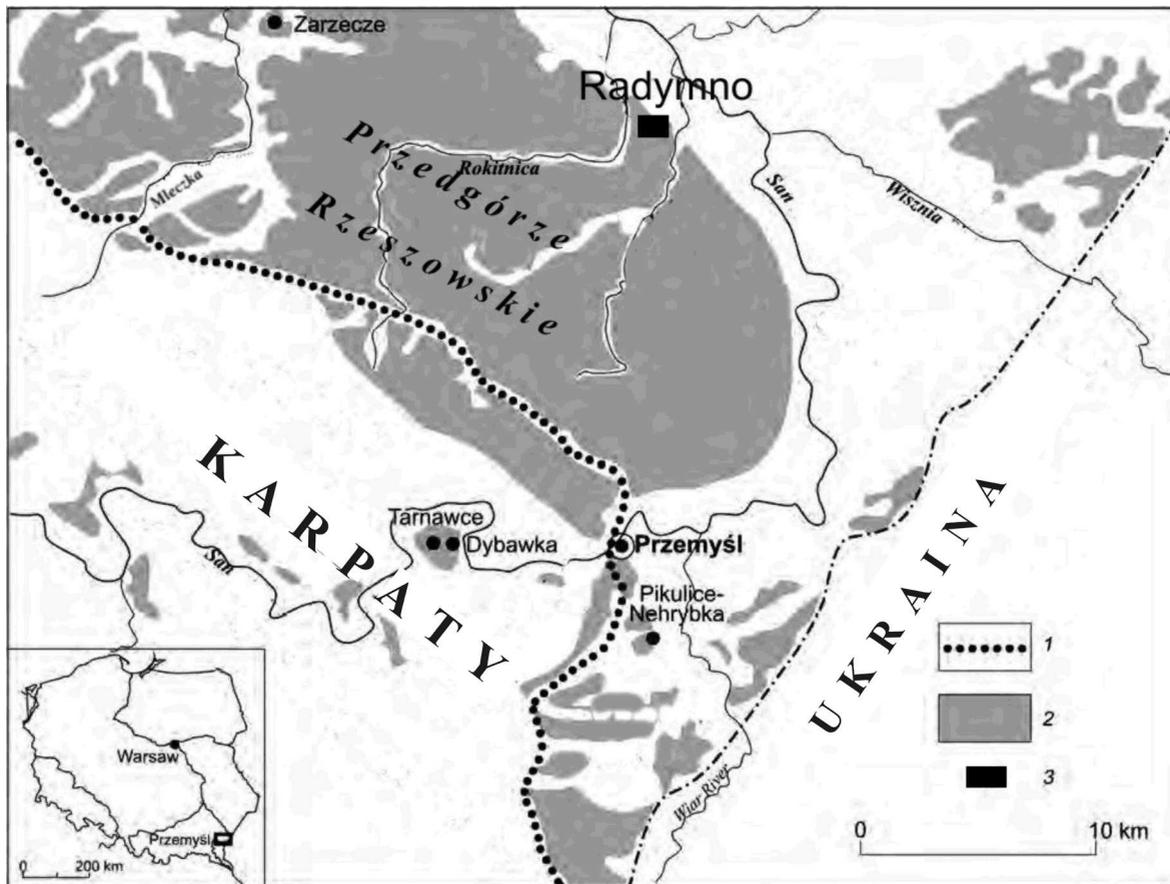


Рис. 1 Схема расположения разреза Radymno

1 — граница Карпат; 2 — распространение лессов; 3 — местоположение разреза Radymno

ностью до 10 м, но под ними расположены более древние лессы, имеющие островное распространение [10].

Разрез Radymno изучался неоднократно различными методами [3, 4, 7, 11—13, 15, 20], однако палинологические исследования не проводились.

В Radymno лессы последнего плейстоценового оледенения надстраивают древнее послеездовое дно долины, которое на начальном этапе эоловой аккумуляции было заболочено и в первых фазах могло подтапливаться водами притоков р. Сан во время паводков [5]. Нижняя часть разреза представлена осадками, содержащими большое количество органического материала и фауну остракод. Верхняя часть сложена типичными лессами, разделенными прослоем интерстадиальной почвы и тремя уровнями пластических деформаций типа криотурбаций. В средней части разреза обнаружены слои (гл. 9,5; 9,05; 8,9; 8,15; 8,0; 7,3 и 7,25 м)

с остракодами, а также большим количеством малакофауны.

Разрез Radymno 2 вскрыт в западной и северной стенках трех последовательных рабочих уровней: мощность верхнего из которых 4 м, среднего — 5,5 м, а нижнего — около 3 м. Голоценовую почву, перекрывающую лессовые отложения А. Malicki [12] описал как чернозем мощностью в 1 м, а Н. Maruszczak [13] — как бурую почву мощностью 0,75 м. Во время отбора образцов она была разрушена. Разрез Radymno 1 с эвской почвой расположен в южной стенке карьера.

Описание разреза приведено снизу вверх.

В описании Н. Maruszczaka [13] указано, что флювиальная серия, сложенная песками и глинами, достигает мощности 6 м и подстилается песчано-гравийными осадками мощностью 8,5 м, которые лежат на осадках миоценового возраста.

Radymno 1

Пески среднезернистые, сильно ожелезненные, с включениями карбонатного гравия, с полосами омарганцевания	15,07—15,67 м
Пески, переходящие в желтовато-серые глины (?). Нижняя граница четкая, подчеркнутая орштейновым слоем	14,87—15,07 м
Суглинок средний, песчано-глинистый, книзу более опесчаненный, голубоватый с ржавым налетом. Нижняя граница четкая с голубыми прослоями толщиной 5 см и нижним орштейновым слоем	14,65—14,87 м
Глеевый горизонт погребенной почвы — суглинок голубовато-сизый с ржавыми гнездами, призматической структуры с пленками ожелезнения по плоскостям скола. Книзу возрастает опесчаненность. Нижняя граница нечеткая	14,4—14,65 м
Погребенная почва — суглинок средний, коричневый, плотный, комковатой структуры, с множеством Fe-Mn конкреций до 2 мм. Иллювиально-глеевый горизонт. Нижняя граница четкая	13,6—14,4 м

Radymno 2

Суглинок голубовато-стальной, с марганцевыми полосами по всему слою и скоплениями пятен до 0,5 см в нижней части, средний до тяжелого, оглеенный. По мнению Н. Maruszczaka [14], нижняя часть этого слоя может представлять собой верхнюю часть эзмской погребенной почвы, измененной подтоплением	12,55—13,60 м
Суглинок серый и голубовато-серый, средний до тяжелого, оглеенный. Нижняя граница четкая	11,0—12,55 м
Суглинок тяжелый, коричневатый-серый, с гл. 9,65 м книзу приобретает более темную окраску. В верхней части пятна ожелезнения и железистые пленки по плоскостям скола. Между 10,6 и 11,0 м обнаружена продолговатая (1 м) линза коричневого минерально-органического материала типа гиттии. До гл. 10,4 м карбонатный. Нижняя граница, к которой приурочено скопление марганцевых пятен, четкая	8,5—11,0 м
Лессовидный суглинок сероватый с пятнами ожелезнения, карбонатный, слабдеформированный	8,0—8,5 м

