

УДК 551.79:561(476)

ПАЛИНОЛОГИЯ БЕЛАРУСИ: МЕТОД И НАУЧНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ В ИССЛЕДОВАНИИ ОТЛОЖЕНИЙ ГЛЯЦИОПЛЕЙСТОЦЕНА И ГОЛОЦЕНА

Я. К. ЕЛОВИЧЕВА¹⁾

¹⁾Белорусский государственный университет, пр. Независимости, 4, 220030, г. Минск, Беларусь

Изучение в течение 80 лет в Беларуси толщи гляциоплейстоцена и голоцена с применением наиболее перспективного палинологического метода (большая продуктивность пыльцы и спор растений, их распространение и хорошая сохранность в различных осадках, высокая информативность ископаемых палиноморф) позволило в более усложненном варианте воссоздать развитие природной среды последних 800 тыс. лет по хронологической летописи в континентальных осадках палеоводоемов. Комплексность исследований внесла важный вклад в проведение местной и дальней корреляции полученных материалов из океанических или морских донных образований на базе выработанной шкалы МИС-1 – МИС-19 на геохронологической основе. Данные из 1300 разрезов региона были использованы в целях перспективного решения современных научных проблем теоретической (обоснование хронологии природных событий, выработка усложненной стратиграфической схемы (8 оледенений и 9 межледниковий), расширение палеогеографического аспекта значительно большим числом компонентов природной среды (тип ландшафта, тип и группа лесной флоры, общий состав палинофлоры и экзотов, состав и соотношение географических элементов флоры, район современной концентрации видов ископаемой флоры, миграция лесообразующих пород, макросукцессия палеофитоценозов, незавершенность голоценового межледниковья, ритмичность макросукцессий, длительность межледниковий, природные зоны и их динамика, миграционный характер лесных флор, группы палинологических диаграмм, районирование территории по составу спектров, климат, осадконакопление, изменение уровня водоемов, эволюция палеоводоемов, антропогенный фактор, динамика водного потока, стихийные явления, а также прогноз будущего изменения среды обитания)) и прикладной (рост палинологического обеспечения региона для потребностей крупномасштабной геологической съемки с картиро-

Образец цитирования:

Еловичева ЯК. Палинология Беларуси: метод и научное направление в исследовании отложений гляциоплейстоцена и голоцена. *Журнал Белорусского государственного университета. География. Геология.* 2022;2:3–15. <https://doi.org/10.33581/2521-6740-2022-2-3-15>

For citation:

Yelovicheva YaK. Palynology of Belarus: a method and scientific direction in the study of Glaciopleistocene and Holocene deposits. *Journal of the Belarusian State University. Geography and Geology.* 2022;2:3–15. Russian. <https://doi.org/10.33581/2521-6740-2022-2-3-15>

Автор:

Ядвига Казимировна Еловичева – доктор географических наук, профессор; профессор кафедры физической географии мира и образовательных технологий факультета географии и геоинформатики.

Author:

Yadviga K. Yelovicheva, doctor of science (geography), full professor; professor at the department of physical geography of the world and educational technologies, faculty of geography and geoinformatics. yelovicheva@yandex.ru

ванием разрезов и залежей полезных ископаемых и строительных материалов, ареалов пород и древних экзотов, участие в научных проектах и большая публикативность результатов, применение компьютерных технологий, создание палинологической базы данных, обогащение молодого поколения новейшими знаниями и внедрение их в учебный процесс (создание новых карт и фотоиллюстраций по морфологии, стратиграфии, палеогеографии, палеоэкологии, обновление лекционных пособий и практикумов, учебно-методических комплексов, мультимедийных презентаций)) палинологии Беларуси.

Ключевые слова: палинология; голоцен; гляциоплейстоцен; растительность; климат; природная среда; межледниковье; оледенение.

PALYNOLOGY OF BELARUS: A METHOD AND SCIENTIFIC DIRECTION IN THE STUDY OF GLACIOPLEISTOCENE AND HOLOCENE DEPOSITS

Ya. K. YELOVICHEVA^a

^aBelarusian State University, 4 Niezaliežnasci Avenue, Minsk 220030, Belarus

Studying for 80 years in Belarus the most promising palynological method (high productivity of pollen and spores of plants, their distribution and good preservation in various sediments, high information content of fossil palynomorphs) of the Glaciopleistocene and Holocene strata, made it possible to recreate the development of the natural environment of the last 800 thsd years in a more complicated version according to the chronological record in the continental sediments of paleoreservoirs. The complexity of the research has made an important contribution to the local and long-range correlation of the obtained materials from oceanic or marine bottom formations on the basis of the developed MIS-1 – MIS-19 scale on a geochronological basis. Data from 1300 sections of the region were used in order to provide a promising solution to modern scientific theoretical problems (substantiation of the chronology of natural events, development of a complicated stratigraphic scheme (8 glacials and 9 interglacials), expansion of the paleogeographic aspect by a significantly larger number of natural environment components (landscape type, type and group of forest flora, general composition of palynoflora and exotics, composition and ratio of geographical elements of flora, area of modern concentration of fossil flora species, migration of forest-forming species, macrosuccession of paleophytocenoses, incompleteness of the Holocene interglacial, rhythmicity of macrosuccessions, duration of interglacials, natural zones and their dynamics, migratory nature of forest floras, groups of palynological diagrams, zoning of the territory according to spectra, climate, sedimentation, change of water level, evolution of paleoreservoirs, anthropogenic factor, water flow dynamics, natural phenomena and forecast of future habitat change)) and applied (growth of palynological support of the region for the needs of large-scale geological survey with mapping of sections and deposits of minerals and building materials, areas of rocks and ancient exotics, participation in scientific projects and great publication of results, use of computer technologies, creation of palynological database, enrichment of the younger generation with these latest knowledge and their implementation in the educational process (the creation of new maps and photo illustrations on morphology, stratigraphy, paleogeography, paleoecology, updating lecture aids and workshops, educational and methodological complexes, multimedia presentations)) of the palynology of Belarus.

Keywords: palynology; Holocene; Glaciopleistocene; vegetation; climate; natural environment; interglacial; glacial.

Введение

Спорово-пыльцевой (палинологический) метод, первоначально получивший становление и развитие за рубежом, быстро завоевал признание в научных учреждениях и особенно в пыльцевых лабораториях геологических служб республик бывшего Советского Союза. Возросшая потребность в проведении крупномасштабной геологической съемки в регионах была связана с задачами повышения палинологического обеспечения исследований осадочного чехла, и в частности отложений гляциоплейстоцена – временного интервала длительностью 800 тыс. лет, который отличается наиболее активным преобразованием ландшафта под воздействием нескольких ледниковых покровов и развития палеоводоемов, сохранивших хронологическую летопись природных событий.

Материалы и методы исследования

Освоение палинологического метода в регионах велось при активном изучении местных осадочных пород из керна скважин и естественных обнажений. Отбор породы, ее техническая обработка для выделения пыльцы и спор, их микроскопирование и фотографирование в морфологических целях (на базе

атласов современных растительных микрофоссилий), создание таблиц количественного и процентного содержания микрофоссилий, построение диаграмм и интерпретация полученных результатов, применение последних в различных аспектах осуществлялись в едином ключе учеными двух основных четвертичных школ – московской (Институт географии Российской академии наук, Геологический институт Российской академии наук, Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова) и ленинградской (Ботанический институт имени В. Л. Комарова Российской академии наук) – под руководством ведущих палинологов страны Е. Д. Заклинской, В. П. Гричука, И. М. Покровской, Е. Н. Анановой и их учеников. Изучение более древних отложений (девон – неоген) преимущественно курировалось представителями ленинградской школы.

Результаты исследования

Весьма трудоемкий палинологический метод, являющийся наиболее перспективным среди палеонтологических методов, используется в Беларуси уже почти 80 лет. Однако в настоящее время он нашел научное и практическое применение в значительно большем объеме, чем на стадии становления, в следующих важных аспектах: морфологии пыльцы и спор, стратиграфии, палеогеографии, корреляции.

