

Е. А. Сиренко

МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ СПОРОВО-ПЫЛЬЦЕВОГО АНАЛИЗА ДЛЯ СТРАТИГРАФИИ КОНТИНЕНТАЛЬНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ПЛИОЦЕНА – НИЖНЕГО НЕОПЛЕЙСТОЦЕНА УКРАИНЫ

Розглянуто методичні питання стосовно використання результатів спорово-пилкового аналізу для стратиграфічних побудов та палеогеографічних реконструкцій, серед яких можливі причини збіднення спорово-пилкових спектрів з субаеральних пліоценових та неоплейстоценових відкладів; шляхи формування спорово-пилкових спектрів у ґрунтових та міжґрунтових відкладах; ступінь адекватності спорово-пилкових спектрів складу рослинності; вибір найбільш оптимальних методик вилучення пилку та спор з порід, способів графічного зображення палинологічних даних, а також критеріїв для палиностратиграфії.

The author considers methodical problems of spore-pollen analysis use for stratigraphy and paleogeographic reconstructions including possible causes of impoverished spore and pollen spectra from the sub-aerial Pliocene and Neopleistocene sediments; formation ways of spore and pollen spectra in soil and intersoil depositions; adequacy level between spore and pollen spectra and vegetation composition; choice of optimum techniques for spores and pollen extraction from the rocks; way of graphical representation of palynological data as well as palynostratigraphic criteria.

Введение. До недавнего времени при изучении субаэральных континентальных отложений плиоцена и неоплейстоцена Украины в качестве основного применялся преимущественно палеопедологический метод. Палеонтологические методы имели подчиненное значение и использовались в основном для выполнения палеогеографических реконструкций, а при стратиграфических построениях и корреляционных сопоставлениях были мало востребованы. Это обусловлено прежде всего обедненностью субаэральных континентальных образований органическими остатками, среди которых практически единственными являются пыльца и споры древних растений, а также недостаточной разработкой методических основ использования результатов палинологических исследований для стратиграфических целей. Основополагающее значение для решения вопросов возможности применения спорово-пыльцевого анализа для стратификации отложений лессово-почвенной формации Русской равнины имели работы В. П. Гричука [9, 10] и Н. С. Болиховской [6], а для плейстоценовых отложений территории платформенной Украины — Д. К. Зерова [13] и А.Т. Артюшенко [2, 3].

Материалы и методы. В предлагаемом исследовании на основании анализа литературных материалов, касающихся литологических особенностей континентальных отложений плиоцена — нижнего неоплейстоцена, сохранности спор и пыльцы в осадках разного генезиса, путей формирования спорово-пыльцевых спектров, критериев интерпретации палинологических данных, а также материалов собственных палинологических исследований плиоценовых-нижнеоплейстоценовых отложений Донбасса, Причерноморской впадины, Днепровско-Донецкой впадины, Украинского щита и Волыно-Подольской плиты, рассмотрены методические аспекты применения спорово-пыльцевого анализа для стратиграфических построений и палеогеографических реконструкций. К основным из них можно отнести следующие: установление возможных причин обеднения спорово-пыльцевых спектров из субаэральные отложений; прослеживание путей формирования спорово-пыльцевых спектров из отложений почвенных и межпочвенных горизонтов; выявление степени адекватности спорово-пыльцевых спектров составу растительности; разработку критериев для выполнения стратиграфических построений и корреляционных сопоставлений по палинологическим данным.

