

УДК 551.79:561(476)

## ДОСТИЖЕНИЯ В ИСТОРИИ РАЗВИТИЯ ПРИРОДЫ ПЛЕЙСТОЦЕНА И ГОЛОЦЕНА БЕЛАРУСИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СПОРОВО-ПЫЛЬЦЕВОГО МЕТОДА

**Я.К. Еловичева**

Белорусский государственный университет  
пр-т Независимости 4, 220004, Минск, Республика Беларусь  
yelovicheva@yandex.ru

**Аннотация.** Приводятся главные аспекты применения результатов спорово-пыльцевых исследований на Беларуси в сфере науки (основные компоненты природной среды), геологического производства (крупномасштабная геологическая съемка и картирование) и образования (спецкурсы, учебники, учебные пособия, практикумы).

**Ключевые слова:** спорово-пыльцевой метод, компоненты природной среды, плейстоцен, голоцен.

## ACHIEVEMENTS IN THE HISTORY OF NATURAL DEVELOPMENT OF PLEISTOCENE AND HOLOCENE OF BELARUS WHEN USING SPORES-POLLEN METHOD

**Ya. Yelovicheva**

Belarusian State University

Independence Avenue 4, 220004, Minsk, Republic of Belarus

**Annotation.** The main aspects of the application of the results of spore-pollen studies in the field of science (the main components of the natural environment), geological production (large-scale geological surveying and mapping) and education (special courses, textbooks, teaching aids, workshops) in Belarus are presented.

**Keywords:** Spores-pollen method; components of natural environment; Pleistocene; Holocene.

Впервые получивший за рубежом свое становление и развитие в связи с изобретением микроскопа спорово-пыльцевой (палинологический) метод быстро завоевал свое признание в научных учреждениях и в особенности в пыльцевых лабораториях геологических служб республик бывшего Союза. Научными центрами по подготовке кадров палинологов стали Институт географии РАН (г. Москва – изучение четвертичных и неогеновых образований) и БИН РАН (г. Санкт-Петербург – мезозойские, палеоген-неогеновые и четвертичные отложения). Ведущие специалисты-четвертичники Е.Д. Заклинская, В.П. Гричук, Е.Н. Ананова, М.М. Моносзон, Э.М. Зеликсон, В.И. Хомутова и ряд других целенаправленно проводили школы, индивидуальные стажировки, консультации, всесоюзные конференции, курировали подготовку кандидатских работ с использованием

определений пыльцы и спор заинтересованными лицами из научных и геологических учреждений. Позднее уже ученики этих двух союзных школ продолжили традиции своих учителей и вели не только обучение, но и большой обмен опытом по распространению и внедрению данного метода в практику геологических, географических и биологических работ, использованию результатов спорово-пыльцевого анализа для определения возраста ископаемых толщ и реконструкции природных условий прошлого. Среди них Л.В. Ровнина, Н.С. Болиховская (ныне председатель палинологической комиссии России), В.В. Писарева, Н.Р. Мейер-Меликян, В.С. Волкова, Е.А. Елина и др., сосредоточившие внимание на сопоставлении материалов пыльцевого анализа ближнего и дальнего зарубежья.

На Беларуси исследования пыльцы и спор велись в четырех основных организациях: БелНИГРИ УГ при СМ БССР (д.г.-м.н. Г.И. Кедо, С.С. Манькин, Н.С. Некрята, Л.В. Пискун, А.Ф. Бурлак, В.И. Авхимович, Т.Г. Обуховская и др.), Центральной Лаборатории того же ведомства (Л.И. Алексеева, И.А. Григорович, К.И. Демешко, В.А. Палазник, Р.Д. Степанюк, Т.М. Симонова, А.П. Шостак, Н. Чехович, О.П. Леонович, Н.Ф. Тылиндус, Е.И. Ширина, Л.А. Закревская, А.Г. Леонова), ИГ НАН Беларуси (к.г.-м.н. Н.А. Махнач, д.г.н. Я.К. Еловичева\*, д.г.-м.н. В.Б. Кадацкий и Т.Б. Рылова\*, к.б.н. В.Л. Шалабода\*, к.г.н. В.П. Зерницкая\*, а также Н.Н. Явид, И.Я. Савченко, Е.Н. Дрозд\*, Г.И. Симакова и др.) и в БГУ (к.г.н. И.И. Богдель, Н.М. Писарчук\*). Ныне этот контингент палинологов существенно сократился до 6 человек\*.

Используемый в течение уже почти 80 лет на Беларуси этот перспективный в палеонтологии палинологический метод находит свое применение в следующих важных аспектах:

I. Исследования ***морфологии пыльцы и спор*** заключаются в:

– изучении строения современных палиноморф как эталонных для атласов-определителей и ископаемых в качестве иллюстраций фиторазнообразия в геологическом прошлом) по искусственной и естественной классификациям;

– составлении в производственных отчетах заключения о возрасте изученных отложений с приложением полного списка палинофлоры по основным подразделениям неогена–плейстоцена–голоцена как отражения богатства и разнообразия видов растений с указанием аркто-бореальных, мезо- и термофильных экзотов [1,2,3], а также микрофотографий и рисунков древнейших (девон-карбон-палеоген-неоген-плейстоценовых) спор и пыльцы до вида, рода, семейства и развернутой палинологической диаграммы;

– публикации в открытой печати иллюстративного фотоматериала с подробным его описанием;

– создании единственного в регионе атласа [1] на фактическом спорово-пыльцевом материале, полученном путем фотографирования микроскопических объектов с биологического и сканирующего микроскопов.

II. Разработка *стратиграфии* — локальной (детальное расчленение толщ пород на слои в одном разрезе, а нескольких разрезов – в одном и том же водоеме), региональной (общие подразделения отложений разрезов в пределах территории региона) и межрегиональной (общие горизонты разрезов в пределах территории региона и смежных с ним районов, одного материка, полушария) на уровне выработки био- и климато-стратиграфических схем) в соответствии с палинокомплексами и фазами развития растительности на диаграммах).