Морфология пыльцы и спор. Морфологические исследования пыльцы и спор заключаются в описании рецентных и ископаемых (девон – карбон – палеоген – неоген – плейстоцен) микроморф по искусственной и естественной классификациям до вида, рода, семейства; публикации многочисленных зарисовок и микрофотографий древних объектов в открытой печати и производственных отчетах [1]; создании единственного в регионе атласа растительных микрофоссилий плейстоцена и голоцена Беларуси [2] на основе местного фактического спорово-пыльцевого материала, полученного с помощью биологического и сканирующего микроскопов. Богатство и разнообразие видов растений древних эпох, по сравнению с современной флорой региона, наиболее полно отражено в списке состава палинофлоры по основным подразделениям неогена – плейстоцена – голоцена с указанием вымерших, арктобореальных, мезо- и термофильных экзотических таксонов (не встречаются в составе современной флоры региона) в монографических изданиях [3; 4].

Стратиграфия. В рамках данного аспекта осуществляется разработка локальных, региональных и межрегиональных подразделений на уровне создания био- и климатостратиграфических схем на основе нового методического подхода к сплошному отбору проб на анализ (каждые 2–5 см) [1] и выработке детальной микростратиграфии, т. е. дробного подразделения толщ пород на слои и соответствующие им фазы развития растительности на диаграммах [3–6], ввиду возросшей потребности в более реальном отражении сложности развития природной среды, чем это представлялось ранее, при увеличении числа стратотипических и опорных разрезов. От единичных абсолютных датировок пород в локальных разрезах специалисты перешли к серийному датированию осадков всего разреза различными методами, количество которых постоянно повышалось в научных учреждениях стран СНГ и дальнего зарубежья, в особенности при комплексных исследованиях пород. Прежние представления о наличии 4 оледенений (гюнц, миндель, рисс, вюрм) и 3 межледниковий (гюнц-миндель, миндель-рисс, рисс-вюрм) альпийской схемы и позднее существовавшие схемы с их большим числом [4–12; 13, с. 326–327] в настоящее время усложнились до 8 холодных эпох в ранге оледенений и 9 теплых эпох в ранге межледниковий.

Создававшаяся с конца XX в. серия международных климатостратиграфических шкал объемом до 3–4 млн лет на геохронологической основе (изотопно-кислородные, изотопно-углеродные, инсоляционные, палеомагнитные и температурные шкалы, построенные по данным изучения глубоководных океанических (атлантическая, тихоокеанская, индийская шкалы), внутриконтинентальных морских (байкальская, прикаспийская шкалы) отложений и континентальных почвенно-лессовых серий (центральнокитайская, восточноевропейская, украинская шкалы), керна льда (антарктическая, гренландская шкалы), которым свойственно практически непрерывное осадконакопление и льдообразование, а также по данным ESP-датирования отложений с находками моллюсков (малакологическая шкала) и глобально осредненной изотопно-кислородной бентосной записи LR04 в Северном и Южном полушариях Земли) указала на большую сходимости реальных представлений об объеме, существенной сложности и особенностях палеогеографической обстановки последнего временного интервала длительностью 800 тыс. лет – собственно гляциоплейстоцена (МИС-1 – МИС-19). Соответственно, в связи с этим назрела необходимость проведения межрегиональной корреляции природных событий, зафиксированных в морских и океанических толщах с континентальными отложениями (палеоводоемов (озерных, болотных, речных) и почвенных разностей), изученными различными палеонтологическими методами с редким опробыванием пород, малочисленными абсолютными датировками и неполнотой геологической летописи. Практически оценив возрастное положение ископаемой палинофлоры в исследуемых плейстоценовых толщах разрезов, можно соотнести ее с соответствующими МИС и более достоверно определить абсолютный возраст.

Согласно международным рекомендациям (соотнесение гольштейнского (лихвинского, александрийского, мазовецкого, завадовского-2) межледниковья только с 11-м изотопным ярусом, проведение нижней границы гляциоплейстоцена по подошве 19-го изотопного яруса – смене границы палеомагнитной инверсии Матуяма – Брюнес) на территории Беларуси было обосновано наличие и положение в геологическом разрезе (хрон Брюнес) 17 крупных климатических этапов – 8 оледенений (наревского – МИС-18 (670–700 тыс. лет назад), сервечского – МИС-16 (550–610), березинского – МИС-14 (470–480), еселевского – МИС-12 (380–400), яхнинского – МИС-10 (280–340), днепровского – МИС-8 (180–240), сожского – МИС-6 (110–125) и поозерского – МИС-2 – МИС-4 (10,3–80,0 тыс. лет назад)), осложненных стадиями и межстадиалами, и 9 межледниковий (брестского – МИС-19 (700–800 тыс. лет назад), корчевского – МИС-17 (610–670), беловежского – МИС-15 (480–550), ишкольдского¹ – МИС-13 (400–470), александрийского – МИС-11 (340–380), смоленского – МИС-9 (240–280), шкловского – МИС-7 (125–180), муравинского – МИС-5 (80–110), голоценового – МИС-1 (современность – 10,3 тыс. лет назад)), осложненных климатическими оптимумами и межоптимальными похолоданиями. Оледенения и межледниковья строго отвечают самостоятельным изотопным ярусам (за исключением поозерской эпохи (3 яруса)) различной длительности, а последние соответствуют горизонтам в стратиграфических схемах гляциоплейстоцена и голоцена [1; 4].

Проведенные анализ и переоценка уже имеющейся информации в стратотипических и опорных разрезах гляциоплейстоцена, составляющих основу палинологической базы данных региона, показали, что наиболее значимыми для исследователей стали две группы палинологически изученных разрезов.

Первая группа разрезов отличается несколькими климатическими оптимумами (1–4) и разделяющими их похолоданиями (1–2) в течение межледниковых эпох (соответствуют вариабельности кривых подъярусов на международных шкалах), что опровергает точку зрения на однооптимальность последних. Такие редкие разрезы с наличием 2–3 оптимумов (с несколькими макросукцессиями палеофитоценозов на диаграммах) в одном межледниковье выявлены на территории Беларуси (разрезы «Мурава», «Бога-тыревичи», «Гончаровка» (по 3 оптимума муравинского межледниковья), «Дрозды», «Порсы-Маковье» (по 2 оптимума муравинского межледниковья), «Нижнинский Ров», «Марьяннинская Горка», «Ягине-щицы», «Костешы» (по 3 оптимума шкловского межледниковья с абсолютными датировками МИС-7), «Ишкольд» (3 оптимума александрийского и 3 оптимума ишкольдского межледниковий), «Красная Дуброва» (2 оптимума беловежского межледниковья)), России (разрезы «Петрозаводск» (2 оптимума микулинского (муравинского) межледниковья), «Подруднянский», «Акулово», «Конаховка» (по 2–3 оптимума московско-днепровского (шкловского) межледниковья)), Украины (разрезы «Любязь» (3 оптимума прилукского (муравинского) межледниковья), «Вольное» (3 оптимума кайдакского (шкловского) межледниковья), «Тур» (3–4 оптимума завадовского-2 (александрийского) межледниковья)) и др.

Вторая группа разрезов характеризуется одновременным наличием нескольких межледниковий и разделяющих их толщ в виде горизонтов с ледниковыми (морена) или коррелятными им образованиями (пески, супеси, алевриты, почвы и лёссы) в едином геологическом разрезе. Такие наиболее информативные разрезы выявлены на территории Беларуси (разрезы «Ишкольд» (МИС-13 – МИС-11), «Колодежный Ров» (МИС-11 – МИС-7), «Дробишки» (МИС-16 – МИС-14, МИС-8, МИС-6), «Тесновая» (МИС-19, МИС-18, МИС-15)), России (разрезы «Чекалин» (МИС-16 – МИС-8), «Араповичи» (МИС-16 – МИС-1) (по данным Н. С. Болиховской), «Байкал» (МИС-19 – МИС-1) (по данным Е. М. Безруковой), «Варзуга» (МИС-10 – МИС-5) (по данным автора)), Украины (разрезы «Вольное» (МИС-16 – МИС-1), «Тур» (МИС-11), «Любязь» (МИС-5)). Обобщение данных по этим разрезам с полным ритмом седиментогенеза и фаз растительности от оледенения к оледенению и от межледниковья к межледниковью обосновывает непрерывную летопись природных событий геологического прошлого на протяжении нескольких изотопных ярусов для выработки не только локальных био- и климатостратиграфических схем, поднимая их ранг до уровня хроностратиграфических шкал гляциоплейстоцена, основными из которых в настоящее время являются Чекалинская, Араповичская, Байкальская, Нижнинская, Муравинская, Ишкольдская, Краснодубровинская, Колодезская, Варзугская, Петрозаводская, Конаховская, Вольное и др. Как известно, внутриконтинентальный разрез «Фердинандув» в Польше также содержит отложения двух межледниковий (фердинандувского и августовского) с одним типом палинологических диаграмм (шкловским).