Основные результаты и обсуждения. Палеогеографической особенностью континентальных отложений плиоцена и неоплейстоцена является ритмичное строение их толщ. Горизонты серо-бурочетных глин плиоцена, а также лессов плейстоцена чередуются с коричневыми и красноцветными образованиями, называемыми ископаемыми почвами [7, 12]. Континентальные образования плиоцена и плейстоцена в значительной степени изменены гипергенными процессами — сложными химическими преобразованиями, процессами окисления и восстановления, аккумуляцией и трансформацией органо-минеральных веществ. В таких условиях формирование спорово-пыльцевых спектров происходило сложным путем. По данным экспериментальных исследований [5, 11, 18], на

состав спорово-пыльцевых спектров, помимо типа растительности и пыльцевой продуктивности отдельных растений, оказывают влияние интенсивность, характер и тип выветривания. Ископаемые почвы и разделяющие их межпочвенные отложения формировались в разных гидротермических условиях, что обусловило их различные литолого-морфологические признаки, физико-механические свойства, химический и минеральный состав. Так, почвенные образования плиоцена и эоплейстоцена, как правило, средне- и тяжелоглинистые, часто опесчаненные, а нижнего неоплейстоцена — тяжелосуглинистые. Содержание глинистых частиц в таких отложениях нередко достигает 60—80% [24]. При таком гранулометрическом составе можно предполагать значительное количество пыльцы и спор в рассматриваемых отложениях, так как имеются указания на то, что основная масса микрофоссилий содержится именно в глинистой фракции пород. Однако красноцветные образования плиоцена и эоплейстоцена бывают прочно сцементированы и скоагулированы соединениями железа, карбонатами, процессами седиментогенеза, которые либо затрудняют выделение из пород спор и пыльцы, либо способствуют их разрушению.

Межпочвенные отложения, представленные глинами облессованными и лессовидными суглинками, характеризуются повышенным содержанием алевритовой фракции (частицы 0,05—0,01 м). Наши исследования показали, что межпочвенные отложения плиоцена нередко содержат большее количество микрофоссилий, чем почвенные горизонты, в отличие от лессовых горизонтов плейстоцена, сохраняющих противоположные тенденции. Лессовые горизонты, по данным многих исследователей [3, 6, 24] значительно беднее спорами и пыльцой, чем горизонты ископаемых почв, их разделяющие.

В зависимости от степени увлажнения и термических условий, под влиянием которых формировались ископаемые почвы, они бывают выщелоченными или карбонатными, с преобладанием гидрослюдистого или монтмориллонитового состава, различной степени ожелезненности [24]. Как показали исследования С. В. Зонна [14], железо в почвенных образованиях (современных и ископаемых) в большинстве случаев находится в труднорастворимых, окисленных и окристаллизованных формах, а также прочных железисто-органических (хелатных) соединениях, которые могут "захватывать" пыльцу и препятствовать ее выделению из пород. Это может быть одной из причин того, что из отложений наиболее ожелезненных педогоризонтов плиоцена и эоплейстоцена не всегда удается выделить достаточное количество пыльцы для получения репрезентативных данных.

Для почв нижнего плиоцена, среди которых фоновыми являются красновато-коричневые, коричневатокрасные образования, помимо высокой ожелезненности, был характерен окислительно-восстановительный режим формирования [24] в условиях переменного увлажнения и аридизации. Как показали исследования С. Н. Тюремнова и Н. Н. Березиной [4, 26], такой режим крайне неблагоприятен для сохранения пыльцы, особенно пыльцевых зерен древесных растений. Наоборот, условия постоянной влажности наиболее благоприятны для сохранения пыльцы и спор. Вероятно, это является одной из причин большей обогащенности пыльцой отложений озерного генезиса, по сравнению с субаэральными.

В проведенных нами исследованиях наблюдалась весьма четкая закономерность увеличения пыльцы и спор в оглеенных горизонтах почвенных и непочвенных отложений. На такую же закономерность указывают в своих работах Н. С. Болиховская [6] для плейстоценовых толщ Русской равнины, а также Л. Н. Савина [19] для современных почв. При сопоставлении в разрезах спорово-пыльцевых спектров из разновозрастных отложений можно почти безошибочно восстановить геоморфологические условия формирования последних.