Донные осадки позднеледниково-голоценовых и собственно голоценовых озер, а также болот, рек и почв возрастом соответственно около 14 и 10 тыс. лет после отступления поозерского ледника с территории региона, и отложений гляциоплейстоценовых континентальных бассейнов последних 800 тыс. лет являются хранителями последовательной записи палеогеографических событий в развитии природной среды и среды обитания современного общества. На нынешнем этапе проведения качественного бурения и использования для спорово-пыльцевого анализа полного объема керна из непрерывных океанических и морских (MIS – морская изотопная стадия) и континентальных *стратотипических* и *опорных* разрезов (озерных, болотных, речных, почвенных) на геохронологической основе наши стратиграфические схемы возрождены до ранга современных шкал. Прежние представления о наличии 4-х оледенений (гюнц, миндель, рисс, вюрм) и 3-х разделяющих их межледниковий (гюнц-миндель, миндель-рисс, рисс-вюрм) альпийской схемы ныне усложнились до 8-ми оледенений (наревского = MIS-18 – 670-700 тыс. л.н., сервечского = MIS-16 – 550-610, березинского = MIS-14 – 470-480, еселевского = MIS-12 – 380-400, яхнинского = MIS-10 – 280-340, днепровского = MIS-8 – 180-240, сожского = MIS-6 – 110-125, поозерского = MIS-2-4 – 10300-80 тыс. л.н., осложненных стадиями и межстадиалами) и 9-ти межледниковий (брестского = MIS-19 – 700-800 тыс.л.н., корчевского = MIS-17 – 610-670, беловежского = MIS-15 – 480-550, ишкольдского = MIS-13 – 400-470, александрийского = MIS-11 – 340-380, смоленского = MIS-9 – 240-280, шкловского = MIS-7 – 125-180, муравинского = MIS-5 – 80-110, голоценового = MIS-1 – совр.-10,3 тыс.л.н.), осложненных оптимумами и межоптимальными похолоданиями), которые строго отвечают самостоятельным изотопным стадиям/ярусам (поозерская эпоха – трем) различной длительности, а последние – горизонтам в стратиграфических шкалах гляциоплейстоцена и голоцена.

Единичные абсолютные даты для слоев породы сменились серийным датированием осадков всего разреза различными методами в научных учреждениях стран СНГ и за рубежом, в особенности при комплексных исследованиях. Неуклонное усложнение стратиграфии осадочной толщи Беларуси [3,4] актуально при ведении крупномасштабной съемки геологической службой региона и возросшей потребности более реального отражения сложности в развитии природной среды, чем это представлялось ранее. Непременным условием выработки усложненных биостратиграфических континентальных схем/шкал является их соответствие международным изотопным стадиям (MIS) непрерывных океанических и морских колонок.

III. Разработка *палеогеографии* – реконструкция развития различных компонентов природной среды:

1) тип палеоландшафта — закрытый/лесной межледниковый и межстадиальный и открытый/нелесной ледниковый и стадиальный по соотношению состава растительности древесного, кустарникового, травянистого (наземного и водно-болотного) и напочвенного ярусов;

2) тип и группа палинофлоры — по составу ископаемых палинофлор, имеющих различный ареал произрастания, разграничены неогеновая (N – субтропическая) и плейстоценовая (Q – умеренная) лесные флоры позднего кайнозоя как два основных ее типа; состав географических элементов флоры различных межледниковых эпох позволил проследить переход от пранеморальной (Q<sub>1</sub>–ранний гляциоплейстоцен) к протонеморальной (Q<sub>2</sub>–средний), а затем неморальной и бореальной (Q<sub>3</sub>–поздний гляциоплейстоцен и Q<sub>4</sub>–голоцен) группам флор.

В палинофлоре гляциоплейстоцена Беларуси установлено 327 таксонов растений, относящихся к 180 видам, 124 родам из 95 семейств, 6 классов [2], что дало основание включить ее территорию в Центрально-Русский историко-флористический регион Восточно-Европейской равнины с господством полидоминантных хвойно-широколиственных (Q<sub>1</sub> и Q<sub>2</sub>) и олигодоминантных широколиственных (Q<sub>3</sub>) лесов. Нынешнему этапу (Q<sub>3</sub>) свойственно становление современного европейского доминиона широколиственно-лесной флоры и выработке его характерных лесных формаций.

3) состав показательных (экзотических) видов — наличие растений, которые в голоценовой флоре Беларуси уже не встречаются, свидетельствует о богатстве и бóльшем разнообразии древней флоры и присутствии аркто-бореальной во время оледенений. Закономерность в снижении от неогена к голоцену числа экзотов и приуроченность их к определенному временному

интервалу последних 800 тыс. лет, устанавливает положение ископаемой палинофлоры в возрастном ряду палеофитоценозов межледниковий [4].

4) состав и соотношение географических элементов флоры — характеризуют важные этапы ее дифференциации:

■ **неогеновый** с развитием восточноазиатских, американо-средиземно-азиатских, американо-восточноазиатских, североамериканских, тропических и субтропических географических элементов;

■ **раннеплейстоценовый** с участием в брестской флоре восточноазиатских, североамериканских, американо-средиземно-азиатских растений; в корчевской — американо-евроазиатских, американо-средиземно-азиатских, европейских, не определенных; в беловежской — американо-евроазиатских, евроазиатских, американо-средиземно-азиатских, не определенных;

■ **среднеплейстоценовый** с развитием в ишкольдской флоре американо-евроазиатских, американо-восточноазиатских, восточноазиатских, европейских, панголарктических растений; в александринской — американо-средиземно-азиатских, американо-восточноазиатских, американо-евроазиатских, евроазиатских, азиатских и восточноазиатских, панголарктических, европейских, не определенных; в смоленской — американо-евроазиатских, восточноазиатских, европейских, панголарктических, евроазиатских, американо-средиземно-азиатских растений; в шкловской — американо-средиземно-азиатских, американо-евроазиатских, европейских, восточноазиатских, панголарктических, евроазиатских и не определенных;

■ **позднеплейстоценовый** с участием в муравинской флоре американо-евроазиатских, американо-восточноазиатских, восточноазиатских, евроазиатских, европейских, панголарктических растений;

■ Голоценовая флора даже в оптимум (атлантический период) была сходна с современной и сохранила в своём составе таких представителей географических элементов, известных ещё с неогена, как американо-евроазиатских, европейских, евроазиатских, панголарктических. Но ее состав в течение последних 2,5 тыс. лет обогатился группой синантропических растений (свидетелей рудеральных мест и выгонов, стравливаемых участков, лугопастбищных угодий, вырубок, а также культурных растений, в т. ч. хлебных злаков), как свидетельство хозяйственной деятельности человека.