Указанные разрезы не только дополняют обоснование периодизации гляциоплейстоцена по крупным межледниковым ритмам с характерными четырьмя группами пыльцевых диаграмм (голоценовой, муравинской, шкловской, александрийской), но и восполняют пробелы тех разделяющих их самостоятельных изотопных ярусов (особенно в раннем и среднем гляциоплейстоцене (МИС-9, МИС-13, МИС-15, МИС-17, МИС-19) с повторением вышеупомянутых основных групп диаграмм), которые не были выделены в предыдущих климатостратиграфических схемах Восточно-Европейской равнины.

¹Здесь и далее названия горизонтов, разрезов и шкал приводятся согласно утвердившемуся в геологической науке написанию и могут не соответствовать современным орфографическим нормам.

Палеогеография. В рамках данного аспекта выполняется реконструкция развития различных компонентов природной среды, число которых заметно увеличилось [1; 4]. На данный момент это следующие компоненты.

1. *Тип палеоландшафта.* По соотношению состава растительности древесного, кустарникового, травянистого (наземного и водно-болотного), напочвенного ярусов различают закрытый (залесенный, лесной) и открытый (нелесной) типы палеоландшафта.

2. *Тип и группа лесной флоры позднего кайнозоя.* Выделены два основных типа лесной флоры – неогеновая субтропическая (N) и плейстоценовая умеренная (Q), а также установлен переход между ее группами: пранеморальная – Q₁ (ранний плейстоцен) → протонеморальная – Q₂ (средний плейстоцен) → неморальная и бореальная – Q₃ (поздний плейстоцен) и Q₄ (голоцен).

3. *Общий состав палинофлоры плейстоцена.* В пределах Беларуси установлены 327 таксонов растений, относящихся к 180 видам, 124 родам из 95 семейств, 6 классов, что позволяет включить ее территорию в Центрально-Русский историко-флористический регион Восточно-Европейской равнины с господством полидоминантных хвойно-широколиственных (Q₁ и Q₂) и олигодоминантных широколиственных (Q₃) лесов. Текущему этапу (Q₃) свойственны становление современного европейского доминиона широколиственно-лесной флоры и выработка его характерных лесных формаций [3; 4].

4. *Состав показательных (экзотических) видов.* Наличие экзотических видов – свидетельство богатства и большого разнообразия межледниковой флоры и присутствия арктобореальной флоры во время оледенений. Закономерность в снижении числа экзотов от неогена к голоцену и приуроченность их состава к определенному временному интервалу устанавливают положение ископаемой палинофлоры в возрастном ряду палеофитоценозов одного из межледниковий. Экзотические элементы, определяющие возрастное положение ископаемой флоры гляциоплейстоцена, чаще всего приурочены к первому оптимуму, а во втором и третьем оптимумах могут быть и не представлены, в связи с чем возникают некоторые проблемы в установлении возраста вмещающих их отложений.

5. *Состав и соотношение географических элементов флоры.* Состав и соотношение восточноазиатских, азиатских, американо-евроазиатских, американо-восточноазиатских, американо-средиземноазиатских, североамериканских, евроазиатских, европейских, тропических и субтропических, панголарктических элементов флоры характеризуют важные этапы ее дифференциации – неогеновый, раннеплейстоценовый (брестский, корчевский, беловежский), среднеплейстоценовый (ишкольдский, александрийский, смоленский, шкловский) и позднеплейстоценовый (муравинский, голоценовый). Особый перигляциальный тип растительности поздне- и раннеледниковья объединял представителей лесной, тундровой и степной флор, произрастающих к северу и югу от территории Беларуси, в горных частях Европы, Дальнего Востока, Японии и Китая. За последние 2,5 тыс. лет современная флора региона обогатилась синантропическими растениями (в том числе хлебными злаками). Заслуживают внимания редко встречаемые растения как реликтовые с эпох оледенений и охраняемые.

6. *Район современной концентрации видов ископаемой флоры.* Положение района современной концентрации видов ископаемой флоры определяется последовательным наложением карт современных ареалов видов растений для установления территории с наибольшим числом совместно произрастающих видов (район концентрации). Направленное смещение районов концентрации от Атлантики к востоку и северо-востоку Европейской равнины по мере омоложения ископаемой флоры отражает постепенный переход от океанического влияния климата на природную среду и повышение континентальности климата межледниковых эпох (примерно с территории Германии) при снижении богатства и разнообразия флоры за счет уменьшения экзотичности.

7. *Миграция лесообразующих пород.* Процесс миграции лесообразующих пород представлен в виде путей распространения ископаемой палинофлоры по мере наступания ледников на территорию Беларуси и сильного обеднения теплолюбивой флоры (сохранялась в южных рефугиумах), обогащения ее бореальными видами, которые формировали лесную флору за счет бетулярного (*Betula*) и хвойного (*Larix*, *Picea*, *Abies* и др.) ценоэлементов. При таянии ледников теплолюбивая лесная флора межледниковий складывалась в результате слияния южного (из Средиземноморья) потока кверцетального ценоэлемента (*Quercus robur*, *Acer tataricum* и др.), западноевропейского (из Центральной и частично Южной Европы) и южноуральского потоков неморального (теневого, умеренно тепло- и влаголюбивого) ценоэлемента (*Carpinus*, *Fagus*, *Tilia*, *Quercus*, *Acer*, *Ulmus* и др.). Постооптимальный этап представлял поток флоры хвойных лесов, а затем бетулярной приледниковой флоры. В будущем при развитии климата нового ледниковья ожидается миграция в регион с севера и северо-востока хвойного и бетулярного ценоэлементов.

8. *Макросукцессия палеофитоценозов.* Отражением макросукцессии палеофитоценозов является смена максимумов древесных пород на диаграммах: позднеледниковье (пыльца травянистых растений) (NAP) с арктобореальными, степными и пустынными элементами, *Betula – Pinus*, нередко с *Larix*, *Hippophaë*) → межледниковье с 1–3 оптимумами и похолоданиями (раннемежледниковье (*Betula – Picea – Pinus + Abies*) → климатический оптимум с полным (*Quercus + Ulmus – Alnus + Corylus – Tilia – Carpinus + Fagus*) и неполным (без граба) сукцессионным рядом → позднемежледниковье

(*Picea + Abies – Pinus – Betula*) → раннеледниковье (*Picea – Pinus – Betula + NAP*, реже с *Larix*, арктобореальными и степными видами) [1; 4; 14]. Наличие закономерной сукцессии палеофитоценозов указывает на захоронение ископаемых палиноморф *in situ* во вмещающих породах и отсутствие их переотложения, подтверждая самостоятельность и неоднократность климатических оптимумов в межледниковые эпохи [1; 4].

9. *Незавершенность молодого голоценового межледниковья.* Сравнение макросукцессий межледниковий и голоцена доказало межледниковый ранг последнего (раннемежледниковье – сосново-еловая тайга (от 10 до 8 тыс. лет назад), атлантический климатический оптимум – смешанные → широколиственные → смешанные леса (от 8 до 5 тыс. лет назад), позднемежледниковье – сосново-еловая тайга (от 5 тыс. лет назад до современности)) и в то же время его незавершенность в связи с отсутствием пока еловой с березой (северная тайга) и березовой (лесотундра и тундра) фаз растительности (необходимо еще около 2 тыс. лет), что предполагает в будущем миграцию в регион елового и бетулярного ценоэлементов при развитии природно-климатического ритма (переход к естественному новейшему оледенению через похолодание климата в конце голоцена).