Нами установлено, что на пониженных элементах рельефа, с близким стоянием грунтовых вод плиоценовые и плейстоценовые отложения всегда заметно богаче микрофоссилиями, чем на высоких хорошо аэрируемых водоразделах. Причин такому явлению, по-видимому, может быть несколько. Как указывает С. В. Зонн [14], оглеенные горизонты почв отличаются устойчивостью минеральной массы к выветриванию. Гидратные оболочки, формирующиеся на поверхности минеральных и органических частиц, создают прочную защиту от разрушения и тормозят химические превращения минеральных и органических веществ, что может предохранять от разрушения оболочки пыльцы и спор. Л. Н. Савина [19], считает, что оглеение вызывает разрушение структуры и уменьшение пористости почв, что приводит к высвобождению пыльцы от минеральных капсул, в которых она заключена. В результате происходит естественное обогащение оглеенных почв микрофоссилиями. Поэтому спорово-пыльцевые спектры могут быть достоверно сравнимы лишь при условии расположения изучаемых разрезов в одинаковых геоморфологических условиях. Однако следует отметить, что переизбыточное увлажнение также пагубно влияет на сохранность микрофоссилий. В качестве примера можно привести небольшую насыщенность пыльцой и спорами пород "боярской толщи" в пределах Украинского щита [21].

Отложения верхнего плиоцена и эоплейстоцена, как правило, содержат значительное количество карбонатов и легкорастворимых солей, особенно в южных и юго-восточных регионах Украины [24]. С одной стороны, это способствовало цементации минеральной массы, а с другой — повышению величины РН почвенного раствора. В литературе [4] есть указания на то, что повышенное содержание ионов OH^- в породах не благоприятствует сохранению пыльцы, в особенности пыльцевых зерен лиственных растений. Лучшей средой для сохранения пыльцевых зерен является нейтральная и кислая.

Все изложенное свидетельствует о том, что для субаэральных отложений, прежде всего ископаемых почв с высокой степенью окисленности минеральной массы, необходимо дальнейшее совершенствование методик выделения микрофоссилий из пород. В результате экспериментальных сопоставлений существующих и новых методов выделения пыльцы и спор из пород мы пришли к выводу, что для красноцветных ископаемых почв наиболее результативным является применение, помимо общепринятой методики, детально описанной в литературе [6], дополнительных стадий обработки с использованием 10% -ного раствора HCl и 30% -ной перекиси водорода. Многократное кипячение навески в растворе соляной кислоты до изменения цвета и консистенции породы на начальных стадиях обработки, предложенное палинологами Воронежского университета (устное сообщение), позволило значительно увеличить концентрацию пыльцы из красноцветных отложений нижнего неоплейстоцена Воыно-Подольской плиты [25]. Воздействие перекисью водорода (до прекращения реакции вскипания) на породу дало возможность получить репрезентативные материалы для характеристики ранее практически "немых" красноцветных отложений эоплейстоцена Украинского щита [23]. Упомянутая методика рекомендована палинологами Львовского отделения УкрГГРИ (устное сообщение).

Важным аспектом при палинологических исследованиях субаэральных отложений является изучение путей формирования спорово-пыльцевых спектров, а также выявление степени адекватности их составу и типу растительности. При решении этих вопросов применительно к плиоценовым и нижнеоплейстоценовым отложениям следует исходить из их полигенетичности. Можно предположить, что ведущую роль в формировании палинологического профиля межпочвенных буроцветных глин играют седиментационные процессы (эоловые, делювиальные, пролювиальные и др.), т. е. процессы одновременного отложения минерального и органического материала. Осадки лессовых горизонтов, подобно торфянику, растут вверх и постепенно аккумулируют и закрепляют пыльцу.

Применительно к ископаемым почвенным образованиям эти вопросы решаются неоднозначно. Большинство исследований такого плана проведены преимущественно на примере современных почв [4, 8, 15, 16, 26, 28, 29]. Пользуясь методом актуализма, результаты этих исследований можно использовать и для ископаемых почв.