Заслуживают внимания **редко встречаемые** в современной флоре Беларуси растения — как *реликтовые* с эпох оледенений и *охраняемые*.

Особый перигляциальный тип растительности поздне- и раннеледниковья объединял представителей лесной, тундровой и степной

флор с характерными её компонентами, не свойственными ныне современной флоре региона и произрастающими значительно севернее его (аркто-бореальные), южнее территории Беларуси (степные ксерофиты, галофиты, мезоксерофиты), в горных частях Европы, Дальнего Востока, Японии и Китая.

5) 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); разновозрастные ископаемые флоры имели различный район концентрации и природные условия каждой межледниковой эпохи [3,4]: брестской — низинная часть запада Восточно-Европейской равнины от Мазурского Поозерья до оз. Ладожского с максимальной концентрацией видов <до 60%>, Кавказ и Карпаты; венедской свиты/налибокской — Ильменская низина (бассейн Ловати, Шелони, Великой), Среднегерманские горы и плоскогорья с <77%>; корчевской — предгорья Восточных Альп в верховьях рек Драва, Мура) с <62%>; беловежской — бассейн рек Западная Морава и Южная Морава в Альпах с <до 70%>; яглевичского межоптимального похолодания — Северные Увалы, верховья Вятки и Камы с <92%>; ишкольдской — Среднедунайская низменность с <до 84%>; промежуточных похолоданий — междуречья Волги к югу от Рыбинского водохранилища в зонах тёмнохвойной тайги и смешанных лесов; александрийской — верховья Рейна в пределах гор Шварцвальд, Юра, Вогезы и в верховьях Сены с <80%>; копысского межоптимального похолодания — междуречье Волги к югу от Рыбинского водохранилища в южной части тёмнохвойной тайги и северной части зоны смешанных лесов; смоленской — Среднедунайская низменность с <до 86%>; шкловской — центр Среднедунайской низменности и южные предгорья Карпат с <до 81-96%>; угловского и лысогорского межоптимальных похолоданий — Молого-Шекснинская низменность, Северные Увалы, Вятско-Камская низменность в пределах Печоры и Тавды с <76-100%> в южной части зоны тёмнохвойной тайги; муравинской — верховья Эльбы в межгорье Судет, Рудных гор, Шумава и Чешско-Моравской возвышенности с <93-100%>; борховского межоптимального похолодания — Молого-Шекснинская низменность в зоне тёмнохвойной тайги; голоценовой — верховья Волги от оз. Волго до Рыбинского водохранилища с <100%>.

Направленное смещение центров концентрации видов разновозрастной ископаемой флоры к востоку и северо-востоку в пределах Европейской равнины по мере ее омоложения отражает повышение континентальности

климата межледниковий наряду со снижением богатства и разнообразия ископаемой флоры за счет уменьшения экзотичности.

б) миграция лесообразующих пород — в виде прослеживания путей распространения ископаемой палинофлоры по мере наступания ледников в пределы Беларуси и сильного обеднения теплолюбивой флоры (сохранялась в рефугиумах на Южном Урале, Северном Кавказе, в южной и средней Европе, на Аппенинском, Балканском и Пиренейском полуостровах, возможно на юге Украины, Самарской Луке и Приволжской возвышенности и обогащения наименее требовательными в климатическом отношении бореальными видами, которые формировали лесную флору за счёт бетулярного (светолюбивого, холодостойкого *Betula*) и хвойного (*Larix* и др.) ценоэлемента; при таянии ледниковых покровов – теплолюбивая лесная флора межледниковых эпох складывалась в результате слияния южного потока кверцетального (светолюбивого: *Quercus robur*, *Acer tataricum* и др.) ценоэлемента (центр формирования – Средиземноморье), западноевропейского (центр – Центральная и отчасти Южная Европа) и южноуральского потоков неморального (теневого, умеренно-тепло- и влаголюбивого) ценоэлемента (*Carpinus*, *Fagus*, *Tilia*, *Quercus*, *Acer*, *Ulmus* и др.). Постоптимальный этап представлял поток флоры хвойных лесов, а затем – бетулярной приледниковой флоры.

Пути миграционных потоков и их состав представляли: северный, северо-западный, северо-восточный, восточный, западный, юго-западный, южный, юго-восточный. В будущем в ходе естественного развития климата и растительности следует ожидать миграцию с севера, северо-востока хвойного и бетулярного ценоэлемента в пределы территории Беларуси.

7) макросукцессия палеофитоценозов — представлена последовательной сменой лесообразующих пород на диаграммах и отражала:

♦ финальные фазы растительности **предшествовавших оледенений** (позднеледниковье = травы+ (*Pinus*, *Betula*, нередко *Larix*, аркто-бореальные, степные и пустынные элементы флоры (галофиты, ксерофиты); характерная особенность березинского позднеледниковья – высокое участие *Hippophaë*, а днепровского и яхнинского – *Larix*),

♦ **межледниковых эпох** (раннемежледниковье = *Betula*, *Picea*, *Pinus*, нередко корчевское и беловежское, а также отчасти ишкольдское, александрийское и смоленское межледниковья отличаются последующими максимумами *Picea* и *Alnus*, а александрийское – ещё и *Abies*), от 1 до 3 оптимумов и разделявших их межоптимальных похолоданий как свидетельство длительности межледниковий; в оптимумах классический ряд кульминаций мезо- и термофильных пород (*Quercus*+*Ulmus*) → (*Alnus*+*Corylus*) → *Tilia* → *Carpinus*+*Fagus*) для

муравинского межледниковья выражен также и их одновременным максимумом (редко), либо обратным порядком следования кульминаций (*Ulmus* → *Tilia* → *Quercus* + *Carpinus*), в голоценовое и смоленское межледниковья – еще и *Fagus*), либо только термоксеротической фазой (*Quercus* + *Ulmus*) → (*Alnus* + *Corylus*) → *Tilia* при отсутствии термогидротической с *Carpinus* (любанский оптимум шкловского и борковский оптимум беловежского межледниковий), позднемежледниковье (*Picea*, затем *Pinus* и *Betula*; александрийское и ишкольдское межледниковья завершаются и кульминацией *Abies*). Голоценовый макросукцессионный ряд не завершён ещё фазами *Picea* и *Betula*. Межоптимальные похолодания межледниковых эпох отличаются преобладанием *Betula* (древовидные формы) и *Pinus*, отчасти *Picea* и *Alnus*, некоторым повышением роли трав.