10. *Ритмичность макросукцессий растительных сообществ.* Ритмичность макросукцессий проявляется в виде тренда мощных ранних оптимумов межледниковий с самыми теплыми показателями и высоким участием мезо- и термофильных пород, а затем постепенным их снижением и переходом к температурному минимуму оледенения. Поскольку ранние оптимумы были более теплыми в климатическом отношении по сравнению с последующими оптимумами, то макросукцессия палеофитоценозов знаменовалась полным циклом развития растительности с термоксиеротической и термогидротической фазами, а во вторые и третьи оптимумы растительность быстрее восстанавливалась после промежуточных похолоданий (на территории Беларуси это смена зон южнотаежных и смешанных лесов широколиственными), и длительность оптимумов (особенно третьего) могла быть небольшой (фазы растительности можно восстановить по 1–2 образцам).

11. *Длительность межледниковых эпох.* Длительность межледниковий зависит от полноты макросукцессионного ряда палеофитоценозов, числа слагающих его оптимумов и похолоданий между ними. С учетом длительности каждого максимума древесной породы в голоцене около 1 тыс. лет на всю сукцессию однооптимального межледниковья с учетом поздне- и раннеледниковья приходилось до 20 тыс. лет, двухоптимального – около 40 тыс. лет, а трехоптимального – примерно 60 тыс. лет.

12. *Природная зона.* Данный компонент реконструируется по аналогии состава субфоссильных пыльцы и спор с поверхности почвы и торфяников как спектров современных растительных зон с палинокомплексами на диаграммах. Перигляциальная зона не имеет аналогов в настоящее время.

13. *Динамика природных зон и миграционный характер лесных флор.* Как динамика природных зон, так и миграционный характер лесных флор связаны с климатической ритмичностью плейстоцен-голоцена (холод → тепло → холод в ранге оледенение → межледниковье → оледенение) согласно периодическому закону географической зональности в равнинной Европе: движение из Скандинавии материковых льдов на юго-восток, юг и юго-запад приводило к миграции имевшихся природных зон с уменьшением их ширины и занимаемой площади. Теплые межледниковые условия и таяние ледников вызывали возвратную миграцию зон на северо-запад и север Европейской равнины в следующей последовательности: арктическая → перигляциальная → тундровая → лесотундровая → таежная → смешанная → широколиственная → лесостепная → степная. При этом зоны вновь расширяли свои площади и обогащались экзотами с юга. Самой молодой зоной евразийского материка является тундровая зона.

14. *Группы палинологических диаграмм.* По наличию повторявшихся в межледниковьях полных (с грабом) и неполных (без граба) рядов макросукцессий выделены следующие группы диаграмм:

- голоценовая – с полным рядом, обратной его направленностью ((*Ulmus + Tilia*) → (*Quercus + Carpinus*)), слабым оптимумом (величина *Quercetum mixtum + Carpinus* составляет до 10–50 %);
- муравинская – с полным рядом, прямой его направленностью ((*Quercus + Ulmus*) → (*Alnus + Corylus*) → *Tilia* → *Carpinus*), четким ранним (величина *Quercetum mixtum + Carpinus* составляет до 80–90 %) и слабыми поздними (величина *Quercetum mixtum + Carpinus* составляет до 10–45 %) оптимумами;
- александрийская – с полным рядом, прямой его направленностью ((*Quercus + Ulmus + Tilia*) → *Carpinus*), слабым оптимумом (величина *Quercetum mixtum + Carpinus* составляет до 10–25 %);
- шкловская – с неполным рядом, прямой его направленностью ((*Quercus + Ulmus*) → *Tilia*), четким оптимумом (величина *Quercetum mixtum* составляет до 35–45 %) [15, р. 17–37; 16].

15. *Районирование территории по составу пыльцевых спектров.* В основу районирования по составу пыльцевых спектров положены различия состава растительности под влиянием смены климата на территории Беларуси и выделение физико-географических провинций (Поозерской (на севере),

Центрально-Белорусской (в центре) и Полесской (на юге)), соответствующих трем основным типам диаграмм и подразделяющихся на подтипы (Западно-Двинский, Вилейско-Дисненский; Свислочский, Неманский, Днепровско-Сожский; Бугско-Припятский, Припятско-Днепровский).

16. *Климат.* Оценка климата проводится по средней июльской, январской, годовой температуре и осадкам (в абсолютном значении или превышении (понижении)) в пределах зональных границ (северных, южных, западных, восточных) растительности современных природных зон, а также по составленным ареалогическим методом (по Гричуку) климатограммам для неогена и плейстоцена, району современной концентрации ископаемых видов с учетом экзотических географических элементов флоры, статистической связи между составом современных спорово-пыльцевых спектров поверхностных проб каждой растительной зоны и составом спектров из отложений позднеледниковья и голоцена.

Межледниковые эпохи в термические максимумы характеризовались значительной теплообеспеченностью по сравнению с современным этапом за счет более высоких зимних температур и увлажненности. Так, средняя температура января на 1–8 °С, а средняя температура июля на 1–3 °С превышала текущие значения, осадков выпадало на 50–1350 мм больше, климат был теплым, умеренно континентальным, с мягкой зимой и жарким летом. В межоптимальные похолодания средняя температура января опускалась на 3–7 °С, а средняя температура июля – на 1–2 °С ниже значений текущего периода, осадков выпадало на 50–150 мм меньше, климат был более континентальным, с теплым летом и прохладной зимой. В ледниковые эпохи климатические показатели были существенно ниже современных (средняя температура января – на 12–16 °С, средняя температура июля – на 15–17 °С, количество осадков – на 500–600 мм), климат отличался значительной суровостью с отрицательным балансом тепла.

Самым теплым и влажным в гляциоплейстоцене было муравинское межледниковье. Преобладающие мезо- и термофильные древесные породы сформировали зону многоярусных широколиственных лесов на огромной площади Восточно-Европейской равнины (их северная граница доходила до Санкт-Петербурга) и в Западной Сибири, границы смешанной и таежной зон продвигались еще дальше к северу, тайга располагалась у морского побережья, исчезали арктическая зона и тундра.

Наиболее прохладным межледниковьем является голоценовое межледниковье. В атлантический оптимум широколиственные формации также имели максимальное развитие, но с меньшим участием представителей теплолюбивых пород (величина *Quercetum mixtum* + *Carpinus* не превышала 10–35 %), флора региона не содержала экзотов, формировалась в умеренно континентальном, теплом и влажном климате с умеренно мягкой зимой. Юг современного Полесья представляет зону смешанных лесов, а север – южнотаежных.

Максимумом холода отличалось поозерское оледенение (в оршанскую стадию). Величины температуры и осадков были существенно ниже современных, климат характеризовался большей континентальностью и значительной суровостью при минимальной в плейстоцене площади распространения ледникового покрова (север Беларуси): арктическая зона и тундра развиты вблизи ледника, лесотундра – в центре, тайга – на юге.

Наибольшая площадь распространения свойственна днепровскому леднику (до района Каневских дислокаций на территории Украины). Отмеченное на конец 2020 г. превышение температуры (на 1,0–1,5 °С) и сухости климата (скоротечное «глобальное потепление климата» – второй оптимум голоцена?) не привело пока к миграции природных зон в регионе (выделена только аграрная зона на юго-западе) при продвижении тайги и лесотундры на север Восточно-Европейской равнины.