Анализ литературных данных свидетельствует о том, что на процесс формирования спорово-пыльцевых спектров в почвенных образованиях существуют в основном две точки зрения. Первая группа исследователей (М. П. Гричук, Л. С. Исаева-Петрова, Л. Н. Савина, M. Welten) придерживаются представлений о том, что пыльца и споры, попадая в почву, закрепляются на ее поверхности гумусными гелями, почвенными коллоидами, инкрустируются в минеральные капсулы и захороняются. Упомянутые ученые считают, что по мере накопления минеральных и органических веществ пыльца закрепляется, вымывание ее происходит лишь в самом верхнем слое почвы, не глубже нескольких сантиметров, где она прочно фиксируется почвенными коллоидами. Таким образом, почвенный профиль, также как и профиль буроцветных горизонтов, постоянно растет вверх и аккумулирует пыльцу подобно торфянику. Такие же процессы свойственны и ископаемым почвам, что подтверждается наличием в составе педогоризонтов не одной почвы, а нескольких (две—три в плейстоцене и четыре—шесть в плиоцене).

Вторая группа исследователей (Н. А. Березина, С. Н. Тюремнов) считают, что формирование спектров зависит от типа почвы и условий ее формирования. В почвах подзолистого типа легкого гранулометрического состава пыльца, выпадающая на поверхность почвы, постоянно мигрирует вниз по профилю в результате вымывания ее нисходящими токами воды. В суглинистых почвах вымывание происходит не отдельными зернами, а в виде тонких суспензий по порам и трещинной сети. В черноземных почвах процессы вымывания развиты слабо. Поэтому более важными факторами миграции пыльцы являются, по мнению упомянутых исследователей, трещинообразование и перемешивание материала почвенной фауной. Наиболее благоприятные условия для сохранения пыльцы, по мнению Л. Н. Савиной [19], складываются в бурых лесных почвах, характеризующихся тяжелым гранулометрическим составом, предохраняющим пыльцу от вымывания и кислой реакции среды, способствующей ее захоронению.

Наши наблюдения убеждают в том, что формирование спорово-пыльцевых спектров в плиоценовых и нижнеоплейстоценовых почвах Украины происходило в основном по первому пути. В пользу

этого свидетельствует их тяжелый гранулометрический состав и пониженная фильтрационная способность [24], а также преобладающие коричневый, красновато-коричневый и коричнево-красный типы почвообразования, с первоначальной нейтральной и слабокислой реакцией среды [24].

Таким образом, пути формирования спорово-пыльцевых спектров в ископаемых почвах следует рассматривать дифференцированно, главным образом в зависимости от типа почвообразования.

В связи с изложенным возникает вопрос об адекватности спорово-пыльцевых спектров составу растительности. На основании сопоставления спорово-пыльцевых спектров поверхностных проб с составом растительности большинство исследователей [6, 11, 18] пришли к выводу о том, что некоторые разрушения пыльцы, происходящие в процессе гипергенеза и фоссилизации, не приводят к существенному изменению состава спорово-пыльцевых спектров и последние весьма достоверно отражают зональный тип растительности. Для устранения погрешностей, связанных с различной степенью устойчивости пыльцы отдельных растений к разрушению в процессе фоссилизации, а также разной способностью к переносу воздушными массами, разработаны поправочные коэффициенты [1, 27], которые мы также использовали в своей работе.

Важным методический аспектом является выбор критериев для интерпретации палинологических материалов с целью использования их для стратиграфических построений и корреляционных сопоставлений. Проведенные нами исследования показали, что начиная с раннего плиоцена и до раннего неоплейстоцена систематический состав флор в пределах платформенной Украины, за небольшим исключением, оставался весьма сходным.