♦ начальные фазы растительности **последующих оледенений** (раннеледниковье = травы + (*Picea*, *Pinus*, *Betula*, аркто-бореальные и степные виды), реже – *Larix* (начало яхнинского оледенения) [3,4].

8) ритмичность макросукцессий растительных сообществ — последовательные максимумы лесных пород имеют общую направленность в зависимости от климатического фактора и характеризуют закономерный палеофитоценотический ритм: тренд мощных ранних оптимумов межледниковий с самыми теплыми показателями и высоким содержанием мезо- и термофильных пород постепенно сменяется средне выраженными максимумами, а затем знаменует переход к температурному минимуму оледенения и последующим его межстадиалам и стадиям в конце оледенения.

9) длительность межледниковых эпох — зависит от структуры макросукцессионного ряда палеофитоценозов (числа слагающих её оптимумов и похолоданий между ними. Полный макросукцессионный ряд (термоксеротическая и термогидротическая фазы растительности) даже в однооптимальное межледниковье имеет бóльшую длительность в сравнении с неполной макросукцессией (только термоксеротическая фаза растительности без граба). Поскольку достоверная длительность лесной сукцессии голоцена (как незавершённого однооптимального межледниковья) составила пока ≈10300 лет, то на каждый максимум древесной породы приходилось по 1 тыс. лет, а на завершённый в будущем голоцен с учетом еще двух фаз – 12-13 тыс. лет, на полный макросукцессионный ряд палеофитоценозов (с добавлением ранне- и позднеледниковья) – до 20 тыс. лет; в этом случае неполный макросукцессионный ряд мог длиться 8-10 тыс. лет. Таким образом, двухоптимальные межледниковые эпохи продолжались по ≈40 тыс. лет,

трёхоптимальные – 60 тыс. лет, что отвечает данным геохронологических шкал четвертичной системы и новых океанических и морских.

10) природная зона — восстанавливается по аналогии состава субфоссильных пыльцы и спор с поверхности почвы и торфяников как спорово-пыльцевых спектров нынешних природных зон с палинокомплексами на диаграммах; в гляциоплейстоцене существовала своеобразная перигляциальная (предледниковая) зона вблизи края ледника, не имеющая аналогов ныне;

11) динамика природных зон и миграционный характер лесных флор — основана на ярко выраженной специфической климатической ритмичности (холод→тепло→холод в ранге оледенение→межледниковье→оледенение) на протяжении гляциоплейстоцена и голоцена в соответствии с действием периодического закона географической зональности на примере территории равнинной Европы: неоднократное движение из Скандинавского центра материковых льдов на юго-восток, юг и юго-запад приводило к миграции и существовавших природных зон без их выпадения с заметным сужением их ширины и занимаемой площади в зависимости от предельного продвижения этих льдов. По мере таяния ледников с наступлением теплых межледниковых условий, шла возвратная миграция природных зон на северо-запад и север Европейской равнины, сохранявшая устойчивую их последовательность: арктическая→перигляциальная→тундровая→лесотундровая→таежная→смешанная→широколиственная→лесостепная→степная зоны, вновь расширявшие свои площади и обогащавшиеся экзотами из южных убежищ. Ныне самой молодой зоной на евро-азиатском материке является тундровая.

12) группы палинологических диаграмм — полные ряды сукцессий палеофитоценозов (с грабом) и неполные (без граба) совместно с составом древесных пород и экзотов формируют четыре основные группы диаграмм, повторяющиеся в гляциоплейстоцене [6]:

■ **I голоценовую** — с полным макросукцессионным рядом палеофитоценозов (термоксеротическая и термогидротическая фазы растительности); обратной его направленностью (*Ulmus+Tilia*)→(*Quercus+Carpinus*); слабой выраженностью оптимума (широколиственных пород – Q.m. +Carp. – до 10-50%); свойственна голоцену, смоленскому межледниковью;

■ **II муравинскую** — с полным макросукцессионным рядом палеофитоценозов (термоксеротическая и термогидротическая фазы растительности); прямой его направленностью (*Quercus+Ulmus*)→(*Alnus+Corylus*)→*Tilia*→*Carpinus*); чёткой (ранний оптимум с 80-90% широколиственных пород) и слабой (поздние оптимумы с Q.m. +Carp. до 10-45%) выраженностью термических максимумов; свойственна чериковскому и

комотовскому оптимумам муравинского межледниковья, лысогорскому и черницкому оптимумам шкловского межледниковья, второму (среднему) оптимуму ишкольдского межледниковья, корчевскому межледниковью;

■ **III александрийскую** — с полным макросукцессионным рядом палеофитоценозов (термогидротическая и термоксеротическая фазы растительности); прямой его направленностью (*Quercus+Ulmus+Tilia*) → *Carpinus*); слабой выраженностью оптимума (Q.m. +Carp. до 10-25%); свойственна малоалександрийскому и приеманскому оптимумам александрийского межледниковья, первому (пушкаринскому) и третьему (позднему) оптимуму ишкольдского межледниковья, краснодубровскому оптимуму беловежского межледниковья.

■ **IV шкловскую** — с неполным макросукцессионным рядом палеофитоценозов (термоксеротическая фаза растительности); прямой его направленностью (*Quercus+Ulmus*) → *Tilia* без максимума *Carpinus*); чёткой выраженностью оптимума (Q.m. +Carp. до 35-45%); свойственна любанскому оптимуму шкловского межледниковья и борковскому оптимуму беловежского межледниковья.

13) районирование территории по составу пыльцевых спектров — основано на различии растительности в отношении рельефа и климата на территории Беларуси, которое проявилось и в древние межледниковые эпохи; пыльцевые диаграммы голоценового межледниковья региона различаются по количественному содержанию состава спектров, что позволяет выделить физико-географические провинции (А= северную Поозерскую, Б = центральную Центрально-Белорусскую и В= южную Полесскую), соответствующие трем основным типам палинологических диаграмм с подразделением их на подтипы (А=Западно-Двинский, Вилейско-Дисненский; Б=Свислочский, Неманский, Днепровско-Сожский; В=Бугско-Припятский, Припятско-Днепровский);

14) климат — оценивается по среднеиюльской, среднеянварской, среднегодовой температуре и осадкам следующих объектов: ● – зональным границам (северным, южным, западным, восточным) растительности современных природных зон, ● – путем составления климатограмм ареалогическим методом (по В.П. Гричуку) для отложений неогена и плейстоцена, ● – району современной концентрации ископаемых видов с учетом наличия в их составе экзотических географических элементов флоры, ● – статистической связи между составом современных спорово-пыльцевых спектров поверхностных проб каждой растительной зоны и составом спектров из отложений поозёрского позднеледниковья и голоцена.