17. *Осадконакопление в водоемах.* Осадконакопление устанавливается на основе стратификации в разрезах озерных, болотных, речных, почвенных отложений по фазам развития растительности. В поздне- и раннеледниковья в водоемах обычно осаждался кластогенный материал (пески, глины, суглинки, супеси, илы, алевролиты, реже смешанный сапропель). Межледниковые образования палеоводоемов представлены старичными, озерными, болотными, аллювиальными осадками мощностью от 0,3 до 100,0 м (сапропель тонко- и грубодетритовый, кремнеземистый, ил глинистый, торф, алевролит, карбонатные осадки (мергель, известь озерная, сапропель известковистый, диатомит – преимущественно в муравинское и александрийское межледниковья), гумусированные суглинки и супеси, гиттия, дью).

Отдельные древние водоемы характеризовались более сложным осадконакоплением: на протяжении двух- и трехоптимальных межледниковий озерный цикл мог повторяться неоднократно наряду с изменением типов осадков; сменяться болотным, а затем вновь становиться озерным; быть неизменным и представленным одним типом осадков на протяжении всего времени существования водоема. В современных озерных котловинах в субатлантике-3 прослеживается снижение мощности осадков и скорости их накопления как отражение завершения ритма седиментогенеза в конце голоценового межледниковья, а также смена типов садки сапропеля как отражение антропогенного воздействия на природную среду водоемов.

Погребенные почвы формировались с разных временных интервалов голоцена. Они не обладают полнотой всего геологического разреза с непрерывным процессом педогенеза (кроме торфяного), но более информативны в проявлении локальных факторов.

Большинство изученных разрезов с разновозрастными отложениями древнейших межледниковий показали, что максимальное число палеоозер и палеоболот приходилось на первый оптимум межледниковий, значительно меньшее – на второй, реже третий оптимум, что зависело от сформированной ледником в рельефе глубины палеокотловины, вмещавшей осадки разной мощности, и степени ее последовательного заполнения от оптимума к оптимуму (т. е. озерность была максимальной в ранний оптимум).

Мелкие палеокотловины достаточно быстро в течение одного (как правило, раннего) оптимума заполнялись озерными и болотными осадками, становились погребенными по мере зарастания озер и перехода их в болота. Низинные болота переходили в стадию верховых, осадки в них активно не накапливались, а следовательно, отсутствовала информация о дальнейшей истории палеоландшафта.

Глубокие палеокотловины накапливали значительно бóльшие мощности осадков, которые после первого оптимума и промежуточного похолодания продолжали непрерывно формироваться на протяжении второго и третьего оптимумов того же межледниковья, проходя полный и сложный цикл седиментогенеза за межледниковую эпоху, и становились погребенными только под перигляциальными и гляциальными образованиями наступавшего впоследствии ледника. Поэтому мощные озерные и болотные толщи глубоководных палеокотловин являлись более информативными (садка в них непрерывна от конца предыдущего оледенения (позднеледниковье)) в течение всей сложной межледниковой эпохи до начала последующего оледенения (раннеледниковье).

18. Изменение уровня водоемов. Колебание уровня водоемов прослеживается по соотношению состава водной, болотной и наземной травянистой растительности с закономерной сукцессией (сменой зон или полос) от берега водоема до максимальной глубины проникновения света в нем и действия процесса фотосинтеза: земноводные → прибрежные → надводные (полупогруженные – «второй берег» тростниково-камышовой полосы озера → с плавающими на поверхности листьями, цветущие над водой и прикрепленные к грунту → свободно плавающие на поверхности воды и в ее толще и не прикрепленные к грунту → полностью погруженные в воду, прикрепленные к грунту и выдвигающие на поверхность только цветы (рдесты)) → полностью погруженные растения (водоросли и мхи).

Большая амплитуда уровня воды свойственна мелководным озерам и малым рекам, меньшая – глубоководным водоемам и крупным рекам. Прибрежные разрезы более четко отражали колебание воды по сравнению с разрезами, удаленными от берега и находящимися на большей глубине. За время существования озер уровень воды в них имел тренд к повышению от низкого к максимальному (с различной вариабельностью) и последующему снижению. Максимальные значения влажности и увеличения водной массы отмечались в аллереде, пребореале-2, атлантике-1, суббореале-2, минимальные – в аллереде, интервале дриас-3 – пребореал + бореал [15, p. 17–37; 17].

Этапы развития речной долины и колебания уровня воды в голоцене отражает закономерная смена сукцессий растительности: русло → прибрежная часть русла → прирусловая пойма → центральная пойма → притеррасная пойма → старица. Уровни рек и озер имели тенденцию к снижению в конце межледниковий, таким образом, наблюдаемое сейчас их обмеление объясняется не только большим потреблением воды в хозяйственных целях. В целом речные разрезы крупных водных систем гляциоплейстоцена, как постоянно действующие водотоки с начала неогена, должны быть более информативны, чем озерные и болотные, но историю развития компонентов ландшафта по ним можно проследить лишь по толщам образований заросших меандр и погребенных почв (возрастные «цепочки» межледниковий), так как непосредственно русловые накопления несут в себе переотложенный органогенный материал и в определенной степени затрудняют установление истинного возраста аллювия.

19. Эволюция палеоозер, палеоболот, прудолин. Эволюция палеоводоемов восстанавливается по смене растительности палеоводоемов. Одни из них начали существовать с позднеледниковья, другие существовали на протяжении межледниковий и завершали свой цикл в раннеледниковое время по мере заполнения их котловин осадками и погребения под отложениями последующих оледенений и межледниковий. В голоценовых озерах и болотах осадконакопление все еще продолжается. Глубоководные водоемы постепенно зарастали и становились мелководными до окончания межледниковья либо были сравнительно недолговечными и переходили в болота, выражая смену озеро → зарастающее озеро → болото (низинное травяное → переходное со смешанной растительностью → верховое моховое сфагновое) → болото лесное с болотной сосной, березой и кустарниками с признаками «физиологической сухости» → суходольные луга. Отдельные водоемы претерпели более сложный ритм седиментогенеза:

озёро → болото (с бореала по субатлантику-3) → озеро, что предполагает перспективу восстановления пересохших болот в результате проведенной мелиорации [15, р. 17–37].

Различия в содержании биогенных элементов и органических веществ в пресных водах континентальных озер позволяют выделить олиготрофные (глубокие ранне- и позднеледниковые), мезотрофные (раннемежледниковые и оптимумов), эвтрофные (оптимальных этапов) и дистрофные (зарастающие в разные этапы межледниковья) озера.

Формирование современных торфяников Беларуси, начавшееся частично в поозерское позднеледниковье, но преимущественно с раннего голоцена, продолжается и в настоящее время, т. е. возраст торфяников составляет не менее 10 тыс. лет. Этапы активного заболачивания территории проявились в бореале-2, атлантике-2 и суббореале-2 при заметном увлажнении климата.

20. Влияние антропогенного фактора. Воздействие данного фактора на естественный фитоценотический процесс выражено на диаграммах повышением роли трав начиная уже с 2,5 тыс. лет назад. Оно отображает процесс трансформации ландшафтов: увеличение площадей открытых мест с наземной травяной растительностью из полыней, маревых, злаковых, ксерофитов под сельскохозяйственные угодья и промышленные объекты за счет снижения лесистости территории, сокращение ареалов и исчезновение холодостойких и умеренно влаголюбивых видов (в том числе гибель еловых насаждений), рост числа редко встречаемых и исчезнувших растений Красной книги наряду с обогащением флоры южными ксероморфными видами, синантропами [1; 4]. Не менее важен фактор масштабного потепления климата на 1,5 °С по сравнению с 1970-ми гг. и увеличения его сухости [1; 4; 15].

21. Динамика водного потока. Отражением динамичных процессов водного потока и явлений природы могут быть прибрежная и донная эрозия, склоновый размыв и снос минерального вещества в котловины и долины при распаивании склонов, изменяющие в них тип осадков, а также процессы перемыва и переотложения осадков, перерывы в седиментогенезе наряду с малой скоростью потока и спокойным напластованием осадков и др. Переотлагаемый комплекс микрофоссилий выделяется по степени их сохранности (зерна плоские, с металлическим блеском, разорванные), темному цвету, возрасту объектов (каменноугольные, девонские, неогеновые на фоне молодых плейстоценовых), органическим формам (мозолистые тела), фону препарата (наличие пелитовых и крупнопесчаных частиц), резким пикам числа видов в составе спектров и т. п. Перерывы в осадконакоплении фиксируются по следам разрушений осадка ожелезнением, мелким неровностям, сверлениям и прикреплениям организмов, примеси терригенного материала в карбонатных породах и переотложению частиц подстилающих отложений в виде брекчии [1; 4].

