

Раннекаменноугольные флоры Северной Америки: состав, эволюция и фитогеографическое районирование

Ю.В. Мосейчик

Геологический институт РАН, 119017 Москва, Пыжевский пер., 7
mosseichik@ginras.ru, mosseichik@mail.ru

Дан исторический обзор взглядов на положение еврамерийских флор в системе фитохорий позднего палеозоя. Критически проанализированы предлагавшиеся схемы фитогеографического районирования европейских и североамериканских флор раннего карбона. Показано, что в раннекаменноугольное время на территории Европы могут быть выделены Северо-Американская и Европейская палеофлористические области, в каждой из которых различаются несколько провинций. Активный флористический обмен между областями начался в серпуховском веке, вероятно, после нивелирования разделявшего их каледонского горноскладчатого сооружения. В результате сформировалась флористическая общность более высокого ранга – Евромерийское царство. Важную роль в флористическом обмене играли голосеменные эндемичные еврамерийских порядков Calamopityales, Lagenostomales и Trigonocarpales.

Позднепалеозойские флоры Северной Америки и одновозрастные флоры Европы относятся к флорам так называемого еврамерийского типа, которые вместе с ангарскими, гондванскими и катазиатскими флорами составляют четыре крупнейшие генетические общности флор позднего палеозоя. Механизмы, приведшие к становлению этих общностей, еще во многом неясны, однако уже ясно, что раннекаменноугольная эпоха стала поворотной в этом

процессе. В ряде публикаций [Мосейчик, 2004б, 2008, 2010, 2012, 2013, 2014б; Mosseichik, Ruban, 2010; и др.] мною были рассмотрены этапы становления ангарской, гондванской и катазиатской флор, а также затронуты вопросы эволюции флоры Европы в раннем карбоне. Настоящая работа посвящена эволюции раннекаменноугольной флоры Северной Америки и ее роли в формировании еврамерийской флористической общности.

Развитие взглядов на место флор еврамерийского типа среди других основных типов флор позднего палеозоя

Впервые на сходство каменноугольных флор Старого и Нового Света обратил внимание швейцарский ботаник А.Декандоль [1838], который на этом основании высказал догадку о существовании в карбоне сухопутной связи между обеими частями света. Однако самостоятельная фитохория для позднепалеозойских флор Европы и Северной Америки была выделена только столетие спустя немецким палеоботаником В.Готаном [Gothan, 1937; Jongmans, Gothan, 1937], который назвал ее *Еврамерийской провинцией*. В его фитогеографической схеме эта фитохория наряду с Ангарской и Гигантоптерисовой (Катазиатской) провинциями входила в состав Арктокарбоновой области северного полушария.

Хотя во второй четверти XX века мало кто из геологов сомневался в существовании в

конце палеозоя материка, охватывавшего территории Старого и Нового Света (см. [Вегенер, 1984]), долгое время никто из палеоботаников не связывал существование еврамерийской флоры с этим континентом¹, в отличие от гондванской, ангарской и катазиатской флор, которые были выделены именно как растительное население соответствующих материков.

Тропический характер каменноугольной флоры Европы и Северной Америки был показан еще Ад.Броньяром [1838] и впоследствии находил только новые подтверждения, что дало по-

¹ В современной отечественной литературе этот материк обычно называют *Еврамерикой*, тогда как в западной – *Лаврассией* (по названию Лаврентьевского щита Северо-Американской платформы и Русской плиты Восточно-Европейской платформы).

вод рассматривать еврамерийскую флору как зональную растительность тропического пояса. Например, А.Н. Криштофович [1937] в тропическом поясе позднего палеозоя выделял *Вестфальскую область*, которая, по его мнению, была занята флорой «европейского типа», включающей помимо флор Европы и Северной Америки флоры Юго-Восточной Азии. При этом он отрицал тропический характер катазиатской флоры Северного Китая, относя ее к умеренной *Тунгусской области*.