В процессе исследований установлено, что процентные соотношения пыльцы основных групп растений (древесных пород, травянистых растений и спор) не всегда четко фиксируют отличия разновозрастных спорово-пыльцевых спектров. В спектрах некоторых горизонтов они бывают довольно близкими. В связи с этим более показательными являются качественные изменения в соотношениях пыльцы различных экологических групп. С помощью анализа таксономического состава спорово-пыльцевых спектров можно воссоздать не только макроритмичность (отличия на уровне этапов) палеорастительности, но и микроритмичность (изменения внутри каждого этапа) в ее развитии.

Под влиянием климатических сукцессий постоянно происходили изменения в составе растительных сообществ, преимущественно за счет смены соотношений в их составе растений различной экологической приуроченности. Амплитуда таких изменений была весьма значительной, что приводило к формированию широкого спектра цензов — от широколиственно-хвойных и сосново-широколиственных до степных и лугово-степных. Именно такие изменения характера растительных группировок, с учетом других показателей (пыльцевой продуктивности отдельных растений, способности к воздушному переносу, устойчивости к процессам фоссилизации) мы, вслед за В. А. Красиловым [17], использовали в качестве основных стратиграфических критериев, поскольку традиционные в биостратиграфии методы, базирующиеся на появлении и исчезновении руководящих видов для континентальных плиоценовых и неоплейстоценовых отложений (учитывая небольшую продолжительность указанных периодов) мало эффективны. Принимая во внимание все приведенные материалы, нами были предложены критерии для палиностратиграфии континентальных отложений плиоцена и неоплейстоцена Украины, детально изложенные в предыдущих публикациях [20, 22].

При выполнении палеофлористических реконструкций нами учитывался не только тип спектра (лесной, лесостепной, степной), но и анализировался таксономический состав спектра в целом, а также его компоненты, с целью исключения пыльцы экологически несовместимых растений. Это очень важно для выявления переотложенной пыльцы, не имеющей хорошо выраженных признаков фоссилизации. Особое внимание уделялось пыльце широколиственных растений, так как, по данным В. П. Гричука [10] и Р. В. Федоровой [27], эта пыльца не переносится на дальние расстояния и захороняется вблизи места произрастания материнских растений. Пыльца сосны из-за своеобразия морфологического строения, наоборот, летуча, однако, по данным этих же исследователей, процент ее заноса в степные области не превышает 15—20%.

Важным моментом при выполнении палеофлористических реконструкций и стратиграфических построений является графическая форма представления результатов палинологических исследований.

На ранних этапах исследований [3, 24] для иллюстрации результатов спорово-пыльцевого анализа субэаральных плиоценовых и неоплейстоценовых отложений широко применялись флористические графики, на которых изображался лишь качественный состав пыльцы и спор, а также фиксировалось присутствие того или иного таксона в исследуемых образцах, без указания количественных показателей. Такие графики представляют интерес лишь для палеофлористических реконструкций и не могут быть использованы для стратиграфических и корреляционных построений. Позже стали применять значковые диаграммы, отличающиеся тем, что каждый таксон изображался на них отдельным значком. Недостатком таких диаграмм была сильная перегруженность и плохая чи-

таемость из-за нанесения равного процентного содержания нескольких таксонов на одну и ту же линию значками, а также обилия значков, большая часть которых не была унифицирована.

На современном этапе исследований используются преимущественно диаграммы двух типов, с отдельным изображением содержания пыльцы каждого таксона. На оси ординат, являющейся общей для всех графиков, откладываются глубины отбора образцов, затем приводится геологический возраст исследуемых отложений и их стратиграфические индексы либо литологическая колонка. Далее графически изображается изменение процентного соотношения в составе спектров пыльцы древесных пород, травянистых растений и спор. На осях абсцисс на каждом графике откладывается процентное содержание пыльцы соответствующего таксона. Для диаграмм первого типа содержание пыльцы определенного вида представлено кривой, объединяющей точки содержания пыльцы данного таксона, а затем все пространство между нулевой абсциссой и кривой заливается штриховкой. Такие диаграммы очень наглядны и информативны в том случае, когда выполнен очень детальный отбор образцов и все мацераты хорошо насыщены пыльцой и спорами.

