

ВКЛАД ПАЛИНОЛОГИИ В РАЗВИТИЕ ЛИМНОЛОГИИ И ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В БЕЛАРУСИ

Еловичева Я. К.

*Белорусский государственный университет,
г. Минск, Республика Беларусь, e-mail: yelovicheva@yandex.ru*

Изучение донных отложений озер региона методом палинологического анализа позволило в значительной мере расширить число восстановленных компонентов природной среды в голоцене и гляциоплейстоцене, что показало возможности данного метода при реконструкции природной среды во времени и пространстве и возросшую роль географических исследований в стране.

Ключевые слова: палинологический анализ; озерные осадки; голоцен; Беларусь.

CONTRIBUTION OF PALYNOLOGY IN THE EVOLUTION OF LIMNOLOGY AND GEOGRAPHICAL RESEARCHS IN BELARUS

Yelovicheva Y. K.

*Belorussian State University,
Minsk, Republic of Belarus, e-mail: yelovicheva@yandex.ru*

The study of bottom sediments of lakes in the region by the method of palynological analysis made it possible to significantly expand the number of restored components of the natural environment in the Holocene and Glaciopleistocene, which showed the possibilities of this method in reconstructing the natural environment in time and space and the increased role of geographical research in the country.

Keywords: palynological metod; lake sediments; Holocene; Belarus.

Многолетние исследования донных осадков современных (позднеледниково-голоценовых и собственно голоценовых) озер возрастом соответственно около 14 и 10 тыс. лет после отступления поозерского ледника с территории региона и отложений гляциоплейстоценовых (9 межледниковых, 8 ледниковых, а также межстадиальных, стадиальных, ранне- и поздне-ледниковых) континентальных бассейнов последних 800 тыс. лет свидетельствуют о наличии в них полной хронологической записи палеогеографических событий в развитии природной среды и среды обитания современного общества.

Впервые получивший за рубежом свое становление и развитие, палинологический метод быстро завоевал свое признание в научных учреждениях и в особенности в пыльцевых лабораториях геологических служб республик бывшего Союза. Используемый в течение уже почти 80 лет и на Беларуси этот дорогостоящий метод находит свое применение в следующих важных аспектах:

– а) исследования *морфологии пыльцы и спор* (– строение рецентных палиноморф как эталонных для атласов-определителей и ископаемых как иллюстраций для подтверждения фиторазнообразия в геологическом прошлом) по искусственной и естественной классификациям; – публикация в открытой печати и производственных отчетах микрофотографий древнейших (девон-карбон-палеоген-неоген-плейстоценовых) спор и пыльцы до вида, рода, семейства, создание единственного в регионе атласа [1] на фактическом спорово-пыльцевом материале, полученном путем микроскопирования и фотографирования объектов с биологического и сканирующего микроскопов. Богатство и разнообразие видов растений наиболее полно отображено в списке палинофлоры по основным подразделениям неогена–плейстоцена–голоцена (надгоризонтам, межледниковым и ледниковым горизонтам) с указанием аркто-бореальных, мезо- и термофильных экзотов (ныне не встречаются в составе современной флоры региона) приведен в монографиях [2, 3]. Закономерность в снижении от неогена к голоцену числа экзотических видов растений и приуроченность их состава к определенному временному интервалу свидетельствуют о положении ископаемой палинофлоры в возрастном ряду палеофитоценозов межледниковий гляциоплейстоцена и голоцена [4]: MIS-19 = брестскому (700 – 800 тыс.л.н.), MIS-17 = корчевскому (610-670), MIS-15 = беловежскому (480-550), MIS-13 = ишкольдскому (400 – 470), MIS-11 = александрийскому (340 – 380), MIS-9 = смоленскому (240 – 280), MIS-7= шкловскому (125 – 180), MIS-5 = муравинскому (80 – 110), MIS-1 = голоценовому (совр.-10,3 тыс. л.н.).

– б) *стратиграфии* (локальной, региональной и межрегиональной на уровне разработки био- и климато-стратиграфических схем) на основе детального подразделения толщ пород на слои и соответствующие им фазы развития растительности на диаграммах), ныне возрожденной до ранга современных шкал из непрерывных океанических и морских (MIS) и континентальных *стратотипических* и *опорных* разрезов (озерных, болотных, речных, почвенных) на геохронологической основе. Наши прежние представления о наличии 4-х оледенений (G, M, R, W) и 3-х межледниковий (G-M, M-R, R-W) альпийской схемы ныне усложнились до 8-ми холодных эпох в ранге оледенений (MIS-18 = наревского (670 – 700 тыс. л.н.), MIS-16 = сервечского (550 – 610), MIS-14 = березинского (470 – 480), MIS-12 = еселевского (380 – 400), MIS-10 = яхнинского (280 – 340), MIS-8 = днепровского (180 – 240), MIS-6 = сожского (110 – 125) и MIS-2-4 = поозерского (10300 – 80 тыс. л.н.), осложненных стадиями и межстадиями) и вышеперечисленными 9-ю теплыми эпохами в ранге межледниковий, осложненных климатическими оптимумами и межоптимальными похолоданиями, которые строго отвечают самостоятельным изотопным ярусам (кроме поозерской эпохи) различной длительности, а последние – горизонтам в стратиграфических шкалах гляциоплейстоцена и голоцена;