Полученные величины представлены как в абсолютном их значении, так и в отличии (> превышение или < понижение) от современных

климатических показателей на Беларуси: средняя  $T^{\circ}$  января ныне составляет от  $-4$  до  $-8^{\circ}\text{C}$ ,  $T^{\circ}$  июля  $+17+19^{\circ}\text{C}$ ,  $T^{\circ}$  года –  $+5+8^{\circ}\text{C}$ , а годовое количество осадков –  $550-650$  мм.

Палеогеновая термофильная листопадная флора субтропического облика постепенно сменялась всё более умеренной флорой вплоть до современной бореальной. Неогеновая экзотическая флора формировалась в условиях жаркого и влажного субтропического климата, ей были свойственны области с безморозным, но хорошо выраженным зимним периодом, где  $T^{\circ}$  ср. января составляла от  $-3$  до  $+18^{\circ}\text{C}$  ( $>$  от  $1$  до  $10^{\circ}\text{C}$ ),  $T^{\circ}$  ср. июля  $+24+32^{\circ}\text{C}$  ( $>$  на  $7-13^{\circ}\text{C}$ ), количество осадков варьировало в пределах  $500-2000$  мм ( $>$  на  $50-1300$  мм). Межледниковые эпохи в термические максимумы характеризовались значительной теплообеспеченностью по сравнению с современным этапом за счёт более высоких зимних температур и увлажнённости: средние  $T^{\circ}$  ср. января  $>$  на  $1-8^{\circ}$ ,  $T^{\circ}$  ср. июля –  $1-3^{\circ}$ , осадков  $>$  на  $50-1350$  мм, климат был тёплый, умеренно-континентальный, с мягкой зимой и жарким летом. В межоптимальные похолодания  $T^{\circ}$  ср. января была  $<$  на  $3-7^{\circ}$ ,  $T^{\circ}$  ср. июля –  $1-2^{\circ}$ , осадков выпадало  $<$  на  $50-150$  мм, климат был более континентальным, с тёплым летом и прохладной зимой. В ледниковые эпохи климатические показатели были существенно ниже нынешних:  $T^{\circ}$  ср. января – на  $12-16^{\circ}$ ,  $T^{\circ}$  ср. июля – на  $15-17^{\circ}$ , осадков  $<$  на  $500-600$  мм, климат отличался значительной суровостью с отрицательным балансом тепла.

Самым тёплым и влажным в гляциоплейстоцене было глобальное по масштабу и длительности муравинское межледниковье — преобладающее развитие имели мезо- и термофильные древесные породы, сформировавшие зону широколиственных лесов на огромной площади Восточно-Европейской равнины (территория Беларуси была полностью занята ими, а северная их граница доходила до Санкт-Петербурга) и в Западной Сибири; границы смешанной и таежной зон продвигались ещё дальше к северу, исчезали арктическая зона и тундра на севере Европы и тайга располагалась у морского побережья; уровень Мирового океана поднимался на  $130$  м (до отметок  $+10$  м).

Наиболее прохладное межледниковье – голоценовое: в атлантический оптимум от  $5$  до  $8$  тыс. л. н. величина широколиственных пород не более  $10-35\%$ , флора региона уже без экзотов, формировалась в умеренно-континентальном, тёплом и влажном климате с умеренно-мягкой зимой и длительностью безморозного периода до  $180-200$  дней в году; но и в этот оптимум длительностью в  $3000$  лет максимальное развитие имели многоярусные широколиственные формации разнообразного состава: в первую его половину – вязовые и липовые леса с дубом, а во вторую – дубовые, липовые леса с грабом и буком, с подлеском из орешника,

обильными ольшаниками, нередко ельники. Нынешнее Полесье на юге региона представляет собой зону смешанных лесов, а среднетаежных – на его севере.

Максимумом холода отличалось поозерское оледенение (оршанская стадия): величины температур и осадков были существенно ниже нынешних, климат был более континентальным и значительно суровым при минимальной в плейстоцене площади его распространения (на Беларуси он занимал только северную её часть). В регионе распространялись арктическая и тундровая зоны вблизи ледника, лесотундровая (сосново-березовые редколесья) в центре и таежная (сосново-березово-еловые леса) на юге. Флора включала экзотические аркто-бореальные, степные (ксерофиты, галофиты, мезоксерофиты) растения.

Наибольшей площадью своего распространения отличалось днепровское оледенение – до района Каневских дислокаций на Украине.

Отмеченное на конец 2020 г. превышение  $T^{\circ}$  на  $1-1,5^{\circ}\text{C}$  и увеличение сухости климата (2-й оптимум голоцена?) позволяет считать нынешний этап субатлантики сходным с атлантическим оптимумом голоцена, хотя изменения границ природных зон в регионе не произошло (кроме выделения аграрной зоны на юго-западе) на фоне все же продвижения тайги и лесотундры на север Восточно-Европейской равнины.

15) процесс осадконакопления в водоемах — установлен на основе стратификации озерных, болотных, речных (в т.ч. палеопочв) отложений в плейстоценовых разрезах по фазам развития растительности в соответствии с этапами их накопления в различных климатических условиях [3,4].

В позднеледниковье в водоёмах осаждался чаще кластогенный материал: пески, глины, суглинки, супеси, илы, алевриты, реже смешанный сапропель, гиттии, подсапропелевый торф. Межледниковые образования палеоводоёмов представлены старичными, озёрными, болотными, аллювиальными осадками мощностью от 0,3 до 100 м. В раннемежледниковье формировался сапропель тонко- и грубодетритовый, кремнезёмистый, торф, карбонатные осадки (мергель, известь озёрная, сапропель известковистый), алевриты. В оптимумы межледниковий шла садка гумусированных суглинков и супеси, торфа, гиттии, дью, мергеля, диатомита, карбонатного сапропеля, реже алеврита. В позднемежледниковье завершалось накопление торфа, супеси и суглинка, мергеля, гиттии, сапропеля тонкодетритового, кремнезёмистого, ила глинистого, реже песка и алеврита. Раннеледниковье знаменовалось садкой кластогенных осадков (песков, суглинков, глин, супесей, гиттий и др.), которые погребали органогенные толщи озер и болот и прекращали их существование.