22. Стихийные явления (пожары, ураганы, ветровая эрозия; затопления, намывы песков). Стихийные явления можно определить по массовым скоплениям угольных частиц в кровле торфа (следы пожаров на болотах) либо присутствию их по всему разрезу (следы лесных пожаров), по намыву минерального (пелитового) и органического (в виде мельчайшего детрита) материала (результат ураганов и мощных ветровых эрозий), разрушению древесины и других растительных остатков (последствие затопления, водных стихий и пр.), а также по крупнопесчаным частицам, разорванным, плоским и темным микрофоссилиям, мозолистым органическим телам. Они способны придать намытым толщам вид гумусированных слоев [1; 4].

Корреляция. Широко применяемая учеными школы академика Г. И. Горещкого корреляция природных событий проводится по результатам комплексных научных исследований на основе сопряженного анализа [18], что позволило данные палинологического метода тесно увязать не только с методами абсолютного датирования (радиоуглеродным (^{14}C), термолюминесцентным, урановым, уран-ториевым, свинцовым, калий-аргоновым, рубидий-стронциевым, кальциевым, осмиевым и др.), но и с другими методами относительной геохронологии, палеонтологическими (флористическими и фаунистическими) и непалеонтологическими во временном и территориальном аспектах [4; 19]. В связи с этим назрела необходимость проведения межрегиональной корреляции природных событий, зафиксированных в морских и океанических толщах, с континентальными отложениями палеоводоемов (см. таблицу).

Мониторинг геологических разрезов гляциоплейстоцена и голоцена, изученных палинологическим методом, позволил создать единственную в Беларуси палинологическую базу данных (ПБД), которая в настоящее время содержит около 1300 диаграмм, представляющих собой хронологическую летопись событий и природное наследие региона [16; 20; 21]. Ее издание Я. К. Еловичевой и Е. Н. Дрозд в виде шеститомной монографии по разрезам бассейнов рек было начато в 2018 г. В настоящий момент вышли из печати первые три тома («Западный Буг и Нарев» (2018), «Западная Двина» (2020) и «Неман» (2022)). На ближайшие годы (2023–2024) запланирован выпуск оставшихся трех томов («Днепр», «Припять» и «Справочник палинологически изученных разрезов ПБД Беларуси»).

Корреляция стратиграфических схем гляциолейстоцена Беларуси, Польши, Украины и России
Correlation of stratigraphic schemes of the Glacialeistocene of Belarus, Poland, Ukraine and Russia

Ярусы и горизонты	Беларусь (по Еловичевой)	Польша (по Линднеру)	Украина (по Еловичевой)	Россия (по Болиховской)
1 – igl	Голоценовый	Голоцен	Голоцен	Голоценовый
2–4 – gl	Поозерский	Висла	Валдайский	Валдайский
5 – igl	Муравинский	Эм	Прилукский	Микулинский
6 – gl	Сожский	Варта	Тясминский	Московско-днепровский
7 – igl	Шкловский	Любава	Кайдакский	Черепетский
8 – gl	Днепровский	Одра	Днепровский	Жиздринский
9 – igl	Смоленский	Збуйно	Потягайловский	Чекалинский
10 – gl	Яхнинский	Ливец	Орельский	Калужский
11 – igl	Александрийский	Мазовше	Завадовский-2	Лихвинский
12 – gl	Еселевский	Брок	Завадовский-1/2	
13 – igl	Ишкольдский	Мронгово	Завадовский-1	Ожский
14 – gl	Березинский	Сан-2	Тигульский	
15 – igl	Беловежский	Фердинандув	Лубенский	Мучкапский
16 – gl	Сервечский	Сан-1	Сульский	Донской
17 – igl	Корчевский	Малополье	Маргоношский	Семилукский
18 – gl	Наревский	Нида	Приазовский	Девичий
19 – igl	Брестский	Подлясье/Августов	Широкинский	Гремячевский
20–36		Нарев	Ильчевский	

Примечания: 1. Наревские оледенения в Беларуси и Польше разновозрастны. 2. Используемые обозначения: igl – межледниковый горизонт; gl – ледниковый горизонт.
3. Межледниковые горизонты выровнены по правому краю и выделены полужирным начертанием.

Большое распространение и хорошая сохранность в породах ископаемых палиноморф, а также их высокая информативность в различных аспектах внесли важный вклад в познание эволюции и фиторазнообразия (водного и наземного) территории Беларуси и сопредельных стран за последние 400 млн лет (с девонского периода), особенно в течение гляциоплейстоцена, а проявление уже на протяжении последних 2,5 тыс. лет (субатлантический период) процесса трансформации компонентов природы под влиянием современной цивилизации дало возможность прогнозировать следующие сценарии их изменения в будущем: 1) продолжение глобального потепления в ранге второго или третьего оптимума текущего голоценового межледниковья (соответственно, ожидание динамики природных зон, усложнение агроклиматического районирования путем выделения новых зон, оспаривание необходимости проведения работ по проектам посадки темнохвойных пород при потеплении и сухости климата) [1; 4]; 2) завершение голоценового межледникового цикла переходом к похолоданию и последующему новейшему оледенению; 3) конец антропоцена (завершение гляциоплейстоцена как всего лишь последней трети позднего кайнозоя) и наступление нового природного феномена – очередного потепления климата планеты Земля глобального масштаба со значительно более высокой температурой по сравнению с межледниковьями квартала нашего региона. Происходящие на глазах современной цивилизации резкая смена климата, активизация вулканической деятельности, увеличение числа ураганов, частоты и разрушительной силы цунами, снижение биоразнообразия аналогичны проявлениям глобального катаклизма в древние геологические эпохи (кембрий – начало ордовика, средний и поздний силур – ранний и средний девон, поздняя пермь – триас – средняя юра, средний и поздний мел – ранний палеоген, или палеоцен).

Разностороннее использование палинологических данных в научных и практических целях отражает высокую степень обеспечения территории региона изученными разновозрастными разрезами с картированием их местонахождений, находок залежей каменного угля, нефти, торфа, строительных материалов, ареалов древних экзотических видов растений [1; 4], а также с изготовлением из пыльцы и спор различных натуральных лекарственных средств. Результаты научных исследований имеют важное практическое значение как для дальнейшего перспективного развития палинологического направления в науке, сопровождающегося все большим применением компьютерных технологий [22], созданием новых картографических и иллюстративных фотоматериалов в морфологии, стратиграфии, палеогеографии, палеоэкологии в целях повышения объективности наших знаний об эволюции природы Земли, так и для внедрения всего вышеперечисленного в учебный процесс (дополнение новым материалом учебников, учебных пособий, курсов лекций и практикумов, учебно-методических комплексов, мультимедийных презентаций и пр.) в целях обеспечения более качественного школьного (краеведение, туризм) и университетского высшего географического образования.

Заключение

Таким образом, на территории Беларуси на протяжении XX и XXI вв. отмечается большой вклад палинологии в развитие географических и геологических исследований. Новый взгляд специалистов на изменения в стратиграфии и палеогеографии гляциоплейстоцена убеждает в реальности разработанного варианта региональной стратиграфической схемы Беларуси и позволяет на качественном уровне провести межрегиональную корреляцию природных событий на территории прежде всего Центральной и Восточной Европы, а также Северного полушария в целом. Предстоящая работа специалистов стратиграфов и палеогеографов заключается в детальном палинологическом изучении отложений из разрезов керна скважин и естественных обнажений, разработке критериев определения их возраста и степени экзотичности флоры межледниковий, сходных по макросукцессионному ряду и типу пыльцевых диаграмм; подтверждении числа и длительности климатических оптимумов межледниковых эпох; выделении и установлении ранга похолоданий (самостоятельные ледниковья, разделявшие межледниковые эпохи, или только межоптимальные интервалы внутри межледниковий); восполнении пробелов геологической летописи (особое внимание должно быть уделено разрезам со сложным седиментационным циклом и наличием нескольких межледниковых горизонтов); подтверждении возраста межледниковых толщ и ледниковых комплексов данными различных палеонтологических методов и абсолютной геохронологии.