Западная стенка обнажения

Лесс палевый карбонатный, с псевдоморфозами субвертикальных трещинных структур глубиной 1,8 и шириной 0,1 м (самая глубокая достигает гл. 9,8 м). Третий нижний уровень диапировых деформаций с амплитудой 0,2—0,6 м. Нижняя граница четкая	7,4—8,0 м
Лессовидный суглинок пылеватый, слоистый, с карбонатными конкрециями d 0,5—1 см и точечными включениями Fe-Mn диаметром до 1 мм, карбонатный. Наблюдаются волнистые пластические деформации. Это второй средний уровень криогенных деформаций. Нижняя граница четкая	6,7—7,4 м
Лессовидный суглинок пылеватый, слоистый, желтовато-серый. Верхний уровень диапировых пластических деформаций. Амплитуда диапиров около 0,5 м	6,0—6,7 м
Горизонт оглеения, интерстадиальный (?), глинисто-пылеватый, серый и темно-серый с коричневатым оттенком, с многочисленными точечными включениями и стяжениями Fe-Mn, в верхней части местами следы солифлюкции, плоскости контакта подчеркнуты окислами железа, карбонатный. Нижняя граница четкая	5,6—6,0 м

Северная стенка обнажения

Лессовидный суглинок палево-серый со слабовыраженной слоистой структурой, с точечными включениями Fe, пятнами оглеения, карбонатными конкрециями (диаметром 0,2—2 см), карбонатный. Нижняя граница четкая, неровная	4,1—5,6 м
Лесс — суглинок пылеватый, палевый, слабослоистый, границы прослоев подчеркнуты ржавым цветом за счет ожелезнения, карбонатный, с редким карбонатным псевдомицелием и точечными включениями Fe-Mn. Нижняя граница постепенная	3,55—4,1 м
Лесс — суглинок пылеватый темно-палевый, вверху слабполосчатый с точечными включениями Mn, а ниже гл. 3 м слоистый со следами ожелезнения, многочисленным карбонатным псевдомицелием, карбонатный. Нижняя граница четкая	2,4—3,55 м

Лесс — суглинок пылеватый палево-светло-желтый, однородный с карбонатным псевдомицелием по корнеходам, ржавыми железистыми пятнами (диаметром до 10 см), карбонатный. До гл. 0,5 м встречаются кротовины, с 1,3 м — карбонатные конкреции (диаметром 2—3 см), на гл. 2,1—2,2 м прослой карбонатных конкреций. Нижняя граница постепенная 0,20—2,4 м Слабо сформированный прослой гумуса, развитый непосредственно на лессе, карбонатный, перемешанный с лессовым материалом. Нижняя граница постепенная ... 0,0—0,20 м

Методы

Для установления состава флоры, соответствующей фазам развития растительного покрова, использованы материалы исследования разреза Radymno спорово-пыльцевым методом. С помощью метода реконструкции количественных значений скалярных климатических показателей на основании палеофлористических материалов, разработанного В. П. Гричук [1], были реконструированы средние температуры самого теплого и холодного месяцев для каждой фазы. Впервые для реконструкции основных растительных формаций на основании данных спорово-пыльцевого анализа субаэральных отложений был применен метод реконструкции биомов.

Метод реконструкции биомов ("биомизации"), или метод объективной количественной реконструкции основных растительных формаций (биомов) с использованием палеоботанических данных, разработанный I. C. Prentice et al. [18] — это количественный метод, позволяющий восстановить сукцессии растительных формаций на основании палинологических данных. В основе метода лежит концепция функциональных типов растений, или крупных группировок растений, объединенных общностью жизненной формы (древесные или травянистые), общими фенологическими особенностями (вечнозеленые или листопадные) и т. д. и климатическими параметрами, определяющими критические пределы роста и воспроизводства растений. Степень достоверности качественной интерпретации спорово-пыльцевых данных опирается на отнесении пыльцевого таксона к "функциональному растительному типу" и биому. Использование современных климатических параметров "полуколичественным" методом позволяет реконструировать палеоклимат. Впоследствии данный метод был модифицирован группой исследователей

применительно к биомам Евразийского континента [6].

С целью подтверждения стратификации отложений были использованы результаты датирования термолюминесцентным методом, а данные изучения малакофауны и остракод учитывались в выводах о характере климата в различные этапы осадконакопления.

Результаты и их обсуждение Спорово-пыльцевой анализ

На спорово-пыльцевой анализ образцы были отобраны в интервале 8,50—15,05 м. Пыльцевая гистограмма состоит из 100 пыльцевых спектров. Анализ гистограммы разреза Radymno позволил выделить 18 локальных пыльцевых зон (L PAZ), соответствующих фазам развития растительности на протяжении последнего плейстоценового климатического цикла, пронумерованных снизу вверх и обозначенных буквой R (Radymno). Поскольку объем данных достаточно обширен (100 образцов, 71 таксон), на гистограмме изображено изменение содержания только выбранных таксонов. В некоторых образцах микрофитофоссилии были найдены в количествах, не превышающих 150 зерен, поэтому на гистограмме обозначено лишь их присутствие или отсутствие (рис. 2).

L PAZ R-1(15,05—14,95 м)

Эта зона охарактеризована одним образцом, в котором процент пыльцы древесных и кустарников довольно высок — 57,6%, а среди древесных наибольшее процентное содержание зафиксировано у пыльцы сосны (*Pinus sylvestris* L., *P. cembra* L.). Хотя процент участия пыльцы других древесных и кустарников значительно ниже, их состав достаточно разнообразен: *Salix*, *Betula* sect. *Alba*, *Ulmus*, *Quercus*, *Fraxinus*, *Acer*, *Corylus*, *Alnus*, *Picea*, *Sambucus*, *Viburnum*, *Frangula alnus* Mill.