Наиболее богаты карбонатными осадками муравинская и александрийская межледниковые эпохи, в меньшей мере – шкловская и беловежская.

Отдельные древние водоемы характеризовались более сложным осадконакоплением: на протяжении двух- и трехоптимальных межледниковий озерный цикл мог: а) повторяться неоднократно, наряду с изменением типов осадков; б) сменяться болотным, а затем вновь озерным; в) быть неизменным и представленным одним типом осадков на протяжении всего времени существования водоема.

В современных озерных котловинах кластогенный материал поозерского позднеледниковья сменялся в голоцене органогенными слоями подсапропелевого торфа и сапропелей – карбонатного, смешанного, грубо- и тонкодетритового, кремнеземистого. В субатлантике-3 прослеживалось снижение мощности слоев различных осадков и их скорости, как отражение завершения ритма седиментогенеза в конце межледниковья. Антропогенное воздействие на природную среду сказалось в изменении ритма седиментогенеза: в отдельных водоемах отмечена смена садки сапропеля тонкодетритового на кремнеземистый с карбонатными прослоями, а также кремнеземистого на смешанный, карбонатный, ил глинистый или песок с прослоями карбонатов.

Погребенные почвы формировались с разных временных интервалов голоцена, не обладают полнотой всего геологического разреза с непрерывным процессом почвообразования (кроме торфяного), отражая лишь небольшой его отрезок с умеренно-теплыми и влажными климатическими условиями педогенеза, но более информативны в проявлении локальных факторов.

1б) изменение уровня малых водоемов — возможно по соотношению состава водной, болотной и наземной травянистой растительности с закономерной сукцессией от берега водоема до максимальной глубины проникновения света в нем, на которой еще происходит процесс фотосинтеза. Такая сукцессия растительности представлена несколькими зонами (полосами): ♦**земноводные** (занимают наиболее низкие участки поймы, а иногда и прибрежные части заболоченной литорали, переносят затопление паводковыми или болотными водами) → ♦**прибрежные** (вблизи озер с широкой заболоченной поймой) → ♦**надводные (полупогруженные)** (создают «второй берег» озера и фиксируют переход пологой литорали к резко наклонной сублиторали (бровку) на гл. 1–1,5 м; растения получают солнечный свет и газы для дыхания и питания из атмосферы; вегетативно размножаются, формируют густые заросли, что создает им устойчивость против сильных ветров и динамического воздействия волн за счет эластичности) → ♦**с плавающими на поверхности листьями, цветущих**

**над водой и прикрепленных к грунту** (распространяется до гл. 2–3 м, образуют прерывистые бордюры вдоль тростниково-камышовой полосы, но наибольшей ширины достигают в заливах с илистым дном; используют воздух для питания лишь отчасти; упругие мощные стебли и плотные широкие листья являются надежным заслоном ветру)→♦**свободно плавающие на поверхности воды и в ее толще и не прикрепленные к грунту растения** (некоторые виды – рясковые – на зиму погружаются на глубину, а весной всплывают на поверхность; другие зимуют в виде стелющихся по дну или погруженных в грунт корневищ, у третьих к осени образуются зимующие побеги или почки, которые перед замерзанием водоемов погружаются на дно, а весной всплывают и дают начало новым растениям)→♦**полностью погруженные в воду, прикрепленные к грунту и выдвигающие на поверхность только цветы** («полоса рдестов» большинства озер севера региона; в зависимости от прозрачности озер макрофиты развиты до гл. 4-5 м)→♦**полностью погруженные растения** (макрофиты глубоководной полосы в прозрачных озерах достигают гл. 6–8 м и даже более; некоторые не прекращают вегетации и зимой, обогащая воду кислородом — кроме отдельных цветковых здесь растут только водоросли и водяные мхи).

Сравнение состава растительности современных озер и болот с палеоводоемами позволило проследить последовательные этапы смены зон растительности глубоководных водоемов к мелководным, постепенному их зарастанию и переходу в болота либо сохранение озерного режима в процессе развития водоема [5]. Состав болотной растительности дает возможность отнести её к низинному или верховому типу, характеризуя и тип болота.

Бóльшая амплитуда уровня воды свойственна мелководным озерам и малым рекам, меньшая – глубоководным водоемам и крупным рекам. Прибрежные разрезы чувствительнее отражали колебание воды; а чем дальше и глубже они от берега – тем более устойчив их уровень и менее изменялась литология осадков. Со времени возникновения озер и до нынешнего этапа их развития уровень воды в них имел тренд от изначально низкого к максимальному с различной вариабельностью и последующему понижению. Максимумы влажности и увеличения водной массы имели место в аллереде, пребореале-2, атлантике-1, суббореале-2; минимальные уровни озер отмечены в аллереде, интервал с позднего дриаса по ранний голоцен.

Этапы развития речной долины и колебания уровня в голоцене отражает закономерная смена сукцессий растительности: **русло→прибрежная часть русла→прирусловая пойма→центральная пойма→притеррасная пойма→старица**. В целом же, уровни рек и озер имели тенденцию к их

снижению в конце древних межледниковий. Вероятно и нынешнее обмеление рек и озер связано не только с большим потреблением воды в хозяйственных целях, а отражает и конец голоценовой межледниковой эпохи.

17) эволюция палеозер, палеоболот, речных долин — также восстанавливается по смене растительности палеоводоемов. Одни озёра и болота начали существовать с позднеледниковья, другие – на протяжении межледниковий, и завершали свой цикл в раннеледниковое время, когда их котловины были заполнены озерными, болотными образованиями и погребены под отложениями последующих оледенений и межледниковий; в голоценовых озерах осадконакопление все еще продолжается. Наряду с ними определённая группа водоёмов, получившая развитие с позднеледниковья и разных этапов межледниковий, постепенно заросла и представлена ныне современными или погребёнными болотными массивами. Отдельные водоёмы претерпели более сложный ритм седиментогенеза: озёро→болото→(с ВО по SA-3)→озёро, что подтверждает перспективу восстановления пересохших болот в результате проведенной ранее мелиорации.