Важным шагом в этом процессе является подготовка молодых кадров (включение результатов полевых работ студентов в научные исследования современных и древних водоемов Беларуси, сбор фактического полевого материала для защиты дипломных работ, дальнейшее обучение в магистратуре и аспирантуре). Это обеспечит перспективное решение современных проблем теоретической и прикладной палинологии региона, а также обогащение новейшими знаниями молодого поколения.

Белорусская наука вправе может гордиться значимостью и научными достижениями (даже в периоды малого финансирования) развитого в республике палинологического метода, его практическим использованием среди специалистов стран ближнего и дальнего зарубежья в различных аспектах, признанием высоких результатов участия отечественных ученых в совместных научных проектах и большой долей цитирования авторских работ в изданиях мирового уровня.

Библиографические ссылки

1. Еловичева ЯК. *Эволюция природной среды антропогена Беларуси (по палинологическим данным)*. Минск: БелЭнс; 2001. 292 с.
2. Еловичева ЯК. *Растительные микрофоссилии плейстоцена и голоцена Беларуси*. Минск: БГУ; 2005. 282 с.
3. Махнач НА, Еловичева ЯК, Бурлак АФ, Рылова ТБ. *Флора и растительность Белоруссии в палеогеновое, неогеновое и антропогенное время (по данным палинологического анализа)*. Минск: Наука и техника; 1981. 106 с.
4. Еловичева ЯК. *Палинология Беларуси (к 100-летию Белорусского государственного университета)*. Минск: БГУ; 2018. 831 с.
5. Цапенко ММ, Махнач НА. *Антропогенные отложения Белоруссии*. Минск: Издательство Академии наук БССР; 1959. 225 с.
6. Вознячук ЛН. Основные стратиграфические подразделения четвертичных отложений. В: Голубцов ВК, редактор. *Материалы по стратиграфии Белоруссии*. Минск: Наука и техника; 1981. с. 137–151.
7. Вознячук ЛН, Шулия КС. Абсолютная геохронология позднего антропогена Белоруссии и Литвы. В: Афанасьев ГД, Виноградов АП, Овчинников ЛН, Герлинг ЭК, Пекарская ТБ, редакторы. *Определение абсолютного возраста рудных месторождений и молодых мамятических пород (XVIII сессия)*. Москва: Наука; 1976. с. 280–285.
8. Вознячук ЛН, Пузанов ЛТ. Четвертичный период. В: Леонович ПА, Махнач АС, Свержинский АИ, редакторы. *Белорусская ССР. Геологическое описание*. Москва: Недра; 1971. с. 416–430 (Сидоренко АВ, редактор. Геология СССР; том 3).
9. Величквич ФЮ, Зерницкая ВП, Крутоус ЭА, Матвеев АВ, Нечипоренко ЛА, Рылова ТБ и др. Четвертичный период (квартер). В: Матвеев АВ, редактор. *Палеогеография кайнозоя Беларуси*. Минск: Институт геологических наук НАН Беларуси; 2002. с. 75–143.
10. Гурский БН, Махнач НА, Левков ЭА, Матвеев АВ, Еловичева ЯК, Хурсевич ГК и др. Стратиграфическая схема четвертичных (антропогенных) отложений Белоруссии. В: Кузнецов ВА, редактор. *Проблемы изучения земной коры Белоруссии и сопредельных территорий. Доклады белорусских геологов на XXVII сессии Международного геологического конгресса; 4–14 августа 1984 г.; Москва, СССР*. Минск: Наука и техника; 1986. с. 30–37.
11. Горецкий ГИ. *Аллювиальная летопись великого пра-Днепра*. Москва: Наука; 1970. 491 с.
12. Горецкий ГИ. *Особенности палеопотамологии ледниковых областей (на примере Белорусского Понеманья)*. Минск: Наука и техника; 1980. 288 с.
13. Величквич ФЮ, Дерюго ГВ, Зерницкая ВП, Илькевич ГИ, Левицкая РИ, Литвинюк ГИ и др. Четвертичная система (квартер). В: Махнач АС, Горецкий РГ, Матвеев АВ, Аношко ЯИ, Илькевич ГИ, Конищев ВС и др., редакторы. *Геология Беларуси*. Минск: Институт геологических наук НАН Беларуси; 2001. с. 325–386.
14. Еловичева Я, де Белио Ж-Л, Грюгер Э, Калнина Л, Лийвранд Э, Хомутова В и др. *Макросукцессии палеофитоценозов эемского межледниковья в Европе (по палинологическим данным)*. Минск: БГУ; 2006. 110 с.
15. Tarasov PE, Pushenko MYa, Harrison SP, Saarse L, Andreev AA, Aleshinskaya ZV, et al. *Lake status records from the former Soviet Union and Mongolia: documentation of the second version of the database*. Boulder: World Data Center; 1996. 224 p. (Paleoclimatology publication series; report No. 5).
16. Еловичева ЯК, Дрозд ЕН. Использование палинологической базы данных для целей стратиграфии и палеогеографии плейстоцена и голоцена Беларуси. В: *Региональная физическая география в новом столетии. Выпуск 3*. Минск: БГУ; 2008. с. 207–220.
17. Еловичева ЯК. Возраст и условия формирования погребенных почв в разрезе у д. Стайки по данным палинологических исследований. *Журнал Белорусского государственного университета. География. Геология*. 2017;1:137–145.
18. Еловичева ЯК, Санько АФ. *Академик Г. И. Горецкий и его научная школа по четвертичной геологии: к 115-летию со дня рождения Гаврилы Ивановича Горецкого (1900–1988)*. Минск: Колорград; 2015. 144 с.
19. Еловичева ЯК. Инновационные технологии в познании истории развития природной среды Беларуси и смежных регионов. В: Базекин АВ, Войтов ИВ, Горбач АН, Дедков СМ, Демьяненко АВ, Драгун ВС и др., редакторы. *Инновационные технологии и системы. Материалы международного форума; 26–30 сентября 2006 г.; Минск, Беларусь*. Минск: БелИСА; 2006. с. 108–110.
20. Махнач НА, Кадацкий ВБ. Перфокартотека палинологических данных из четвертичных отложений Белоруссии. В: Кузнецов ВА, редактор. *Геология и геохимия антропогена Белоруссии*. Минск: Наука; 1974. с. 63–72.
21. Еловичева ЯК, Леонова АГ, Дрозд ЕН. *Палинологическая база данных Беларуси. Часть 1. Поозерское позднеледниковье и голоцен*. Минск: БГУ; 2008. 402 с. Совместное издание с «Белгео».
22. Писарчук НМ, Козлов ЕА, Еловичева ЯК. Информационные технологии в палинологии. В: *Информатизация образования – 2010: педагогические аспекты создания информационно-образовательной среды. Материалы Международной научной конференции; 27–30 октября 2010 г.; Минск, Беларусь = Informatization of education – 2010: pedagogical aspects of the development of information educational environment. Proceedings of the International scientific conference; 2010 October 27–30; Minsk, Belarus*. Минск: БГПУ; 2010. с. 380–383.

References

1. Yelovicheva YaK. *Evolutsiya prirodnoi sredy antropogena Belarusi (po palinologicheskim dannym)* [Evolution of the natural environment of the Anthropogene of Belarus (by palynological data)]. Minsk: Belsens; 2001. 292 p. Russian.
2. Yelovicheva YaK. *Rastitel'nye mikrofosfilii pleistotsena i golotsena Belarusi* [Plant microfossils of the Pleistocene and Holocene of Belarus]. Minsk: Belarusian State University; 2005. 282 p. Russian.
3. Makhnach NA, Yelovicheva YaK, Burlak AF, Rylova TB. *Flora i rastitel'nost' Belorussii v paleogenovoe, neogenovoe i antropogenovoe vremya (po dannym palinologicheskogo analiza)* [Flora and vegetation of Belarus in the Paleogene, Neogene and Anthropogenic time (according to palynological analysis)]. Minsk: Nauka i tekhnika; 1981. 106 p. Russian.
4. Yelovicheva YaK. *Palinologiya Belarusi (k 100-letiyu Belorusskogo gosudarstvennogo universiteta)* [Palynology of Belarus (to the 100th anniversary of the Belarusian State University)]. Minsk: Belarusian State University; 2018. 831 p. Russian.