В палеофитогеографических реконструкциях другого крупнейшего отечественного палеоботаника – С.В. Мейена [1987; Вахрамеев и др., 1970; Chaloner, Meyen, 1973; Meyen, 1987; Vakhrameev et al., 1978] для раннего и среднего карбона выделена тропическая *Еврамерийская область*. По С.В. Мейену, из Еврамерийской области в визейском веке выделилась *Казахстанская провинция*, а в среднем карбоне – *Катазиатская*, и уже в позднем карбоне флоры Европы и Северной Америки стали самостоятельной областью, за которой он сохранил название *Еврамерийская*. Эта область в середине ранней перми разделилась на две: *Североамериканскую* (юго-запад Северной Америки) и *Атлантическую* (остальная часть бывшей Еврамерийской области). В поздней перми обе эти области приобрели ранг царства.

* * *

В построениях С.В. Мейена последовательно проводилась идея о прогрессивной флористической дифференциации, впервые сформулированная французским палеоботаником Ш.-Р. Зейлером [Zeiller, 1897] и не подвергавшаяся сомнению уже более ста лет. В интерпретации С.В. Мейена [1987, с. 376, 377] эта флорогенетическая модель заключается в следующем: «Выделяются два главных цикла географической дифференциации. Для девона пока не удается очертить отчетливые фитохории. Ясная флористическая дифференциация появляется в начале карбона и далее постепенно нарастает, что отражено и в количестве фитохорий, и в их ранге. Максимальная дифференциация наблюдается в поздней перми <...>. Примерно на рубеже перми и триаса начинается сближение флор, и в раннем триасе флористическая дифференциация резко уменьшается. <...> Позднее возобновляется процесс дифференциации флор, продолжающийся до антропогена. <...> Единого фактора, с действием которого можно связать рассмотренные этапы дифференциации и дедифференциации, вероятно, не существует».

В том или ином виде эту модель в своих построениях использовали практически все палео-

ботаники, занимавшиеся фитогеографией палеозоя. Ш.-Р. Зейлер [Zeiller, 1897], В.Й. Йонгманис [Jongmans, 1937, 1952], а вслед за ними А.Н. Криштофович [1937, 1957] считали, что флористическая дифференциация начинает отчетливо проявляться в послевестфальское (позднекаменноугольное) время. При этом В.Й. Йонгманис подчеркивал, что представление об однообразии более ранних флор может оказаться преувеличенным из-за незначительной дифференциации слагавших их растительных типов и в силу недостаточной изученности этих флор. Развивая эту мысль, наш соотечественник Г.П. Радченко [1957] впервые попытался показать, что первые проявления «ботанико-географической зональности» отмечаются уже в начале карбона.

Процесс флористической дифференциации можно графически представить в виде так называемого *флорогенетического дерева*, на котором изображаются соотношения фитохорий в пространстве и времени. Первое флорогенетическое дерево для позднего палеозоя было построено С.В. Мейеном [Chaloner, Meyen, 1973] (рис. 1), затем построение таких деревьев стало практически правилом при флорогенетических исследованиях (рис. 2–4).

Как видно из представленных деревьев, взгляды на развитие флористической дифференциации постепенно менялись в сторону смещения ее начала на более ранние эпохи. Соответственно менялись представления о времени формирования самостоятельной фитохории на территории Европы и Северной Америки. Эти трансформации взглядов были связаны со все более накапливавшимися знаниями о систематическом составе и распространении силурийских и девонских растений, которые свидетельствовали о присутствии географической дифференциации уже в те далекие эпохи.

В 1967 году советский палеоботаник Н.М. Петросян [Petrosyan, 1967] впервые показала, что девонские флоры территории СССР могут быть разделены на *Европейскую*, *Казахстанскую* и *Тунгусскую области*. Позднее британская исследовательница Д.Эдвардс [Edwards, 1973, 1990; Edwards, Berry, 1991] в ряде работ пыталась продемонстрировать наличие флористической дифференциации во флорах Земного шара уже с конца силура. В частности, она считала возможным выделять особую фитохорию на территории Евразии в позднем силуре, раннем и среднем девоне, тогда как в позднем девоне она не смогла обнаружить признаки дифференциации².

² Обзор этих и других публикаций по фитогеографии девона см. в [Wnuk, 1996].