От единичных абсолютных датировок пород совершен переход на серийное датирование осадков всего разреза различными методами в научных

учреждениях стран СНГ и за рубежом, в особенности при комплексных исследованиях древних пород. Неуклонное усложнение стратиграфии осадочной толщи Беларуси [3, 4] является необходимостью при ведении крупномасштабной съемки геологической службой региона и возросшей потребности в более реальном виде отражать сложность развития природной среды, чем это представлялось ранее. Непременным условием выработки современных весьма усложненных биостратиграфических континентальных схем/шкал является их соответствие международным изотопным стадиям (MIS) непрерывных океанических и морских колонок.

– в) **палеогеографии** – реконструкция развития различных компонентов природной среды: 1) тип палеоландшафта (закрытый/залесенный и открытый/нелесной) по соотношению состава растительности древесного, кустарникового, травянистого (наземного и водно-болотного), напочвенного ярусов; 2) природная зона; 3) тип и группа палинофлоры; 4) состав показательных (экзотических) видов; 5) состав и соотношение географических элементов флоры, 6) положение района современной концентрации видов ископаемой флоры в сравнении с современным ареалом растений; 7) миграция лесообразующих пород; 8) сукцессия палеофитоценозов; 9) динамика природных зон и миграционный характер лесных флор; 10) группа палинологических диаграмм; 11) районирование территории по составу пыльцевых спектров; 12) климат (среднеиюльская, среднеянварская, среднегодовая температура, осадки); 13) последовательность осадконакопления (в озерах, болотах, речных долинах, в т.ч. палеопочвы); 14) изменение уровня водоемов; 15) развитие палеоозер, палеоболот, речных (пра-)долин; 16) влияние антропогенного фактора и трансформация компонентов природы под влиянием человека; 17) отражение таких динамичных процессов водного потока и явлений, как прибрежная и донная эрозия, перемыв, переотложение, наряду с процессами малой скорости потока и спокойного напластования осадков); перерывы в осадконакоплении; 18) стихийные явления (пожары, скоротечные мощные намывы осадков, затопления, ураганы) [3, 4, 5] на базе использования методических подходов (детальная микростратиграфия на основе сопряженного анализа осадков несколькими методами исследований в виде комплексного подхода (объектами являются микрофоссилии разрушенные, плоские, с металлическим блеском, темного цвета, а также угольные частицы, темные мозолистые тела, неопределенные органические тела, фон препарата – с наличием пелитовых и крупнопесчаных частиц и пр.).

Анализ ярко выраженной специфической климатической ритмичности (холод → тепло → холод в ранге оледенение → межледниковье → оледенение) на протяжении гляциоплейстоцена и голоцена (в результате смены земной намагниченности Матуяма на Брюнес на рубеже MIS-19/20) показал действие периодического закона географической зональности на примере территории равнинной Европы: неоднократная динамика накопленных в Скандинавском центре льдов на юго-восток, юг и юго-запад