5. Tsapenko MM, Makhnach NA. *Antropogenovye otlozheniya Belorussii* [Anthropogenic deposits of Belarus]. Minsk: Publishing House of the Academy of Sciences of the BSSR; 1959. 225 p. Russian.
6. Voznyachuk LN. [The main stratigraphic units of the Quaternary deposits]. In: Golubtsov VK, editor. *Materialy po stratigrafii Belorussii* [Materials on the stratigraphy of Belarus]. Minsk: Nauka i tekhnika; 1981. p. 137–151. Russian.
7. Voznyachuk LN, Shuliya KS. [Absolute geochronology of the Late Anthropogene of Belarus and Lithuania]. In: Afanas'ev GD, Vinogradov AP, Ovchinnikov LN, Gerling EK, Pekarskaya TB, editors. *Opredelenie absol'yutnogo vozrasta rudnykh mestorozhdenii i molodykh magmaticheskikh porod (XVIII sessiya)* [Determination of the absolute age of ore deposits and young igneous rocks (18th session)]. Moscow: Nauka; 1976. p. 280–285. Russian.
8. Voznyachuk LN, Puzanov LT. [Quaternary period]. In: Leonovich PA, Makhnach AS, Sverzhinskii AI, editors. *Belorusskaya SSR. Geologicheskoe opisaniye* [Belarusian SSR. Geological description]. Moscow: Nedra; 1971. p. 416–430 (Sidorenko AV, editor. *Geologiya SSSR*; volume 3). Russian.
9. Velichkevich FYu, Zernitskaya VP, Krutous EA, Matveev AV, Nechiporenko LA, Rylova TB, et al. [Quaternary period (Quarter)]. In: Matveev AV, editor. *Paleogeografiya kainozoya Belarusi* [Paleogeography of the Cenozoic of Belarus]. Minsk: Institute of Geological Sciences of the National Academy of Sciences of Belarus; 2002. p. 75–143. Russian.
10. Gurskii BN, Makhnach NA, Levkov EA, Matveev AV, Yelovicheva YaK, Khursevich GK, et al. [Stratigraphic scheme of Quaternary (Anthropogenic) deposits of Belarus]. In: Kuznetsov VA, editor. *Problemy izucheniya zemnoi kory Belorussii i sopredel'nykh territorii. Doklady belorusskikh geologov na XXVII sessii Mezhdunarodnogo geologicheskogo kongressa; 4–14 avgusta 1984 g.; Moskva, SSSR* [Problems of studying the Earth's crust of Belarus and adjacent territories. Reports of Belarusian geologists at the 27th session of the International geological congress; 1984 August 4–14; Moscow, USSR]. Minsk: Nauka i tekhnika; 1986. p. 30–37. Russian.
11. Goretskii GI. *Allyuvial'naya letopis' velikogo pra-Dnepra* [Alluvial chronicle of the great proto-Dnieper]. Moscow: Nauka; 1970. 491 p. Russian.
12. Goretskii GI. *Osobennosti paleopotamologii lednikovyykh oblastei (na primere Belorusskogo Poneman'ya)* [Peculiarities of the paleopotamology of glacial regions (on the example of the Belarusian Ponemanye)]. Minsk: Nauka i tekhnika; 1980. 288 p. Russian.
13. Velichkevich FYu, Deryugo GV, Zernitskaya VP, Il'kevich GI, Levitskaya RI, Litvinyuk GI, et al. [Quaternary system (Quarter)]. In: Makhnach AS, Garetskii RG, Matveev AV, Anoshko YaI, Il'kevich GI, Konishchev VS, et al., editors. *Geologiya Belarusi* [Geology of Belarus]. Minsk: Institute of Geological Sciences of the National Academy of Sciences of Belarus; 2001. p. 325–386. Russian.
14. Yelovicheva Ya, de Belio Zh-L, Gryuger E, Kalnina L, Liivrand E, Khomutova V, et al. *Makrosuksessii paleofitotsenozov eemskogo mezhdlednikov'ya v Evrope (po palinologicheskim dannym)* [Macrosuccessions of paleophytocenoses of the Eem interglacial in Europe (by palynological data)]. Minsk: Belarusian State University; 2006. 110 p. Russian.
15. Tarasov PE, Pushenko MYa, Harrison SP, Saarse L, Andreev AA, Aleshinskaya ZV, et al. *Lake status records from the former Soviet Union and Mongolia: documentation of the second version of the database*. Boulder: World Data Center; 1996. 224 p. (Paleoclimatology publication series; report No. 5).
16. Yelovicheva YaK, Drozd EN. [The use of a palynological database for the purposes of stratigraphy and paleogeography of the Pleistocene and Holocene of Belarus]. In: *Regional'naya fizicheskaya geografiya v novom stoletii. Vypusk 3* [Physical geography in the new century. Issue 3]. Minsk: Belarusian State University; 2008. p. 207–220. Russian.
17. Yelovicheva YaK. Age and conditions of the formation of the buried soils in the Stajki section by palynological studies. *Journal of the Belarusian State University. Geography and Geology*. 2017;1:137–145. Russian.
18. Yelovicheva YaK, Sanko AF. *Akademik G. I. Goretskii i ego nauchnaya shkola po chetvertichnoi geologii: k 115-letiyu so dnya rozhdeniya Gavrily Ivanovicha Goretskogo (1900–1988)* [Academician G. I. Goretsky and his scientific school on Quaternary geology: to the 115th anniversary of the birth of Gavril Ivanovich Goretsky (1900–1988)]. Minsk: Kolorgrad; 2015. 144 p. Russian.
19. Yelovicheva YaK. [Innovative technologies in understanding the history of the development of the natural environment in Belarus and adjacent regions]. In: Bazekin AV, Voitov IV, Gorbach AN, Dedkov SM, Dem'yanenko AV, Dragun VS, et al., editors. *Innovatsionnye tekhnologii i sistemy. Materialy mezhdunarodnogo foruma; 26–30 sentyabrya 2006 g.; Minsk, Belarus'* [Innovative technologies and systems. Proceedings of the International forum; 2006 September 26–30; Minsk, Belarus]. Minsk: Belarusian Institute for System Analysis and Information Support of the Scientific and Technical Sphere; 2006. p. 108–110. Russian.
20. Makhnach NA, Kadatskii VB. [Punched card file of palynological data from the Quaternary deposits of Belarus]. In: Kuznetsov VA, editor. *Geologiya i geokhimiya antropogena Belorussii* [Geology and geochemistry of the Anthropogene of Belarus]. Minsk: Nauka; 1974. p. 63–72. Russian.
21. Yelovicheva YaK, Leonova AG, Drozd EN. *Palinologicheskaya baza dannykh Belarusi. Chast' 1. Poozerskoye pozdnelednikov'e i golotsen* [Palynological database of Belarus. Part 1. Poozerskoye Late Glacial and Holocene]. Minsk: Belarusian State University; 2008. 402 p. Co-published by the «Belgeo». Russian.
22. Pisarchuk NM, Kozlov EA, Yelovicheva YaK. [Information technologies in palynology]. In: *Informatization of education – 2010: pedagogical aspects of the development of information educational environment. Proceedings of the International scientific conference; 2010 October 27–30; Minsk, Belarus*. Minsk: Belarusian State Pedagogical University named after Maxim Tank; 2010. p. 380–383. Russian.

Получена 08.02.2022 / принята 04.07.2022.
Received 08.02.2022 / accepted 04.07.2022.