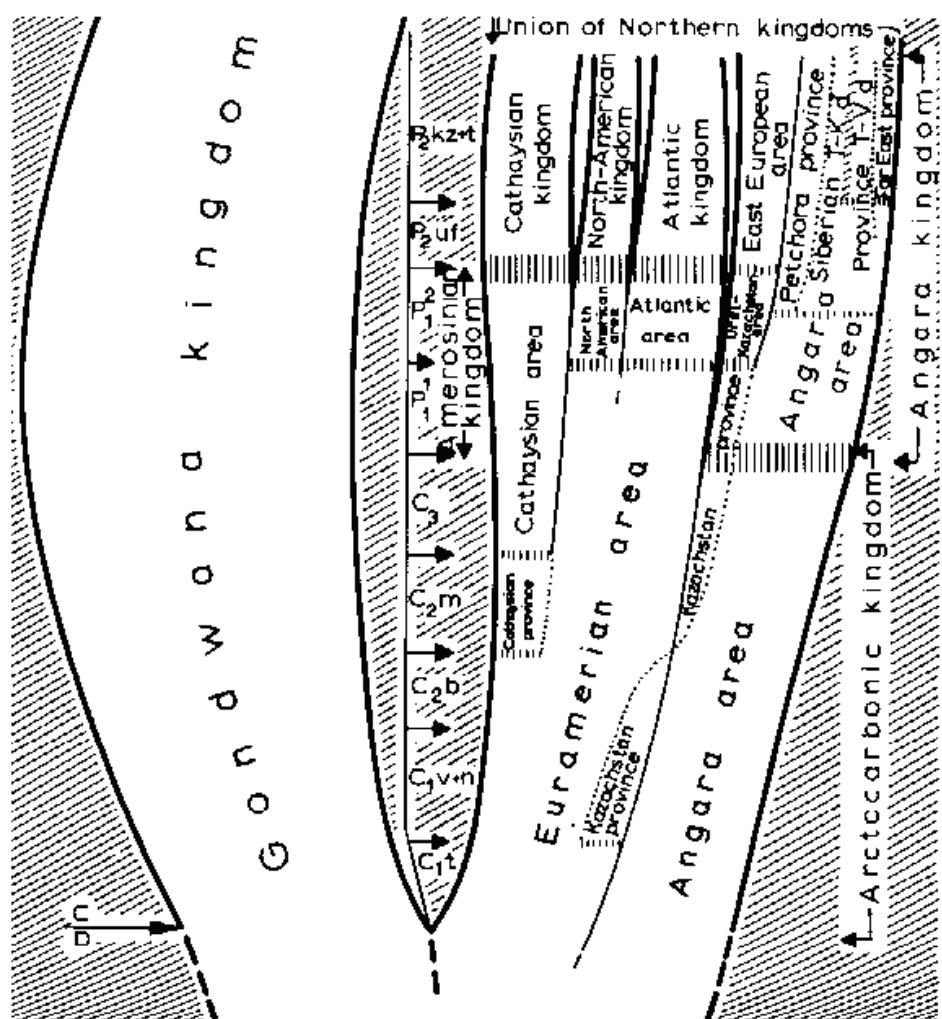


Рис. 2. Древо фитохорий карбона по Е.О. Новик и О.П. Фисуненко [1979]