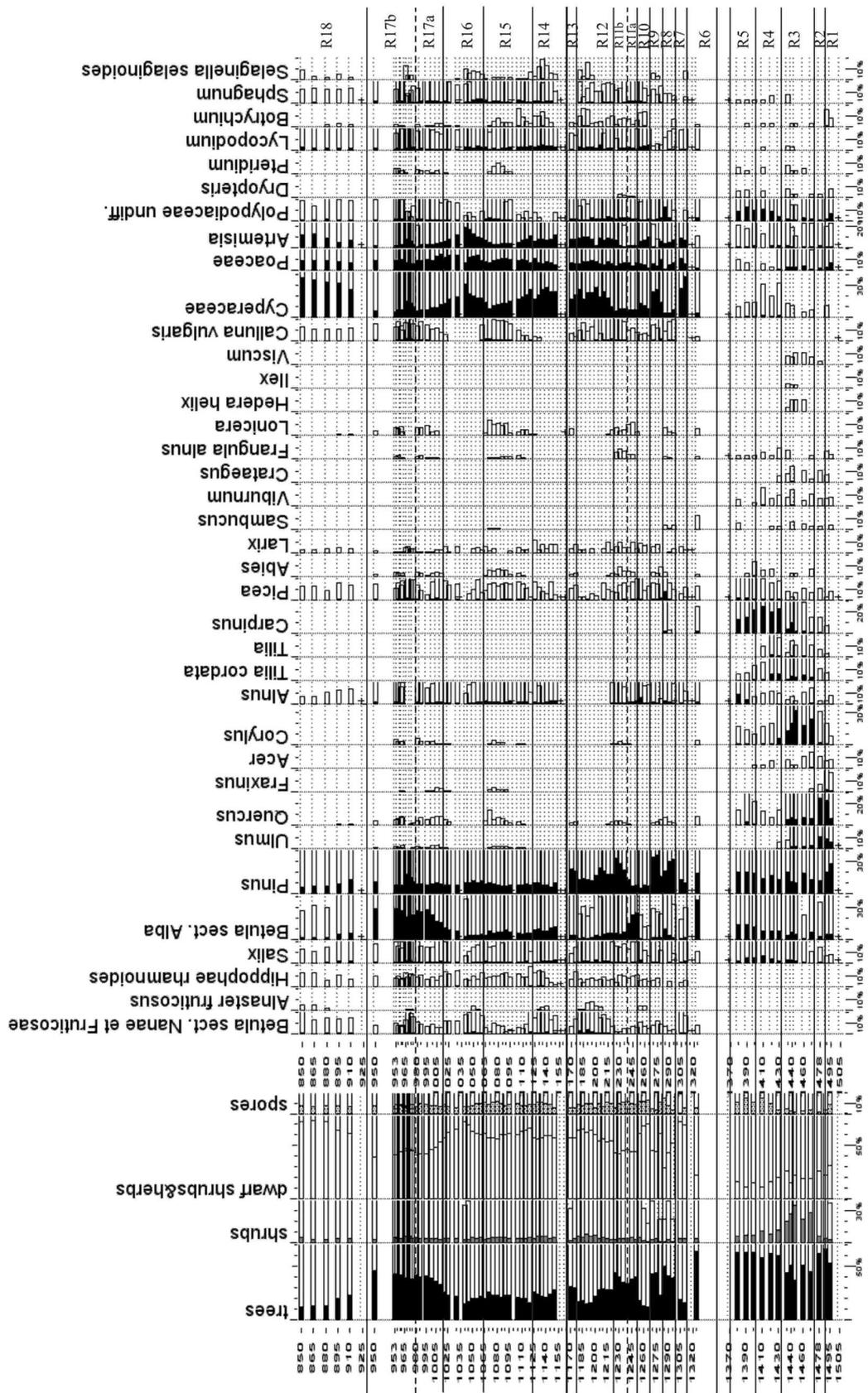


Рис. 2. Спорово-пыльцевая гистограмма отложений разреза Радупно

Граница между L PAZ R-1 и R-2 обозначается как ростом процентного содержания пыльцы древесных в общем составе, так и скачкообразным увеличением содержания пыльцы *Quercus* и *Ulmus*.

L PAZ R-2 (14,83—14,78 м)

L PAZ включает два образца. Отличительная особенность — высокое содержание пыльцы *Quercus* и *Ulmus* (23,6—26,4 и 9,5—12,4%, соответственно). Остальные древесные (*Salix*, *Betula* sect. *Alba*, *Fraxinus*, *Acer*, *Corylus*, *Alnus*, *Picea*, *Crataegus*, *Sambucus*, *Viburnum*) сохраняют непрерывные кривые. Впервые в составе спектров появляется пыльца *Tilia*, *Carpinus*, *Viscum*.

L PAZ R-3 (14,70—14,35 м)

L PAZ выделяется динамичным ростом кривой содержания пыльцы кустарников в общем составе спектров. Своих максимальных значений (25,1—33,5%) достигает содержание пыльцы орешника (*Corylus*). В спектрах наравне с *Viscum* появляется пыльца таких растений-индикаторов океанического климата, как *Hedera helix* L. и *Ilex*.

L PAZ R-4 (14,30—14,00 м)

В этой зоне среди пыльцы древесных преобладает пыльца граба (*Carpinus*) с максимумом 26,4%. В нижней части зоны своих максимальных значений (9,3—10%) достигает содержание пыльцы липы (*Tilia*). Пыльцевые зерна *Crataegus* и *Sambucus* отмечаются в спектрах только нижней части зоны. В верхней части зоны несколько возрастает количество пыльцы пихты (*Abies*). Существенно увеличивается в спектрах количество спор многоножковых папоротников (*Polypodiaceae* undiff.). Нижняя граница следующей зоны фиксируется исчезновением в спектрах пыльцы некоторых растений — умеренных термофилов (*Tilia*, *Acer*).

L PAZ R-5 (13,90—13,70 м)

В спектрах этой зоны процентные соотношения основных групп остаются практически такими же, как и в предыдущей, но соотношения компонентов внутри групп изменяются. Своего максимума достигает ольха (*Alnus*) — 9,5%, возрастает количество пыльцы сосны (*Pinus sylvestris*) и березы (*Betula* sect. *Alba*), также несколько увеличивается количество пыльцы ели (*Picea*). Споры многоножковых папоротников сохраняют преобладание в составе споровых.

L PAZ R-6 (13,60—13,15 м)

Зона представлена спектрами образцов, в которых преобладает пыльца древесных и кустарников, но исключительно за счет резко возросшего количества пыльцы сосны (*Pinus sylvestris*, *P. cembra*) и березы (*Betula* sect. *Alba*). В спектрах этой зоны впервые в диаграмме появляется пыльца берез кустарниковых форм секции *Nana et Fruticosa*. Состав древесных и кустарниковых становится менее разнообразным.

L PAZ R-7 (13,10—13,00 м)

L PAZ представлена тремя образцами, в которых отчетливо преобладает пыльца кустарничков и трав (NAP). Процент их участия достигает 71,5% от общей суммы, а в их составе главными преобладающими компонентами являются представители семейств *Cyperaceae*, *Poaceae* и рода *Artemisia*. Впервые в диаграмме фиксируется присутствие спор плаунка (*Selaginella selaginoides* (L.) Beauv. ex Mart. & Schrank).

L PAZ R-8 (12,95—12,80 м)

Зона представлена четырьмя образцами и характеризуется резким увеличением пыльцы AP в общем составе спектров, в основном за счет роста содержания пыльцы сосны (*Pinus sylvestris*, *P. cembra*). К концу интервала количество пыльцы сосны снижается с 32,6 до 17%, а ели (*Picea*) увеличивается до 8,6%. Процент содержания других древесных в спектрах не превышает 3,6%. Верхняя граница зоны фиксируется повторным резким ростом кривой сосны.

L PAZ R-9 (12,75—12,70 м)

L PAZ характеризуется отчетливым увеличением участия пыльцы сосны и осоковых (*Cyperaceae*). Остальные компоненты спектров присутствуют в значительно меньших количествах. Вновь появляются споры *Selaginella selaginoides*.

L PAZ R-10 (12,65—12,55 м) MIS 5d

L PAZ представлена тремя образцами, в которых преобладает пыльца кустарничков и трав (NAP) — 62,5—70,8%. Среди травянистых ведущая роль принадлежит растениям, характерным для открытых пространств и нарушенных и несформированных грунтов. Количество спор колеблется в пределах 12,7—14,4%, а в их составе несколько возрастает процент участия *Sphagnum* и *Bortyichium boreale* J. Mildе. В спектрах этой зоны впервые в диаграмме появляется

пыльца микротерма *Alnaster fruticosus* Ledeb.

L PAZ R-11 (12,50—12,25 м) MIS 5c

L PAZ с почти равными значениями AP и NAP. На основании изменений доли участия сосны и видов березы выделено две пыльцевые подзоны: R-11a — *Betula* sect. *Alba*; R-11b — *Pinus sylvestris*, *P. Cembra*. Верхняя граница зоны фиксируется по резкому спаду кривой сосны и росту кривой осоковых.

L PAZ R-12 (12,20—11,80 м) MIS 5c

Зона представлена девятью образцами, в которых преобладает NAP составляющая. На долю AP в среднем приходится 30,4%, а основным компонентом является сосна (*Pinus sylvestris*, *P. cembra*). По сравнению с предыдущими, в этой L PAZ несколько возрастает количество пыльцы растений-микротермов (*Alnaster fruticosus*, *Betula* sect. *Nana et Fruticosa*, *Lycopodium*, *Bortyichium boreale*, *Selaginella selaginoides*).

L PAZ R-13 (11,75—11,70 м) MIS 5c

В зоне преобладает пыльца *Pinus sylvestris*, *P. cembra* с максимумом 24,3%. Остаются непрерывными кривые *Betula* sect. *Alba*, *Betula* sect. *Nana et Fruticosa*, *Picea*, *Larix*, *Salix*. В небольшом количестве отмечается пыльца *Quercus* и *Lonicera*.