приводила к однонаправленной миграции последовательно существовавших природных зон с заметным сужением их ширины и занимаемой площади в зависимости от предельного продвижения неоднократных материковых льдов, однако без выпадения зон и при создании новой перигляциальной (предледниковой) зоны непосредственно у края ледника. По мере расставания древних покровных оледенений и перехода к теплым/межледниковым условиям, совершалась возвратная миграция природных зон на северо-запад, север и северо-восток Европейской равнины, сохранявшая последовательность перигляциальной → тундровой → лесотундровой → лесной таежной → смешанной → широколиственной → лесостепной → степной зон, расширявших свои площади и обогащавшихся экзотами из предгорных южных убежищ. Ныне самой молодой природной зоной на материке является тундровая; а территория Беларуси всегда находилась на пути миграционных древних потоков Скандинавских ледников и, соответственно, географических зон. Свидетельством таких событий на палинологических диаграммах стали *сукцессии палеофитоценозов* древесных пород, отражавшие: финальные фазы растительности предшествовавших оледенений (позднеледниковье = травы+(*Picea, Pinus, Betula*, нередко *Larix*), межледниковых эпох (раннемежледниковье = *Picea, Pinus*, нередко *Abies*), от 1 до 3 климатических оптимумов и разделявших их межоптимальных похолоданий как свидетельство длительности межледниковий; в оптимумах последовательно кульминировали мезо- и термофильные породы: (*Quercus+Ulmus*) → (*Alnus+Corylus*) → *Tilia* → *Carpinus+Fagus*), позднемежледниковье (*Picea, Pinus*, нередко *Abies*) и последующие новые оледенения (раннеледниковья = травы+(*Picea, Pinus, Betula*)). Проявившаяся сукцессия палеофитоценозов в голоцене (в течение последних 10 тыс. лет) доказала его межледниковый ранг (раннемежледниковье – *сосново-еловая тайга* от 10 до 8 тыс. лет, атлантический климатический оптимум – *смешанные* → *широколиственные* → *смешанные леса* от 8 до 5 тыс. лет; позднемежледниковье – *сосново-еловая тайга* от 8 тыс. лет до современности), однако не завершено еще сосновой с березой (северная тайга) и березовой (лесотундра и тундра) фазами растительности (необходимо еще около 2 тыс. лет), что предполагает в будущем миграцию в регион бетулярного ценоэлемента при развитии природно-климатического ритма (переход к естественному новейшему оледенению через похолодание климата в конце голоцена). Однако влияние антропогенного фактора на естественный фитоценотический процесс все же сказалось в масштабном потеплении климата на 1,5° по сравнению с 70-ми гг. прошлого века (2-й термический оптимум голоцена? пока без видимого смещения природных зон в регионе) и сухости климата (сокращение и разреживание лесов за счет расширения площадей сельскохозяйственных угодий и объектов промышленности, гибель еловых насаждений, повышение роли травяных ассоциаций из полыней, маревых, злаковых, ксерофитов, появление

синантропической флоры, в т. ч. культурных злаков, увеличение числа редковстречаемых и исчезнувших видов, занесенных в Красную книгу).

Наличие сукцессии палеофитоценозов указывает на отсутствие переотложения ископаемых палиноморф, захоронение их *in situ* во вмещающих породах, тем самым, подтверждая самостоятельность и неоднократность климатических оптимумов в межледниковые эпохи [3,4], отличающихся по своей специфике более мощным ранним с последующим снижением теплообеспеченности, нарастанием холода и его максимум в конце оледенений; полные (с грабом) и неполные (без граба) ряды сукцессий палеофитоценозов вкупе с составом древесных пород и экзотов формируют четыре основные группы пыльцевых диаграмм (голоценовую, муравинскую, шкловскую, александрийскую), повторяющиеся в гляциоплейстоцене [6].

– г) **корреляции** природных событий, проводимая по результатам комплексных научных исследований на основе сопряженного анализа, широко применяемая учеными геологического и географического профиля школы академика Г. И. Горецкого [7], 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 прочими методами относительной геохронологии: палеонтологическими (*флористическими*: диатомовым, палеокарпологическим, альгологическим, дендрохронологическим, отпечатков, но и *фаунистическими*: археологическим, антропологическим, мамалогическим, малакологическим, остракодологическим, герпетофаунистическим, ихтиологическим, энтомологическим, данными по брахиоподам, мшанкам, членистоногим, червям, археоциатам, фораминиферам, конодонтам, акритархам; а также непалеонтологическими (геологическим, минералогическим, петрографическим, литологическим, кристаллографическим, фациально-формационным, гранулометрическим, сейсмологическим, гравиметрическим, палеомагнитным, каротажным, геотектоническим, геохимическим, педогенетическим, геоморфологическим, палеопотамологическим, геокриологическим, гидрогеологическим, вулканологическим, астрономическим) во временном и территориальном аспектах [3, 4, 8, 9, 10, 11].

Проведенный мониторинг геологических разрезов гляциоплейстоцена и голоцена, изученных палинологическим методом, позволил создать единственную на Беларуси палинологическую базу данных (ПБД Беларуси), содержащую ныне до 1300 диаграмм, представляющих собой хронологическую летопись событий и природное наследие региона [10, 12, 13, 14]. Ее монографическое издание Я. К. Еловичевой и Е. Н. Дрозд по разрезам бассейнов основных рек Беларуси началось с выхода из печати т. 1 – Западный Буг и Нарев [15], т. 2 – Западная Двина [16], и продолжится выпусками т. 3 – Неман и Вилия, т. 4 (Днепр, Березина и Сож – 2022 г.), т. 5 (Припять – 2023

г.), т. 6 – Справочник палинологически изученных разрезов из ПБД Беларуси – 2023 г.).