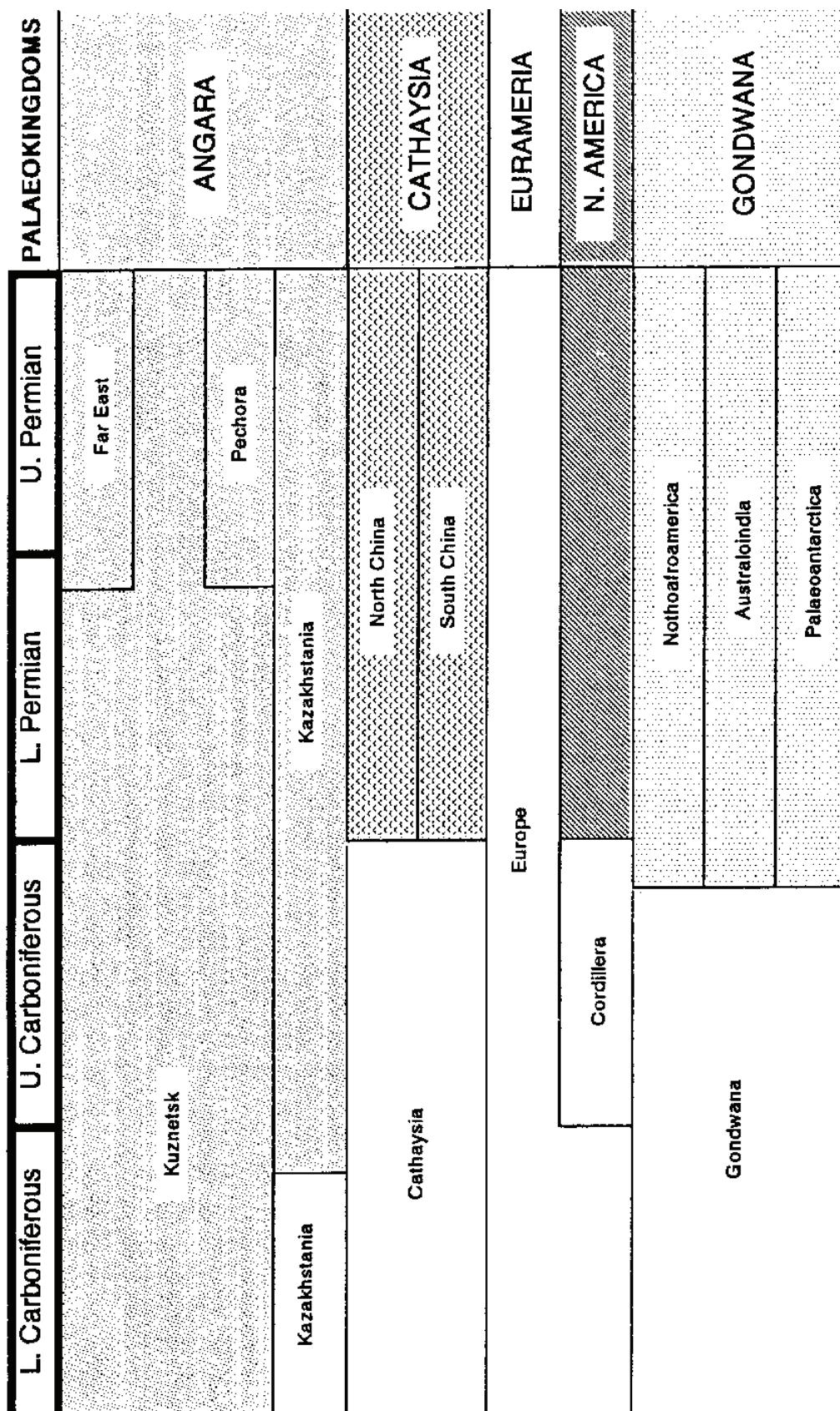


Рис. 3. Древо фитохорий карбона и перми по К.Клилу и Б.Томасу [Cleal, Thomas, 1991]