L PAZ R-14 (11,50—11,25 м) MIS 5b

В этой зоне значения NAP достаточно высоки. Наибольших значений достигают Сурегасеае, Роасеае и *Artemisia*. Среди древесных и кустарниковых преобладает *Pinus sylvestris* и *P. cembra*, а также *Betula* sect. *Alba*, количество пыльцы которых колеблется в пределах 6,8—11,3 и 9—13,3%, соответственно. Также в составе AP отмечается присутствие пыльцы *Salix*, *Betula* sect. *Nanae et Fruticosa*, *Hippophae rhamnoides* L., *Alnaster fruticosus*, *Picea* и *Larix*. Появляется пыльца *Calluna*.

L PAZ R-15 (11,20—10,65 м) MIS 5b

В этой зоне значения NAP остаются достаточно высокими (в среднем 57%), однако несколько изменяются процентные соотношения компонентов.

Здесь вновь появляется, хотя и в очень малых количествах, пыльца таких древесных и кустарниковых, как *Quercus*, *Ulmus*, *Fraxinus*, *Corylus*, *Frangula alnus*, *Lonicera*, а также *Abies*. Остаются непрерывными кривые *Picea*, *Pinus*, *Betula* sect. *Nanae et Fruticosa*, *Betula* sect. *Alba*, *Alnus glutinosa*, *Hippophae rhamnoides*, *Salix*, *Calluna*.

Верхняя граница зоны обозначается исчезновением в спектрах пыльцы *Calluna* и началом роста кривой Сурегасеае.

L PAZ R-16 (10,60—10,30 м) MIS 5b

L PAZ включает семь образцов. Характерной особенностью является постепенное увеличение количества пыльцы семейства Сурегасеае и рода *Artemisia*, которые становятся главными компонентами в составе недревесной пыльцы. Состав NAP довольно однообразен. Среди пыльцы древесных и кустарников наибольших значений достигает пыльца сосны. Пыльца *Quercus*, *Ulmus*, *Fraxinus*, *Corylus* в минимальных количествах присутствует лишь в нижней части зоны.

Верхняя граница данной зоны определяется резким спадом кривой *Artemisia*.

L PAZ R-17 (10,55—9,88 м) (9,80—9,50 м) MIS 5a

Зона подразделяется на две подзоны, характеристики которых сходны.

Подзона R-17a обозначается постепенным ростом пыльцы древесных и кустарников в общем составе спектров от 26,2 до 46,7%, главным образом за счет пыльцы *Betula* sect. *Alba*. Сохраняют непрерывные кривые *Picea*, *Pinus*, *Betula* sect. *Nanae et Fruticosa*, *Alnus glutinosa* L., *Hippophae rhamnoides*, *Salix*, *Larix*. Вновь в небольших количествах появляется пыльца *Quercus*, *Ulmus*, *Fraxinus*, *Corylus*, *Frangula alnus*, *Lonicera*, а также *Abies*.

В составе травянистых увеличивается доля представителей семейства Роасеае при снижении количества пыльцы Сурегасеае и *Artemisia*.

Подзона R-17b представлена 11 образцами и обозначается постепенным спадом пыльцы древесных и кустарников в общем составе спектров. В ней также преобладает пыльца *Betula* sect. *Alba* с максимумом 30,4%. В средней части зоны отмечается возрастание и последующий спад кривой *Pinus*.

L PAZ R-18 (9,25—8,50) MIS 5

Зона характеризуется минимальными во всей диаграмме значениями AP и максимальными Сурегасеае. Состав древесных и кустарников беден.

Малакофауна

S. W. Alexandrowicz [3] описал малакофауну, найденную в двух горизонтах, стратиграфически отнесенных к MIS4. В верхней части горизонта оглеения e₁ (5,80—7,00 м) массо-

во обнаружены раковины *Succinea oblonga elongata*, а также небольшое количество *Columella columella*, *Pupilla loessica* и *Lymnaea truncatula*. Присутствие вышеупомянутых видов указывает на существование открытого ландшафта с влажными грунтами и холодный субполярный климат, а малое количество таксонов свидетельствует об условиях, малопригодных для развития малакофауны [2].

В осадках с гл. 9,05—9,45 м (горизонт e_3) определены два комплекса малакофауны. В верхней части в большом количестве обнаружены раковины *Gyraulus laevis*, менее обильно *Succinea oblonga elongata* и единично *Vertigo parcedentata*. Ниже в меньших количествах обнаружены раковины *Succinea oblonga elongata*, *Pupilla loessica* и *Vertigo parcedentata*. Комплекс с *Gyraulus laevis* указывает на существование небольших водоемов, а найденные раковины наземных моллюсков (*Succinea*, *Vertigo*), по видимому, были намывы из береговых отложений. Такой комплекс характерен для осадков пойменной фации [3]. По мнению S. W. Alexandrowicza, "...stanowisko w Radymnie polozone bylo w obrebie szerokiej doliny Sanu, prawdopodobnie w zaglebieniu zarosnietym roslinnoscia ruderalna i na przemi-an zatapijanym i osuszonym" [2, s. 249] ("...разрез в Radymno был расположен в пределах широкой долины Сана, вероятно в углублении, поросшем рудеральной растительностью и попеременно затопливаемом и осушаемом". — Авт.).

Остракоды

Самый нижний уровень, на котором обнаружены раковины остракод, — 10,55 м. Это были немногочисленные *Candona candida* и *Candoniella subelipsoida*. Осадки в инт. 10,55—9,5 м содержали единичные раковины наименее требовательного вида *Candona candida*.

Осадки с гл. 9,5 м характеризовались наибольшим видовым разнообразием и одновременно наибольшей численностью ископаемых раковин остракод. Наиболее многочисленно были встречены раковины *Fabaeformiscandona levanderi*, *Candoniella subelipsoida* и *Candona candida*. Как и *Fabaeformiscandona levanderi* — вид, заселяющий

сублиторальную и профундальную зоны, впервые на этой глубине обнаружены раковины *Cyclocypris ovum* и *Cyclocypris laevis* — виды-эврибионты. Характерным является появление в значительном количестве раковин *Ilyocypris bradyi* — вида, типичного как для медленно текущих вод, так и для водоемов со стоячими водами, питаемыми подземными источниками [16]. Встречены в большом количестве раковины, принадлежащие *Paralimnocythere relictata* — виду, характерному прежде всего для неглубоких луговых луж, но обнаруженному также в мелкой литорали ряда озер [16]. Присутствуют раковины *Trajancypris clavata* — вида, встреченного в небольших высыхающих водоемах с глинистым дном и мелких прудах. Этот вид характерен также для водоемов с бедной водной растительностью либо лишенных водной растительности. В относительно небольшом количестве были представлены виды *Heterocypris salina*, *Pseudocandona compressa*, *Cypridopsis vidua* и *Limnocythere inopinata*. Хотя вид *Heterocypris salina* известен как галобионт, наиболее часто встречаемый в самой мелкой прибрежной зоне морей, он также был обнаружен в многочисленных мелких пресноводных водоемах центральной и юго-восточной Польши [19] и не может быть показателем засоления вод без сопровождения других организмов-индикаторов [16]. Как и *Ilyocypris bradyi*, *Heterocypris salina* довольно часто обнаруживается в водах источников. *Cypridopsis vidua* и *Limnocythere inopinata* — виды, не требовательные в отношении глубины и термических показателей вод, хотя чаще связанные с водами теплыми. *Pseudocandona compressa* — вид, тяготеющий к прибрежной части озер и редко обнаруживаемый в сублиторальной зоне [19].

Вышележащие осадки до гл. 8,9 м характеризовались вначале отсутствием раковин остракод, а сверху постепенным ростом их количества. Только в осадках с гл. 8,9 м зафиксирован очередной этап интенсивного развития фауны остракод, хотя общее количество микрофоссилий было значительно меньшим, чем на гл. 9,5 м.