Различия в содержании биогенных элементов и органических веществ в пресных водах континентальных озер позволяют выделять озера олиготрофные (глубокие ранне- и позднеледниковые), мезотрофные (раннемежледниковые и оптимумов), эвтрофные (оптимальных этапов) и дистрофные (зарастающие в разные этапы межледниковья). Глубокие водоёмы эволюционировали на протяжении длительного времени: молодые – от конца поозерского оледенения и до ныне (т. е. уже 13900 лет), а более древние – от конца предшествовавшего и до начала последующего оледенения, пока не оказывались погребёнными. Нередко унаследованность рельефа способствовала заложению более молодой плейстоценовой котловины над погребённой и "вторичному" развитию палеоводоёма почти на месте ранее существовавшего; скважины вскрывают в таких местах по две межледниковые толщи.

Мелкие водоемы были сравнительно недолговечны: путем продвижения растительности вглубь котловины, заполнения ее остатками растений, формирования на дне ила и сапропеля, а затем и торфа, увеличивая мощности осадков, или через образование сплавины, когда моховой покров усиленно нарастал с берегов и накапливал на дне озера слой торфа; зарастающее озеро переходило в низинное (травяное) болото, с характерными осоковыми и прочими растениями, остатки которых постоянно накапливались и поверхность этих болот постепенно повышалась, а богатое солями грунтовое питание прекращалось, травяная

растительность в нижних, лишенных кислорода и света слоях, отмирала, образуя мощные (до 8–10 м) слои торфа.

С переходом на питание атмосферными осадками эти в прошлом низинные болота постепенно заселялись белыми сфагновыми мхами, способными жить без грунтового питания и впитывать про запас огромное количество дождевой воды. Таким путем низинные (травяные) болота переходят в верховые (моховые сфагновые). Ежегодный прирост сфагнового мха наряду с прочими составом растений приводил со временем к выпуклости поверхности верхового болота. В дальнейшем эти болота покрывались лесной (болотная сосна, береза) и кустарниковой растительностью, которая в виду «физиологической сухости» имела подавленный, чахлый вид, а их пыльца нередко недоразвита, а со временем здесь получали развитие и луговые ценозы и верховые болота превращались в суходольные луга.

Переходным болотам свойственен смешанный состав растительности, как переходный от верховых к низинным типами болот.

Формирование современных торфяников Беларуси началось отчасти в поозерское позднеледниковье, а преимущественно – с начала голоценового межледниковья и продолжалось на всем его протяжении до нынешнего этапа, т. е. возраст торфяников составляет не менее 10-14 тыс. лет. Этапы активного заболачивания территории проявились в бореальный (BO-2), атлантический (AT-2) и суббореальный (SB-2) периоды при заметном увлажнении климата.

18) влияние антропогенного фактора и трансформация ландшафтов под влиянием человека — выражено на диаграммах повышением роли трав в общем составе спектров, отражая уже с 2500 л. н. процесс увеличения площадей открытых мест с наземной травяной растительностью (в т. ч. под сельскохозяйственные культуры, промышленные объекты) за счет снижения лесистости территории, сокращения ареалов и исчезновения холодостойких и умеренно-влаголюбивых видов, увеличения числа редковстречаемых и исчезнувших видов Красной книги, наряду с обогащением флоры южными ксероморфными видами, синантропами (в т. ч. культурными злаками).

19) отражение динамичных процессов водного потока и явлений — в виде прибрежной и донной эрозии, склонового размыва и сноса минерального вещества в озерные котловины и реки в результате распаивания, изменяя в них тип осадконакопления; перемыва, переотложения, перерывов в осадконакоплении наряду с процессами малой скорости потока и спокойного напластования осадков и пр. Указанное выражает переотлагаемый комплекс микрофоссилий, отличающийся по степени их сохранности (зерна плоские, с металлическим блеском, часто

разрушенные или разорванные), более темному цвету, древности объектов (каменноугольные, девонские, неогеновые) или даже плейстоценовых, неопределенным органическим формам (темные мозолистые тела), фону препарата (с наличием пелитовых и крупнопесчаных частиц), резким пикам количества видов в составе спектров и пр. Перерывы в осадконакоплении фиксируются по следам разрушений осадка ожелезнением, наличием мелких неровностей, сверлениями и следами прикрепления организмов, примесью терригенного материала в карбонатных породах и переотложением частиц подстилающих отложений в виде брекчии.

20) стихийные явления (пожары, затопления, ураганы, воздействия ветровой эрозии; скоротечные мощные намывы песчаных осадков) — определяются по находящимся в образцах массовым скоплениям угольных частиц в кровле слоев торфа в результате пожаров на болотных массивах; либо присутствию их по всему разрезу в результате лесных пожаров на больших площадях; либо намыву минерального (пелитового) и органического (мельчайшего детрита) материала из-за стихийных ветровых ураганов и мощных эрозионных процессов, а также разрушения растительных остатков (древесины и пр.) в результате затопления, водных стихий и др., крупнопесчаным частицам, разрушенным, плоским, темным микрофоссилиям, темным мозолистым и неопределенным органическим телам). Они способны создать внешний вид намытым толщам как гумусированным слоям [3,4,5].

IV. Необходимость *корреляции* природных событий обеспечивается материалами спорово-пыльцевого анализа в виде установления изменений компонентов природной среды на обширных территориях, проводимой по результатам комплексных научных исследований на основе сопряженного анализа учеными геологического и географического профиля, что позволило данные палинологического метода тесно увязать с методами абсолютной (ядерной) и относительной (палеонтологическими: флористическими и фаунистическими) и непалеонтологическими) геохронологии [3,4,6-11].

Мониторинг палинологически изученных геологических разрезов гляциоплейстоцена и голоцена позволил создать единственную на Беларуси палинологическую базу данных, содержащую ныне до 1300 диаграмм, представляющих собой хронологическую летопись событий и природное наследие региона [10,12,13,14]. Ее монографическое издание по разрезам бассейнов 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 Виляя, т. 4 (Днепр, Березина и Сож – 2022 г.), т. 5 (Припять – 2023 г.), т. 6 (Справочник ПБД Беларуси – 2023 г.). Наличие и использование этих материалов в научных и практических целях свидетельствует о высокой

обеспеченности территории региона достоверными фактическими данными при картировании местонахождений разновозрастных геологических разрезов с целью решения вопросов о строении плейстоценовой толщи, мощности и возрасте слагающих ее образований, особенностям обстановки и корреляции природных событий, мест залежей полезных ископаемых [3,4,7].