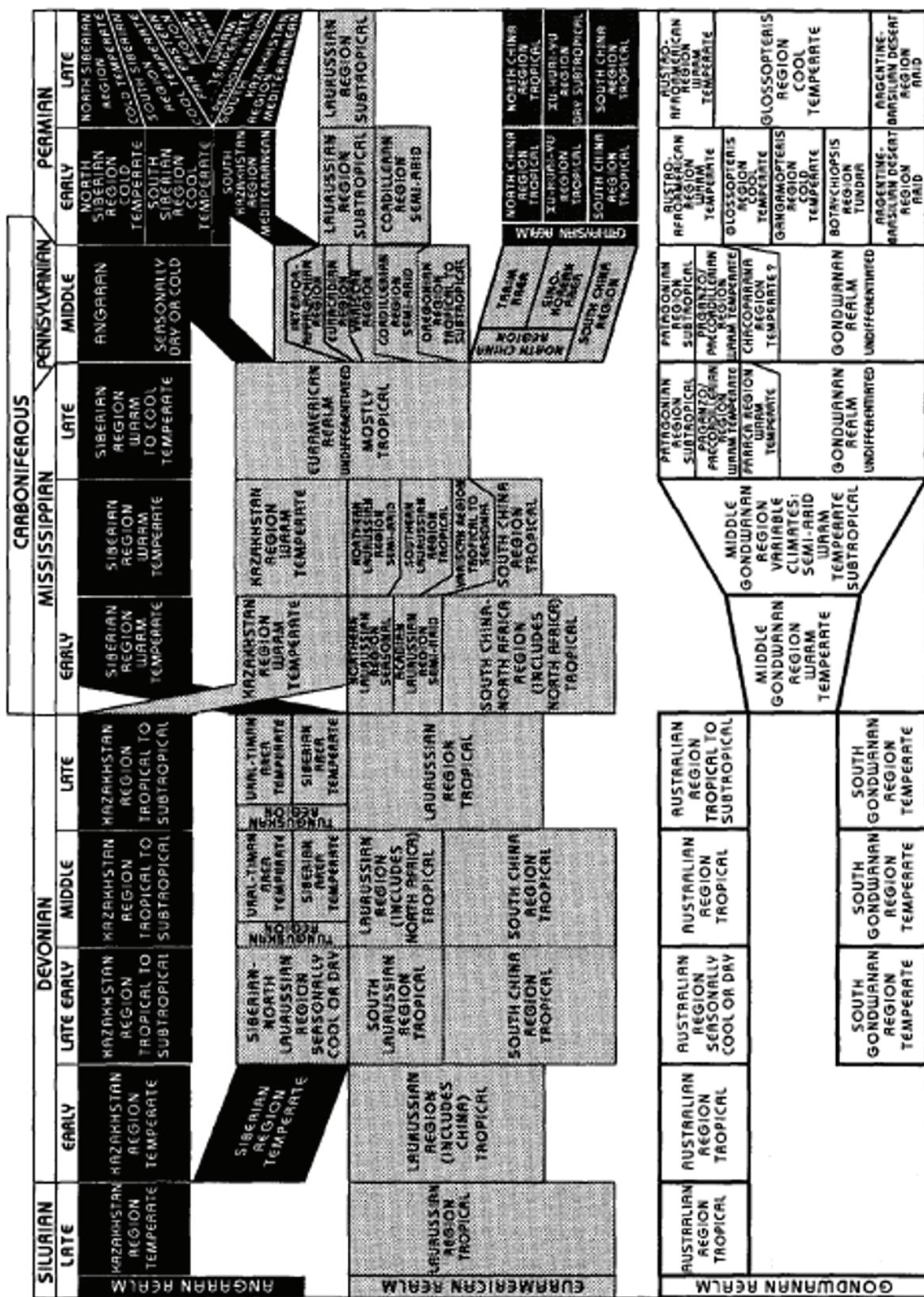


Рис. 4. Древо позднепалеозойских фитохорий по К.Внуку [Wnuk, 1996]