В этом этапе доминирующим видом был *Fabaeformiscandona levanderi*. В значительном количестве обнаружены раковины *Candoniella subelipsoida*, *Cyclocypris ovum* и *Pseudocandona compressa*, спорадически встречены

раковины *Trajancypris clavata*, *Paralimnocythere relictata*, *Cypridopsis vidua* и *Limnocythere inopinata*. Отличительной особенностью данного этапа, по сравнению с предыдущим, является общее меньшее количество обнаруженных микрофоссилий, что может быть следствием менее благоприятных термических условий. На это указывает и большая частота *Pseudocandona compressa* и повторное появление *Ilyocypris bradyi* [16].

Образцы с гл. 8,45 и 8,3 м характеризовались малым количеством и разнообразием обнаруженной фауны. На гл. 8,3 м обнаружено небольшое количество раковин, принадлежащих только двум видам *Candoniella subelipsoidea* и *Ilyocypris bradyi*.

Очередной этап развития фауны совпадает с этапом осадконакопления коричневатосерого тяжелого суглинка (гл. 8,15 м), но уже следующий образец с гл. 8,0 м фиксирует существенное изменение видового состава фауны, свидетельствуя об относительно быстрых изменениях природных условий. Первая из этих фаз — время доминирования видов *Fabaeformiscandona levanderi* и *Candoniella subelipsoidea* и присутствия незначительного количества видов, характерных для мелкой литоральной зоны. Вторая же — характеризуется существенным увеличением количества видов, характерных для мелководья, главным образом *Pseudocandona compressa*, *Herpetocypris salina* и *Paralimnocythere relictata* [19].

В осадках инт. 7,3—7,25 м зарегистрирован очередной этап развития фауны остракод, среди которых вначале наибольшее развитие получил вид *Ilyocypris bradyi*, а позднее *Paralimnocythere relictata*. Раковины *Fabaeformiscandona levanderi* обнаружены в малом количестве.

Последний этап изменения фауны остракод в разрезе Радумно соответствует этапу формирования интерстадиальной почвы. Видовой состав фауны схож с таковым предыдущего этапа при отсутствии *Pseudocandona compressa* и значительно большем количестве *Limnocythere inopinata*.

Стратиграфическая интерпретация

В соответствии с предварительной интерпретацией стратиграфического расчленения разреза и результатами химических анализов осадки, залегающие до гл. 5,6 м, можно

отнести к позднему пленигляциалу [11, 20]. Субаквальные водно-болотные богатые органикой осадки в инт. 8,5—13,6 (?) м, по-видимому, могут связываться с ранним пленигляциалом и ранним гляциалом. На ранний гляциал указывают также результаты термолюминесцентного датирования. Образец с гл. 11,1 м имеет дату (114±21) тыс. лет (Lub-4692), а с глубины 13,3 м — (112±17) тыс. лет (Lub-4693). В связи с этим лесс с криогенными деформациями в средней части разреза (5,6—8,5 м), вероятно, представляет среднюю часть пленигляциала. Ээмская почва представлена иллювиальным горизонтом в нижней части обнажения. Дата, полученная для субстрата иллювиально-глеевого горизонта, — (156±28) тыс. лет (Lub-4697). Осадки непосредственно под почвой (горизонт С) имеют датировку (187±41) тыс. лет (Lub-4695).

Разрез Радумно обнаруживает определенные общие черты с лессовым разрезом Jaroslaw, также связанным с террасой р. Сан и расположенным в 10 км в западном направлении. Болотную почву, залегающую в нем на гл. 9,7—10,4 м (TL >50 тыс. лет и C¹⁴ — 27—24 тыс. лет) с помощью спорово-пыльцевого метода исследовала Z. Janczyk-Korikowa [5]. Данные спорово-пыльцевого анализа свидетельствуют, что во время формирования этой почвы в окрестностях господствовала лесотундровая растительность (*Pinus* 35—43% и единичные *Picea*, *Betula*, *Salix*; Cyperaceae 33—41%, *Selaginella selagionides*). Авторы высказали мнение, что образование этой почвы происходило в раннем пленигляциале (интерстадиалы Glinde или Oerel) и в этом случае подчеркивают ее общие черты с почвой Дубно в Западной Украине [14] либо в раннем гляциале (интерстадиал Odderade) [5].

Стратиграфическое расчленение осадков разреза Радумно на основании изменения коэффициента соотношения U-16-44 μm/55-16 μm и датировок IRSL было проведено М. Vokhorst et al. [4]. По мнению этих авторов, лесс позднего пленигляциала залегает до гл. 5,7 м. В лессе ниже отметки 5,7 м обнаружены две инициальные почвы (5,7—5,9 и 6,7—6,9 м); нижняя почва и подстилающий ее лесс сильно нарушены структурами криотурбаций, и в них наблюдаются морозобойные трещины. Верхняя почва, а также

межпочвенный лесс соотнесены со средним плейстоценовым, а нижняя почва с лесом до гл. 7,4 м — с ранним плейстоценом. Осадки, залегающие ниже этой отметки, скоррелированы с ранним плейстоценом (MIS 5a-d). Ниже отметки 9,55 м — это глинистые темно-серые, черные и коричневые осадки, соответствующие влажному этапу седиментации заливной равнины.

Дискуссия

В соответствии с выделенными в ходе спорово-пыльцевого анализа фазами можно реконструировать историю развития растительности и средние температуры самого теплого и самого холодного месяцев (рис. 2, 3).

L PAZ — R1 — отражает фазу распространения широколиственных лесов с преобладанием дуба и участием в их составе умеренно-термофильных пород. В соответствии с выявленным составом флоры диапазон температур начальной фазы был следующий: MTC = +1...–15°C, MTW = +15,5...+21,5°C.

L PAZ — R2 — соответствует фазе развития широколиственных лесов и появлению в их составе растений-индикаторов океанического климата. Состав травянистой растительности обогатился представителями лесного и лугового разнотравья. Диапазон температур остается прежним.

L PAZ — R3 — отражает фазу максимального участия в лесах растений-термофилов и растений-индикаторов океанического климата и соответствует климатическому оптимуму с таким диапазоном температур: MTC = +1...–4°C, MTW = +15...+21,5°C.

L PAZ — R4 — отвечает фазе развития широколиственно-хвойных лесов, эдификатором которых был граб. Среди хвойных пород преобладала сосна обыкновенная, появились сосна кедровая и темнохвойные (ель, пихта). Судя по составу выявленной флоры, климат стал более влажным. Условия для развития лесного и лугового разнотравья стали менее благоприятными. Диапазон температур остается в следующих границах: MTC = +1...–4°C, MTW = +15...+21,5°C.

L PAZ — R5 — отражает фазу развития широколиственных лесов с участием темнохвойных. В составе широколиственных

наблюдается уменьшение разнообразия умеренно-термофильных пород. Травянистая растительность приобретает более мезофильный облик. Температурные показатели остаются прежними.

L PAZ — R6 — соответствует фазе развития сосново-березовых лесов с участием темнохвойных и небольшой примесью широколиственных. Климатограмма показывает, что средние температуры самого холодного месяца снизились по сравнению с предыдущими фазами и изменялись в следующих пределах: MTC = +1...–14,5°C, хотя средние температуры самого теплого месяца остались без изменений — MTW = +15...+21,5°C.

L PAZ — R7 — фаза характеризуется исчезновением из состава растительных группировок широколиственных пород и появлением растений-микротермов, а также усилением роли травянистых в растительном покрове. Климатограмма фиксирует некоторое похолодание и снижение как зимних, так и летних температур: MTC = +1...–16°C, MTW = +14,8...+16,5°C.