Высокая информативность ископаемых палиноморф внесла свой важный вклад в познание эволюции и фиторазнообразия территории региона и сопредельных стран, прогноз изменения компонентов природной среды в будущем, перспективу палинологического направления в науке все с большим применением компьютерных технологий [18], создание 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 [17-22]. Важным шагом в этом процессе является подготовка молодых кадров путем вклада результатов полевых работ студентов в научные исследования водоемов, сбора фактического полевого материала для защиты дипломных работ, их дальнейшее обучение в магистратуре и аспирантуре как обеспечения перспективного решения современных проблем теоретических и прикладных наук.

#### **Библиографические ссылки**

1. Еловичева Я.К. Растительные микрофоссилии плейстоцена и голоцена Беларуси / БГУ, 2005. – 282 с. Монография деп. БелИСА 29.12.2005 г., № Д-200585.
2. Махнач Н.А., Еловичева Я.К., Бурлак А.Ф., Рылова Т.Б. Флора и растительность Белоруссии в палеогеновое, неогеновое и антропогеновое время / Мн.:Наука и техника, 1981. – 106 с.
3. Еловичева Я.К. Палинология Беларуси / в 4 частях. – Мн.: БГУ, 2018. – 831 с. Монография деп. в БГУ 08.01.2019 г., № 000308012019. Режим доступа: <http://elib.bsu.by/handle/123456789/212051>.
4. Еловичева Я.К. Эволюция природной среды антропогена Беларуси / Я.К. Еловичева. – Мн.: БелСЭНС, 2001. – 292 с.
5. Tarasov P.E., Pushenko M.Ya., Harrison S.P., ... Elovicheva Ya.K. et all. Lake Status Records from the Former Soviet Union and Mongolia: Documentation of the Second Version of the Database / Boulder, Colorado, USA, 1996. – 224 p. (Belarus — p.17-37).
6. Еловичева Я., де Белио Ж.-Л., Грюгер Э., Калнина Л., Лийвранд Э., Хомутова В., Плешивцева Э., Герасименко Н., Эрд К., Бэре К.-Э., Робертссон А.-М., Крупински К.

Макросукцессии палеофитоценозов эемского межледниковья в Европе / Мн.:БГУ, 2006. – 110 с. Монография деп. БелИСА 30.08.2006 г., № Д-200655.

7. Еловичева Я.К., Санько А.Ф. Академик Г.И. Горещкий и его научная школа по четвертичной геологии / Мн.: «Колорград», 2015. – 144 с.

8. Еловичева Я.К. Инновационные технологии в познании истории развития природной среды Беларуси и смежных регионов // Инновационные технологии и системы: Мат-лы Междунар. форума 26-30.09.2006, Минск. – Мн.:БелИСА, 2006. – С. 108-110.

9. Еловичева Я.К., Линднер Л., Марциняк Б., Гожик П.Ф. Климатостратиграфическая шкала плейстоцена центрально-восточной Европы // Стратиграфия и палеонтология геологических формаций Беларуси: Мат-лы междунар. научн. конф., Минск, 30-31.01.2003. Мн.:ИГН НАН, 2003. – С. 117-121.

10. Yelovicheva Yadviga. Correlation of the palynological and geochemical data for the stratigraphy and palaeogeography of the Pleistocene and Holocene of Belarus // “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., Elovicheva Ya.K., Velichkevich F.Yu. Chronology, palaeoclimatology and correlation of the Belarus Middle and Upper Pleistocene according to paleontological analysis of four main sites // Abstracts 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., Кадацкий В.Б. Перфокартотека палинологических данных из четвертичных отложений Белоруссии // Геология и геохимия антропогена Белоруссии. – Мн., 1974.

13. Еловичева Я.К., Леонова А.Г., Таборовец О.В. Палинологическая база данных Беларуси // 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., Дрозд Е.Н. Использование палинологической базы данных для целей стратиграфии и палеогеографии плейстоцена и голоцена Беларуси // 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., Дрозд Е.Н. Геологические разрезы гляциоплейстоцена и голоцена Беларуси. В 5 т. Т. 1. Бассейн Западного Буга и Нарева / Мн.:БГУ, 2018. – 109 с. Монография деп. в БГУ 23.10.2018 г., № 008223102018. Режим доступа: <http://elib.bsu.by/handle/123456789/207594>.

16. Еловичева Я.К., Дрозд Е.Н. Геологические разрезы гляциоплейстоцена и голоцена Беларуси. В 5 т. Т. 2. Бассейн Западной Двины / Мн.:БГУ, 2020. – 306 с. Монография деп. в БГУ 01.09.2020, № №010801092020. Режим доступа: <https://elib.bsu.by/handle/123456789/247963>.

17. Еловичева Я.К., Зубович С.Ф., Иванов Д.Л., Кудаш Е.Н., Скопцова Н.В. Методы изучения геологического прошлого Земли / Учебное пособие. – Мн.:БГПУ, 2001. – 76 с.

18. Писарчук Н.М., Еловичева Я.К. Использование ГИС-технологий в палинологии // ГИС-технологии в науках о Земле [Электронный ресурс]: Мат-лы Республик. научно-практич. семин. студ. и молод. ученых, г. Минск, 13.11.2019. – Мн.: БГУ, 2019. – С. 10-14.

19. Еловичева Я.К. Геохронологические методы исследований // Курс лекций. – Мн.:БГУ, 2003. –126 с.

20. Еловичева Я.К. Проблемы физической географии / Учебное пособие для студентов вузов. – Мн.:БГУ, 2011. – 272 с.

21. Еловичева Я.К. Учебно-методический комплекс по учебной дисциплине «География Мирового океана (физическая часть)». Минск: ЧП «Колорград», 2016. – 265 с.

22. Еловичева Я.К. Геохронологические методы исследований / Практикум для студентов и магистрантов географического факультета. – Минск: БГУ, 2018. – 40 с.