Большое распространение и сохранность в породах, а также высокая информативность ископаемых палиноморф в различных аспектах внесли свой важный вклад в познание эволюции и фиторазнообразия (водного и наземного) территории региона и сопредельных стран за последние 400 млн лет (с девонского периода) и в особенности в течение гляциоплейстоцена, а в сравнении с направленностью уже на протяжении последних 2500 лет голоцена (субатлантический период) процесса трансформации компонентов природы под влиянием современной цивилизации – дало возможность прогнозировать их изменения в будущем (оценка ранга наступившего глобального потепления в качестве 2-го, а в дальнейшем возможно 3-го оптимумов голоценового межледникового, или же новейшего похолодания и последующего оледенения, или конца антропоцена?; усложнение агроклиматического районирования в регионе; спорность посадки темнохвойных пород при потеплении и сухости климата [3, 4]; использование этих материалов в научных и практических целях (высокая степень обеспечения территории региона палинологически изученными разновозрастными разрезами по составленным картам их местонахождений, картирование по спорам и пыльце мест залежей каменного угля, нефти, торфа, ареалов древних экзотических видов растений [3, 4, 17], а также применение и изготовление в лечебных целях из пыльцы и спор различных лекарственных натуральных средств, а также из продуктов пчеловодства – перги/пчелиного хлеба (переработанная пчёлами цветочная пыльца в ячейках сот без доступа воздуха и залитая мёдом) и прополиса (пчелиный клей).

Важное практическое значение имеют результаты научных исследований как для дальнейшего перспективного развития палинологического направления в науке все с бóльшим применением компьютерных технологий [18], создания картографического и иллюстративного фотоматериала для практического использования в палинологии, эволюционной и палеогеографии, палеоэкологии), так и при внедрении его в учебный процесс (учебники, учебные пособия, курсы лекций и практикумы, учебно-методические комплексы, мульти-медийные презентации и пр.) в целях повышения качества школьного (краеведение, туризм) и университетского высшего географического образования [17, 18, 19, 20, 21, 22].

Таким образом, на территории Беларуси на протяжении XX и XXI столетий отмечается большой вклад палинологии в развитие современной и палеолимнологии, равно как и географических исследований в Беларуси для достижения целей устойчивого развития, обмена опытом научных сотрудников и педагогов географического профиля, выработки рекомендаций по научному и методическому обеспечению учебного процесса в учреждениях образования и интеграции науки, практики и образования. Важным шагом в этом процессе является подготовка молодых кадров путем вклада результатов полевых работ студентов в научные исследования озер

Беларуси, сбора фактического полевого материала для защиты дипломных работ, их дальнейшее обучение в магистратуре и аспирантуре в целях перспективного решения современных проблем теоретической и прикладной палеолимнологии региона.

Уже накопленный научный палинологический материал по изучению разновозрастных отложений геологических разрезов заслуживает отношения к нему как природному наследию, являющегося составной частью краеведения в сфере образования и научного направления, требующие его сохранности, нового накопления и обработки новейшими инновациями в целях прогнозирования условий развития будущей наземной, воздушной, водной и биологической среды и ее влияния на существование человеческого общества как и трансформации под влиянием последнего.