L PAZ — R8 — отражает фазу развития сосново-березовых группировок на фоне расширения открытых пространств, занятых травянистой растительностью с участием представителей различных экологических групп. В соответствии с выявленным составом флоры диапазон температур данной фазы был следующий: MTC = +1...–14,5°C, MTW = +15...+21,5°C.

L PAZ — R9 — отвечает фазе развития хвойных лесов с небольшой примесью лиственных. MTC = +1...–4°C, MTW = +15,8...+16°C.

L PAZ — R10 — фаза характеризуется усилением роли травянистых в растительном покрове и резким спадом процентного участия древесных и кустарников. Климатограммы фиксируют довольно существенное снижение палеотемператур, главным образом зимних: MTC = –10...–16°C, MTW = +12,3...+17,4°C. Возможно, эта часть гистограммы регистрирует стадиял *Herning* последнего плейстоценового оледенения.

L PAZ — R11— R13 — по-видимому, соответствуют интерстадиалу *Amersfoort/Brörup* (**Brörup sensu lato**) и характеризуются повышением средних температур и частичным возвратом сосново-березовых

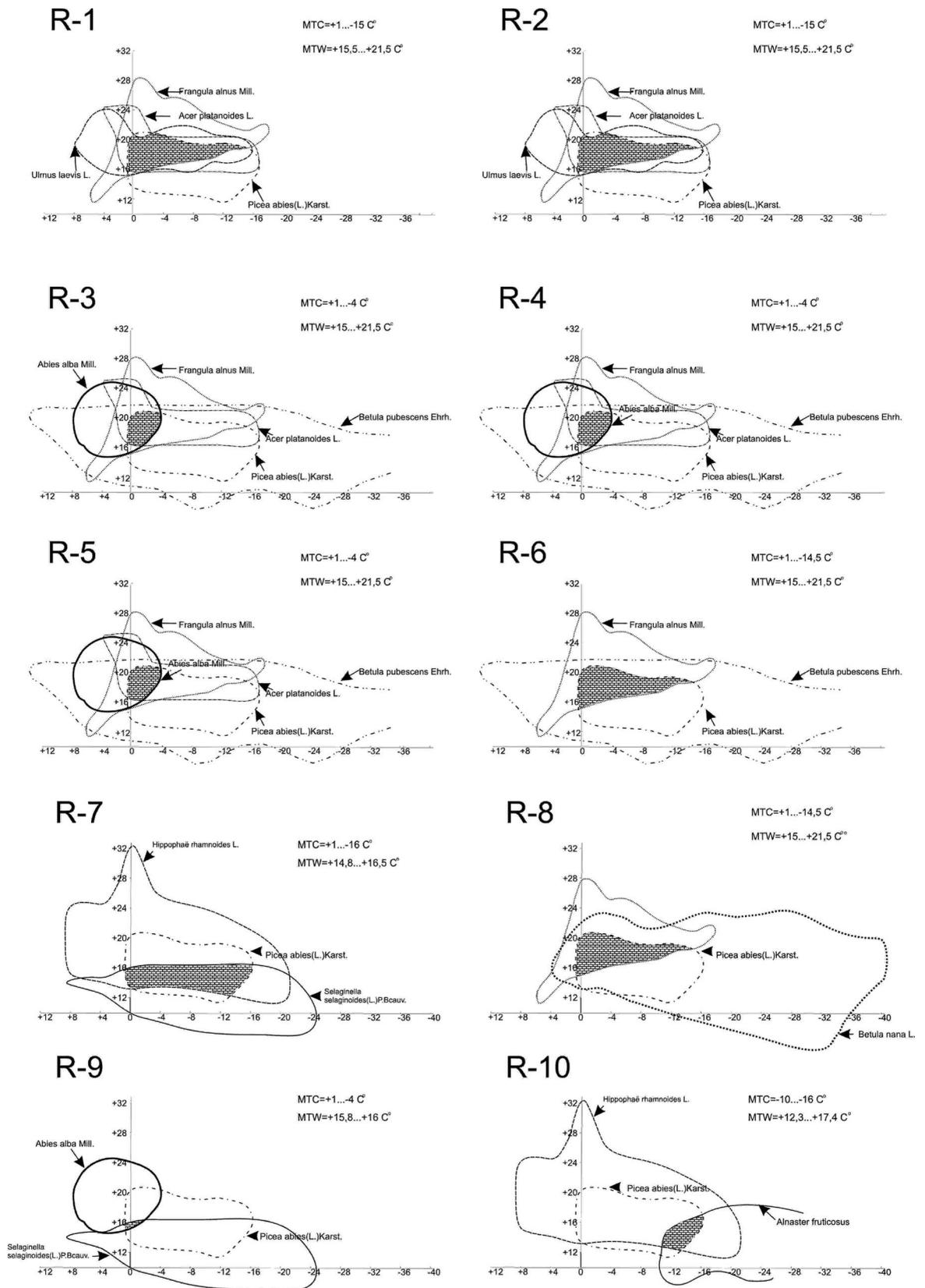
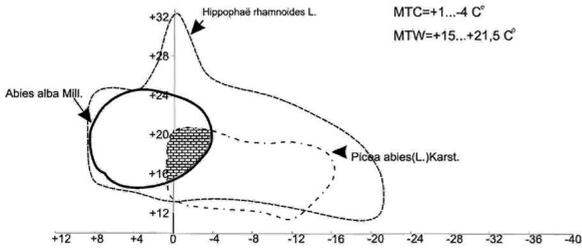
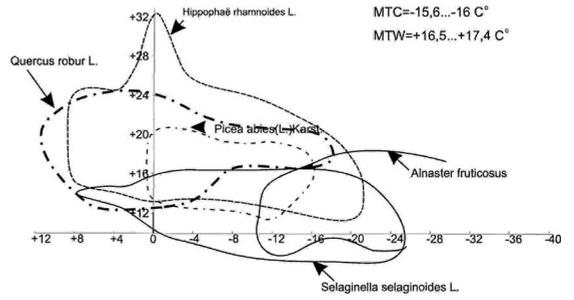


Рис. 3. Климатограммы (усредненные температурные показатели самого холодного МТС и самого