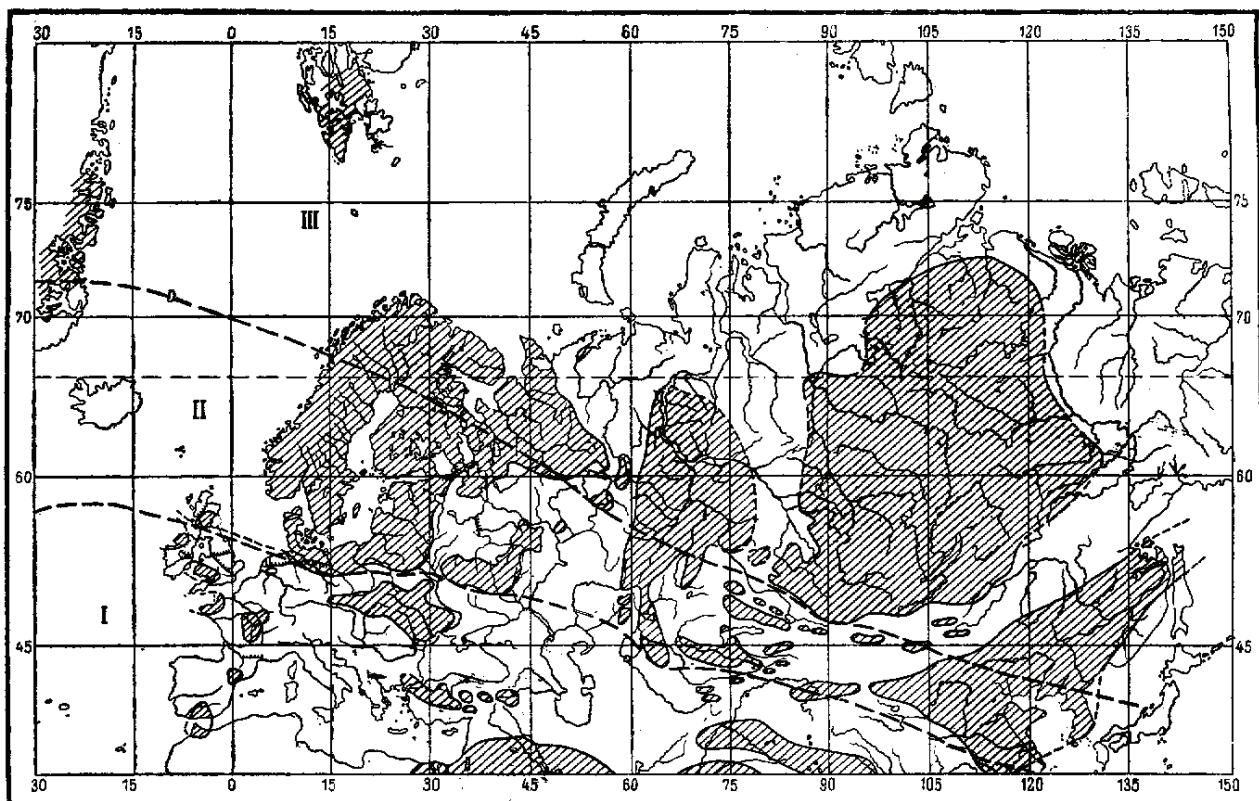


Рис. 5. Фитогеографическое районирование Северной Евразии в раннем карбоне, предложенное Г.П. Радченко [1957]. Ботанико-географические зоны (области): I – Средиземноморская; II – Шотландско-Казахстанская; III – Северо-Евразиатская

Десять лет назад автор [Мосейчик, 2004а] попыталась иначе взглянуть на процесс позднепалеозойского флорогенеза, предположив, что на ранних стадиях он являлся не дифференциацией изначально однообразного растительного покрова, а, напротив, конституированием разрозненных небольших несоподчиненных флористических общностей,

которые И.А. Игнатьев [2002] предложил называть *протофитохориями*. Предпринятый мною анализ раннекаменноугольных флор Гондваны, Катазии и Ангариды [Мосейчик, 2012, 2013, 2014б] показал, что многоуровневая иерархическая система фитохорий, по всей видимости, начинает складываться не ранее середины визейского века.

Обзор схем детального районирования раннекаменноугольных флор Европы и Северной Америки

К настоящему времени предложены достаточно многочисленные варианты флористического районирования Еврамерики в позднем палеозое [Вахрамеев и др., 1970; Клейтон, 1985; Мосейчик, 2010; Новик, Фисуненко, 1979; Радченко, 1957; Эйнор и др., 1964; Chaloner, Meyen, 1973; Clayton, 1985; Cleal, 2008а, б; Cleal, Thomas, 1991; Pfefferkorn, Gillespie, 1980; Raymond et al., 1985; Read, Mamay, 1964; Sullivan, 1965, 1967; Tenčov, 1975, 1977; Vakhrameev et al., 1978; Van der Zwan, 1981; Wnuk, 1996; и др.]. В рамках тематики настоящей статьи ограничусь анализом только тех схем, которые касаются раннего карбона.