Библиографические ссылки

1. Еловичева, Я.К. Растительные микрофоссилии плейстоцена и голоцена Беларуси / Я.К. Еловичева. – БГУ, 2005. – 282 с. Монография деп. БелИСА 29.12.2005 г., № Д-200585.
2. Флора и растительность Белоруссии в палеогеновое, неогеновое и антропогенное время / Н.А. Махнач [и др.]. – Минск: Наука и техника, 1981. – 106 с.
3. Еловичева, Я.К. Палинология Беларуси / в 4 частях. / Я.К. Еловичева. – Минск.: БГУ, 2018. – 831 с. Монография деп. в БГУ 08.01.2019 г., № 000308012019.
4. Еловичева, Я.К. Эволюция природной среды антропогена Беларуси / Я.К. Еловичева. – Минск: БелСЭНС, 2001. – 292 с.
5. Lake Status Records from the Former Soviet Union and Mongolia: Documentation of the Second Version of the Database / P.E. Tarasov [et al.]. – Boulder, Colorado, USA, 1996. – 224 p. (Belarus — p.17-37).
6. Макросукцессии палеофитоценозов эемского межледникового в Европе / Я. Еловичева [и др.]. – Минск: БГУ, 2006. – 110 с. Монография деп. БелИСА 30.08.2006 г., № Д-200655.
7. Еловичева, Я.К. Академик Г.И. Горещкий и его научная школа по четвертичной геологии / Я.К. Еловичева, А.Ф. Санько. – Минск: Колорград, 2015. – 144 с.
8. Еловичева, Я.К. Инновационные технологии в познании истории развития природной среды Беларуси и смежных регионов / Я.К. Еловичева // Инновационные технологии и системы: Мат-лы Междунар. форума 26-30.09.2006. Минск. – Минск: БелИСА, 2006. – С. 108-110.
9. Климатостратиграфическая шкала плейстоцена центрально-восточной Европы / Я.К. Еловичева [и др.] // Стратиграфия и палеонтология геологических формаций Беларуси: Мат-лы междунар. научн. конф., Минск, 30-31.01.2003. Минск: ИГН НАН, 2003. – С. 117-121.
10. Yelovicheva, Ya. Correlation of the palynological and geochemical data for the stratigraphy and palaeogeography of the Pleistocene and Holocene of Belarus / Ya. Yelovicheva // “Human impact and Geological Heritage”, Excursion Guide and Abstracts of the International Symposium, 12-17.05.2003. Tallin. – Tallinn:IGTU, 2003. – P. 136.
11. Sanko, A.F. [Chronology, palaeoclimatology and correlation of the Belarus Middle and Upper Pleistocene according to paleontological analysis of four main sits / A.F. Sanko, Ya.K. Elovicheva, F.Yu. Velichkevich]// Abstr. of the INTAS Final Workshop “Pleistocene Environments in Eurasia: Chronology, Palaeoclimate and Teleconnection”, 2-3.11.2006. – Hannover: GGA Institut, 2006. – P. 59-62.

12. Махнач, Н.А. Перфокартотека палинологических данных из четвертичных отложений Белоруссии / Н.А. Махнач, В.Б. Кадацкий // Геология и геохимия антропогена Белоруссии. – Минск: 1974.
13. Еловичева, Я.К. Палинологическая база данных Беларуси / Я.К. Еловичева, А.Г. Леонова, О.В. Таборовец // Актуальные проблемы палинологии на рубеже третьего тысячелетия: Тез. IX Всерос. палинологич. конф. 13-17.09.1999 г., Москва. – М.: ИГиРГИ, 1999. – С. 102-103.
14. Еловичева, Я.К. Использование палинологической базы данных для целей стратиграфии и палеогеографии плейстоцена и голоцена Беларуси / Я.К. Еловичева, Е.Н. Дрозд // Физическая география в новом столетии. Вып. 3. – Минск: БГУ, 2008. – С. 207-220. Сборн. деп. БелИСА 25.11.2008 г., № Д-200837.
15. Еловичева, Я.К., Геологические разрезы гляциоплейстоцена и голоцена Беларуси. В 5 т. Т. 1. Бассейн Западного Буга и Нарева / Я.К. Еловичева, Е.Н. Дрозд. – Минск: БГУ, 2018. – 109 с. Монография деп. в БГУ 23.10.2018 г., № 008223102018.
16. Еловичева, Я.К. Геологические разрезы гляциоплейстоцена и голоцена Беларуси. В 5 т. Т. 2. Бассейн Западной Двины / Я.К. Еловичева, Е.Н. Дрозд. – Минск.:БГУ, 2020. – 306 с. Монография деп. в БГУ 01.09.2020, № №010801092020.
17. Методы изучения геологического прошлого Земли / Я.К. Еловичева [и др.]. – Минск: БГПУ, 2001. – 76 с.
18. Писарчук, Н.М. Использование ГИС-технологий в палинологии // ГИС-технологии в науках о Земле [Электронный ресурс] / Н.М. Писарчук, Я.К. Еловичева /: Мат-лы Республик. научно-практич. семин. студ. и молод. ученых, г. Минск, 13.11.2019. – Минск: БГУ, 2019. – С. 10-14.
19. Еловичева, Я.К. Геохронологические методы исследований / Я.К. Еловичева – Минск: БГУ, 2003. – 126 с.
20. Еловичева, Я.К. Проблемы физической географии. Учебное пособие для студентов вузов. / Я.К. Еловичева. – Минск: БГУ, 2011. – 272 с.
21. Еловичева, Я.К. Учебно-методический комплекс по учебной дисциплине «География Мирового океана (физическая часть)». / Я.К. Еловичева. – Минск: ЧП «Колорград», 2016. 265 с.
22. Еловичева, Я.К. Геохронологические методы исследований. Практикум для студентов и магистрантов географического факультета. / Я.К. Еловичева. – Минск: БГУ, 2018. 40 с.