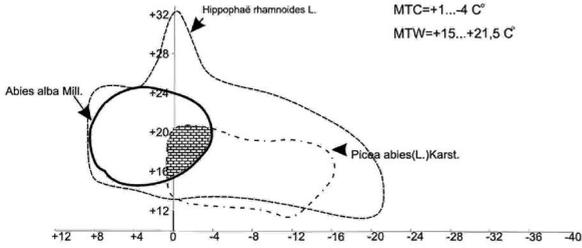
R-11



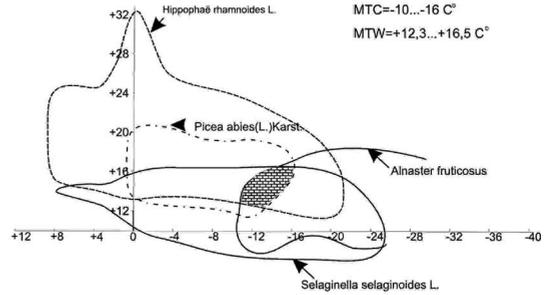
R-12



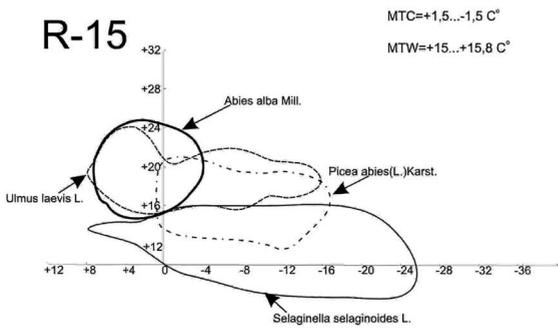
R-13



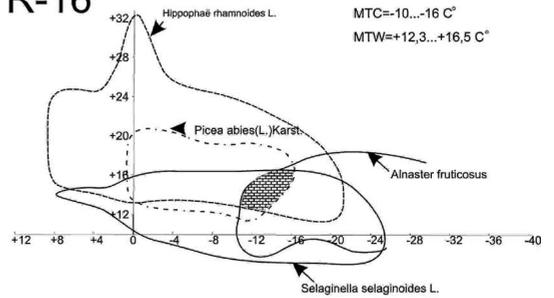
R-14



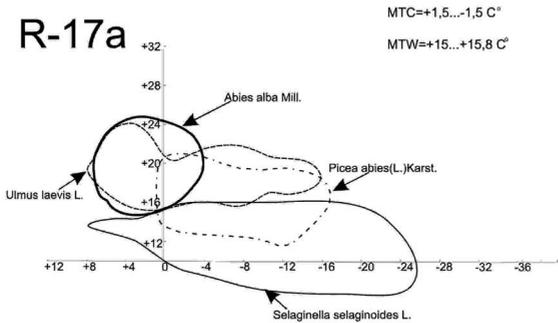
R-15



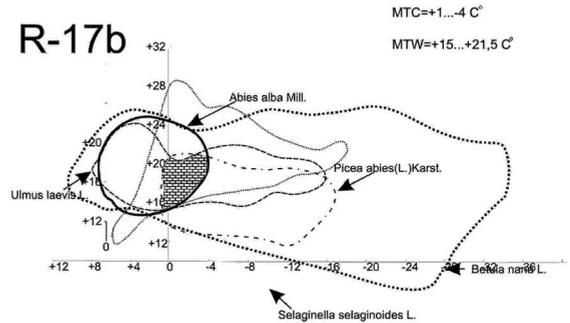
R-16



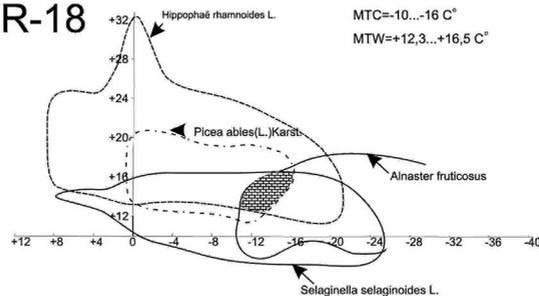
R-17a



R-17b



R-18



теплого MTW месяцев) выделенных локальных пыльцевых зон разреза Radymno

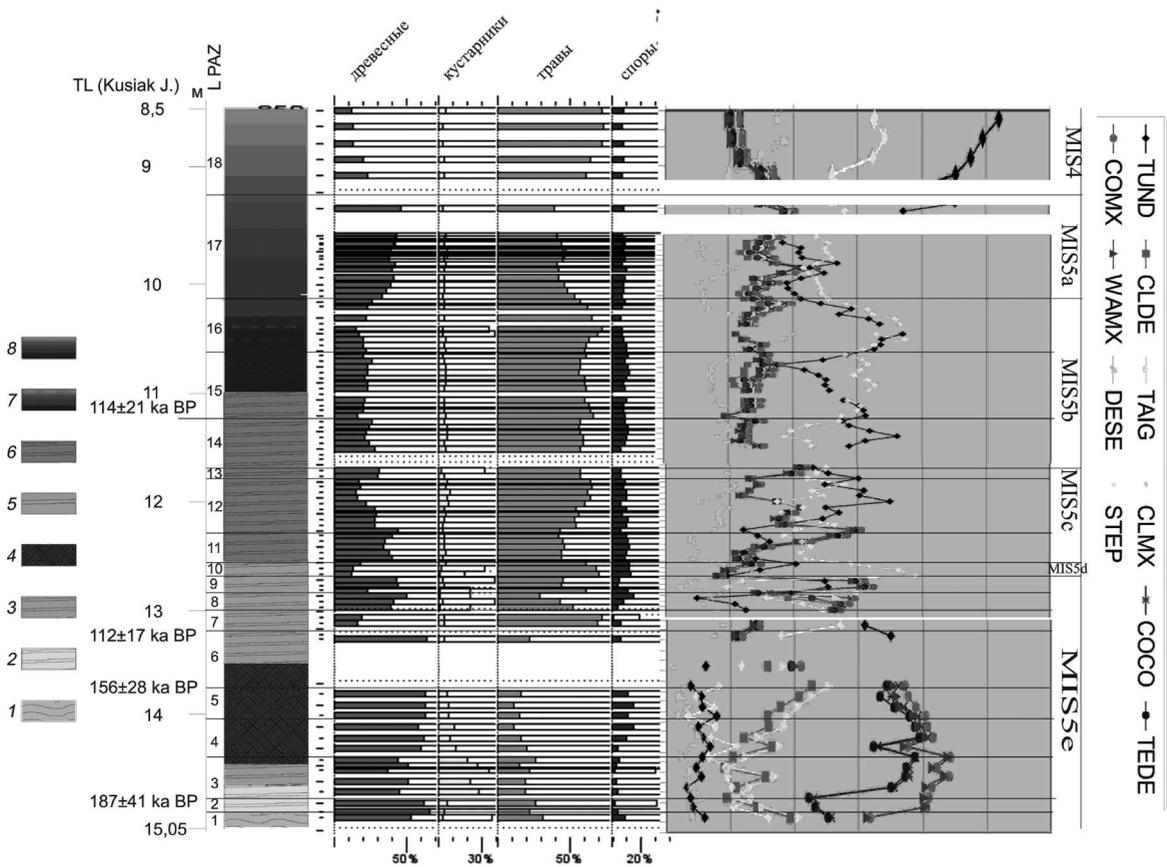


Рис. 4. Диаграмма изменения преобладающих биомов

1 — пески, переходящие в желтовато-серые глины; 2 — суглинок песчано-глинистый, к низу более опесчаненный, голубоватый с ржавым налетом, средний; 3 — глеевый горизонт погребенной почвы — суглинок голубовато-сизый с ржавыми гнездами; 4 — погребенная почва — суглинок коричневый, средний; 5 — суглинок голубовато-стальной, с марганцевыми полосами по всему слою; 6 — суглинок серый и голубовато-серый, средний до тяжелого; 7 — линза коричневого минерально-органического материала типа гиттии; 8 — суглинок коричневатосерый, тяжелый.

TUND — тундра; CLDE — холодные листопадные леса; TAIG — тайга; CLMX — холодные смешанные леса; COCO — прохладные хвойные леса; TEDE — умеренные листопадные леса; COMX — прохладные смешанные леса; WAMX — теплые смешанные леса; DESE — пустыня; STEP — степь

лесов: R11 — MTC = +1...–4°C, MTW = +15...+21,5°C; R13 — MTC = +1...–4°C, MTW = +15...+21,5°C, а L PAZ — R12 — MTC = –15,6...–16°C, MTW = +16,5...+17,4°C, вероятно, фиксирует стадиал intra-Brögrup (MIS 5c2) [11].

L PAZ — R14 — R16 — по всей вероятности, соответствуют стадиалу Rederstall и отражают развитие мозаичного растительного покрова с участием небольших древесных группировок. Температуры колеблются в таких пределах: L PAZ — R14 — MTC = –10...–16°C, MTW = +12,3...+16,5°C; R15 — MTC = +1,5...–1,5°C, MTW = +15...+15,8°C; R16 — MTC = –10...–16°C, MTW = +12,3...+16,5°C.

L PAZ — R17 — вероятно, отвечает интерстадиалу Odderade и отражает расширение березово-сосновых группировок на фоне развития открытых пространств, занятых травянистой растительностью различной экологической приуроченности. Диапазон температур находится в следующих границах: MTC = +1,5...–1,5°C, MTW = +15...+15,8°C в начале интерстадиала и MTC = +1...–4°C, MTW = +15...+21,5°C — в конце.