Однако мацераты образцов из субэаральных плиоценовых, эоплейстоценовых и нижнеоплейстоценовых отложений характеризуются неравномерной насыщенностью микрофоссилиями, часто встречаются и вовсе "немые" слои. В связи с этим для указанных отложений наиболее приемлемыми, по нашему мнению, являются диаграммы второго типа, на которых от нулевой оси абсцисс и до точки, соответствующей процентному содержанию данного компонента (на определенной глубине), проводится полоска, ширина которой равна, в принятом для построения диаграммы масштабе, интервалу глубин, с которых взята проба для анализа. Таким образом, на диаграмме не распространяется интерполяция результатов на слои, лежащие между анализируемыми образцами, а также на слои, мало насыщенные пыльцой.

В качестве иллюстрации результатов палинологических исследований очень показательными, на наш взгляд, являются и циклограммы экологической структуры комплексов, на которых показаны соотношения основных групп пыльцы, а также соотношения внутри установленных групп пыльцы растений различной экологической приуроченности. Анализ таких циклограмм позволяет не только выполнять палеогеографические реконструкции, но и проследивать закономерности смены спорово-пыльцевых комплексов в разрезах, что очень важно при проведении корреляционных сопоставлений.

Выводы. Таким образом, все приведенные материалы свидетельствуют о том, что спорово-пыльцевые спектры из континентальных отложений плиоцена и неоплейстоцена в достаточной степени отражают состав растительности. Результаты палинологических исследований могут быть использованы для палеофлористических и палеогеографических реконструкций.

Анализ современного состояния методических подходов к проведению палинологических исследований, включая усовершенствование лабораторных методов выделения пыльцы и спор из пород, а также разработку критериев палинотратиграфии, позволяет обосновать правомерность применения спорово-пыльцевого анализа, наряду с палеопедологическим методом, для стратиграфии и корреляции континентальных отложений плиоцена и неоплейстоцена.

1. Арап Р. Я. Спорово-пыльцевые исследования поверхностных проб почв растительных зон равнинной части Украины: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Киев: Наук. думка, 1976. — 25 с.
2. Артюшенко А. Т. Растительность лесостепи и степи Украины в четвертичном периоде. — Киев: Наук. думка, 1979. — 173 с.
3. Артюшенко А. Т., Пашкевич Г. А., Паришкура С. И., Карева Е. В. Палеоботаническая характеристика опорных разрезов четвертичных (антропогеновых) отложений средней и южной части Украины. — Киев: Наук. думка, 1973. — 95 с.
4. Березина Н. А., Тюремнов С. Н. О сохранности пыльцы в отложениях голоцена // Вест. Моск.ун-та. — Сер. 6. Биология, почвоведение. — 1967. — № 2. — С. 74—86.
5. Березина Н. А., Тюремнов С. Н. Использование спорово-пыльцевого анализа почв при палеофитоценологических исследованиях // Там же — 1969. — № 3. — С. 65—70.
6. Болиховская Н. С. Эволюция лессово-почвенной формации Северной Евразии. — М.: Изд-во Моск. ун-та, 1995. — 270 с.
7. Веклич М. Ф., Сиренко Н. А. Почвообразование на территории Украины в плиоцене и антропогене // Геология четвертичного периода. — Ереван: Изд-во АН АрмССР, 1977. — С. 333—336.
8. Гричук В. П. Время накопления минерального субстрата современных черноземных почв // Изв. АН СССР. Сер. геогр. — 1971. — № 1. — С. 76—83.
9. Гричук В. П. История флоры и растительности Русской равнины в плейстоцене. — М.: Наука, 1989. — 183 с.
10. Гричук В. П., Заклинская Н. Д. Анализ ископаемых пыльцы и спор и его применение в палеогеографии — М.: ОГИЗ. Географгиз, 1948. — 223 с.