L PAZ — R18 — отражает этап, когда мозаичные перигляциальные ландшафты становятся доминирующими и, по-видимому, соответствует стадиалу Schalkholz. MTC = –10...–16°C, MTW = +12,3...+16,5°C.

Изменения преобладающих биомов на протяжении времени осадконакопления исследованной толщи отчетливо видны на диаграмме (рис. 4).

Результаты исследования фауны остракод также позволяют определить несколько фаз интенсивного развития водной фауны, что может служить показателем изменения условий водного режима на территории исследования, связанных с изменениями влажности климата.

Первый этап (раннегляциальные осадки — гл. 10,55—9,5 м) — возникновение холодноводных бассейнов либо временных мелких водоемов, лишенных высшей растительности.

Второй этап (раннегляциальные осадки — гл. 9,5 м) — возникновение водоема с относительно большими глубинами, подпитываемого подземными источниками, со слабо развитой высшей растительностью в береговой зоне.

Третий этап (осадки гл. 9,2—8,3 м) — существование водоема с относительно большими глубинами, также подпитываемого подземными источниками либо источниками в непосредственной близости к водоему. Климатические условия схожи с условиями предыдущего этапа, хотя возможно некоторое снижение температур.

Четвертый этап — увеличение глубины водоема (гл. 8,15 м) сменяется фазой уменьшения глубины водосборника и одновременного похолодания (гл. 8,0 м).

Этап пятый — возможное существование заливных лугов, что подтверждается и результатами исследования малакофауны [3].

Шестой этап развития фауны остракод (гл. 7,25—5,8 м) совпадает с этапом интерстадиального потепления.

Выводы

По результатам изучения разреза Radymno спорово-пыльцевым, остракодологическим и термолюминесцентным методами удалось проследить динамику изменения палеообстановки на протяжении последнего плейстоценового климатического ритма и уточнить стратификацию отложений. Диаграмма изменения преобладающих биомов отчетливо показала, что на исследуемой территории теплые и умеренные листопад-

ные леса преобладали только лишь на протяжении последнего плейстоценового интергляциала (MIS 5e). С началом оледенения характер растительного покрова изменился коренным образом, преобладающими стали биомы степи и тундры, хотя во время интерстадиалов (MIS 5c и MIS 5a) древесная растительность частично восстанавливалась.

Исследования проводились в рамках проекта Министерства науки и высшего образования Республики Польши № 306 426234 "Paleogeograficzne podstawy fenomenu trwalego osadnictwa paleolitycznego w strefie podkarpacko-podolskiej", руководитель проекта проф. Maria Lanczont.

1. Гричук В. П. Реконструкция скалярных климатических показателей по флористическим материалам и оценка ее точности // Методы реконструкции палеоклиматов. — М.: Наука, 1985. — С. 20—28.
2. Alexandrowicz S. W. Fauna mieczakow w lessach okolic Przemysla // Karpaty przemyskie. Przewodnik 59 Zjazdu PTGeol. J. Kotliarczyk (red.). — Krakow, 1988. — S. 244—250.
3. Alexandrowicz S. W., Butrym J., Maruszczak H. The malacofauna of the younger and older loess of the Przemysl region, SE Poland // Studia Malacologica. — 1989. — Vol. 3. — S.7—21.
4. Bokhorst M. P., Vandenberghe J., Sumegi P. et al. Atmospheric circulation patterns in Central and Eastern Europe during the Weichselian Pleniglacial inferred from loess grain-size records // Quatern. Intern., doi:10.1016/j.quaint.2010.07.018.
5. Butrym J., Maruszczak H. Chronologia termoluminescencyjna lessow z profilu Jaroslaw // Spraw. z badan nauk. Komitetu Badan Czwartorzedu PAN. — Warszawa, 1992. — № 9. — S. 9—10.
6. Gotanda K., Nakagawa T., Tarasov P. et al. Biome classification from Japanese pollen data: application to modern-day and Late Quaternary samples // Quatern. Sci. Rev. — 2002. — Vol. 21. — P. 647—657.
7. Laskowska-Wysoczanska W. Stratygrafia czwartorzedu i paleogeomorfologia Niziny Sandomierskiej i Przedgorza Karpat rejonu rzeszowskiego // Studia Geologica Polonica. — 1971. — Vol. 34. — S. 7—109.
8. Last glacial climate variability in Eastern and Central Europe as recorded in loess deposits.

- Bokhorst (ed.). — Vrije Universiteit, 2009. — P.11—125.
9. *Lanczont M.* Terasa lessowa w dolinie Sanu u wylotu z Karpat // *Georama*. — 1994. — № 2. — S. 49—58.
 10. *Lanczont M., Boguckij A.* High-resolution terrestrial archive of the climatic oscillation during Oxygen Isotope Stages 5-2 from the unique loess-paleosol sequence at Kolodiv (East Carpathian Foreland, Ukraine) // *Geological Quarterly*. — 2007. — Vol. 51-02. — P. 105—126.
 11. *Lacka B., Lanczont M., Komar M., Madeyska T.* Stable isotope composition of carbonates in loess at the Carpathian margin // *Studia Quaternaria*. — 2008. — Vol. 25. — P. 3—21.
 12. *Malicki A.* Profil lessowy w Radymnie // *Przewodnik Sympozjum "Litologia i stratygrafia lessow w Polsce*. — Warszawa: Wydawnictwo Geologiczne, 1972. — S. 205 — 208.
 13. *Maruszczak H.* Profil lessow w Radymnie // *Przewodnik Seminarium terenowego "Stratygrafia i chronologia lessow oraz utworow glacialnych dolnego i srodkowego plejstocenu w Polsce SE"*. — Lublin, 1980. — S. 62—65.
 14. *Maruszczak H.* Profil lessow w Jaroslawiu (Loess section at Jaroslaw) // *Maruszczak H. (ed.) Podstawowe profile lessow w Polsce (Main sections of loesses in Poland)*. — Lublin, 1991. — S. B.111—111.
 15. *Maruszczak H.* Profil lessow w Radymnie (Loess section at Radymno) // *Maruszczak H. (ed.) Podstawowe profile lessow w Polsce (Main sections of loesses in Poland)*. — Lublin, 1991. — S. B.109—109.
 16. *Meisch C.* Freshwater Ostracoda of Western and Central Europe // *J. Schwoerbel and P. Zwick, (ed.): Suesswasserfauna von Mitteleuropa 8/3*. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg. — Berlin, 2000. — P. 522.
 17. *Pawlowski S.* O utworach dyluwialnych w dorzeczu Mleczy (pow. przeworski i jaroslowski) // *Sprawozdania z Posiedzen Komisji Fizjograficznej PAU*. — Krakow, 1920. — T. 53-54. — S. 1—11.
 18. *Prentice I. C., Guiot J., Huntley B., Jolly D. & Cheddadi R.* Reconstruction 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.
 19. *Sywula T.* Malzorzczki (Ostracoda) // *Fauna Srodkowodna Polski*. — 1974. — T. 24. — S. 1—315.
 20. *Wojcik A., Zinnal Z.* Lessy w profilu "Radymno — droga" (Kotlina Sandomierska) // *X Konferencja "Stratygrafia plejstocenu Polski*. — Rudy, 1—5 wrzesnia 2003. — S. 79—80.

Ин-т геол. наук НАН Украины,
Киев
E-mail: makom@ukr.net

Статья поступила
16.08.10

Университет Марии Кюри-Склодовской,
Люблин
E-mail: Maria.Lanczont@poczta.umcs.lublin.pl
E-mail: Piotr.Kulesza@poczta.umcs.lublin.pl
E-mail: Jaroslaw.Kusiak@poczta.umcs.lublin.pl