11. *Гричук М. П.* Закономерности формирования современных спорово-пыльцевых спектров как основы для интерпретации ископаемых спорово-пыльцевых спектров // История развития растительности внеледниковой зоны Западно-Сибирской низменности в позднеплиоценовое и четвертичное время. — М.: Наука, 1970. — С. 12—19.
12. *Заморій П. К.* Четвертинні відклади Української РСР. — К.: Вид-во Київ. ун-ту, 1961. — 549 с.
13. *Зеров Д. К.* Перспективи розвитку наукових досліджень по вивченню флори і рослинності у найближчі роки // Ботан. журн. АН УРСР. — 1952. — Т. 9. — №4. — С. 5—19.
14. *Зонн С. В.* Железо в почвах. — М.: Наука, 1982. — 203 с.
15. *Исаева-Петрова Л. С.* О возможности палинологического исследования черноземных почв. // Изв АН СССР. Сер. геогр. — 1970. — № 1. — С. 80—87.
16. *Исаева-Петрова Л. С.* Информативность спорово-пыльцевых спектров почвенных разрезов // Палинологические исследования для стратиграфии. — Тюмень, 1983. — Вып. 179. — С. 123—129.
17. *Красилов В. А.* Палеоэкология наземных растений и палеоэкологический метод в стратиграфии континентальных толщ: Автореф. дис. ... д-ра геол.-минерал. наук. — Новосибирск, 1972. — 68 с.
18. *Пермяков А. И.* Закономерности отражения растительности в спорово-пыльцевых спектрах современных осадочных отложений различного генезиса (на примере бассейна р. Енисей): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. — М.: Наука, 1968. — 15 с.
19. *Савина Л. Н.* Изучение истории биогеоценозов по палинологическим профилям современных почв // Общие методы изучения истории современных экосистем. — М.: Наука, 1979. — С. 162—169.
20. *Сиренко Е. А.* Палинологические исследования плиоценовых отложений Украины для целей фитостратиграфии // Современные проблемы палеофлористики, палеофитогеографии и фитостратиграфии. — М., 2005. — С. 69—70.
21. *Сиренко Е. А.* Палинологические данные к обоснованию возраста боярской толщи // Проблеми стратиграфії фанерозою України. — К., 2004. — С. 174—180.
22. *Сиренко Е. А.* Палиностратиграфия неоплейстоценовых отложений платформенной Украины // Геол. журн. — 2009. — № 1. — С. 25—30.
23. *Сиренко Е. А.* Фитостратиграфический аспект изучения верхнеплиоценовых-неоплейстоценовых отложений Украинского щита // Там же. — 2009. — № 3. — С. 65—78.
24. *Сиренко Н. А., Турло С. И.* Развитие почв и растительности Украины в плиоцене и плейстоцене. — Киев: Наук. думка, 1986. — 187 с.
25. *Сиренко О. А.* Палинологічні дані до стратиграфії нижньонеоплейстоценових відкладів Волино-Подільської плити // Найдавніші ліси Поділля і Покуття. — Львів, 2009. — С. 97—113.
26. *Тюремнов С. Н., Березина Н. А.* О разрушении пыльцы древесных пород в различных условиях водно-минерального режима // Вест. Моск. ун-та. — Сер. 6. Биология. Почвоведение. — 1965. — № 1. — С. 62—71.
27. *Федорова Р. В.* Количественные закономерности распространения пыльцы древесных пород воздушным путем // Тр. Ин-та географии АН СССР. — 1952. — Т. 52, вып. 7. — С. 91—103.
28. *Dembleby G. W.* Soil pollen analysis // Y. Soil Sci. — 1961. — Vol. 12, N1. — P. 1—25.
29. *Welten M.* Bodenpollen also Dokumente der Standorts und Bestandesgeschichte // Geobot, Inst. Rubelsurich. — 1962. — N37. — P.29—33.

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

Статья поступила
 07.10.09