Впервые о неоднородности раннекаменноугольных флор Европы заговорил упоминавшийся выше В.Готан, который в одной из своих ранних статей [Gothan, 1915] отметил своеобразие кульмских (турнейско-визейских) флор Шотландии и Шпицбергена по отношению к одновозрастным флорам Средней Европы и предложил выделить особую *Шотландско-Арктическую провинцию*, однако позднее он не возвращался к этой идеи.

Первая детальная фитогеографическая схема для раннего карбона была создана Г.П. Радченко [1957], которая, правда, касалась преимущественно Северной Евразии (рис. 5). Развивая идею

А.Н. Криштофовича [1937] о том, что крупнейшие палеофлористические единицы должны соответствовать широтным климатическим зонам, Г.П. Радченко выделил три ботанико-географические зоны (области): умеренную *Северо-Евразиатскую* (Восточная Гренландия, Шпицберген, север Восточно-Европейской платформы, Сибирь, Монголия), тепло-умеренную *Шотландско-Казахстанскую* (Шотландия, Север Германии, центр Восточно-Европейской платформы, Южный и Средний Урал, Средняя Азия) и субтропическую *Средиземноморскую* (остальная часть Западной Европы, Донбасс, Северная Африка, Кашмир, Южный и Западный Китай, восток Северной Америки). Таким образом, раннекаменноугольные флоры Европы и Северной Америки были отнесены к трем разным областям.

Позднее Г.П. Радченко в коллективной работе по составлению палеобиогеографических карт территории СССР [Эйнор и др., 1964] выделил внутри указанных ботанико-географических областей ряд провинций: в Северо-Евразиатской – Урало-Тимансскую и Сибирскую, в Шотландско-Казахстанской – Восточно-Европейскую и Казахстанскую, в Средиземноморской – Донецкую и Среднеазиатскую. К сожалению, во многом верные, но небрежно составленные схемы Г.П. Радченко вызвали серьезные критические замечания [Мейен, 1966; Вахрамеев и др., 1970; Новик, 1972; Мосейчик, 2004б] и не получили признания и широкого распространения.

В 1970-е годы появились более или менее надежные реконструкции положения материков в позднем палеозое. Наложив фитогеографические данные на плейтектонические карты Л.П. Зоненшайна и его коллег, советские палеоботаники Е.О. Новик и О.П. Фисуненко [1979] предложили свой вариант районирования флор Земного шара в раннем карбоне (см. рис. 2). Для той эпохи, по их мнению, можно выделить *Ангарскую* и *Гондванско-Европейскую* области, последняя из которых делится на *Казахстанскую*, *Гондванскую* и *Экваториальную* провинции. В Экваториальной провинции различаются *Североамериканский*, *Вестфальский* (Европа, Восточная Гренландия, Марокко) и *Катагиатский округа*. Работа Е.О. Новик и О.П. Фисуненко показала хорошее соответствие площадей распространения фитохорий с территориями палеоконтинентов. Они также впервые продемонстрировали различия раннекаменноугольных флор Старого и Нового Света, однако природу границы между Североамериканским и Вестфальским округами объяснить не смогли.

* * *

Американские исследователи во главе с Э.Реймонд [Raymond et al., 1985] предприняли попытку разобраться с фитогеографией раннего карбона, применив методы компьютерной обработки данных. Для сравнения списков родов ископаемых растений из отдельных регионов («комплексов», в терминологии Э.Реймонд с соавторами) была использована многовариантная статистическая техника полярной ординации. Компьютерные симуляции показали, что для турне и раннего визе могут быть выделены пять территориальных флористических единиц: *Сибирская* (Монголия), *северная низкоширотная* (Урал, Шпицберген, Гренландия), *Акадская*³ (Ирландия, Шотландия, Восточная Канада), *Экваториальная* (Китай, Марокко) и *Средне-Гондванская* (Гана, Кашмир). Для позднего визе и серпухова таких единиц получилось три: *Сибирская* (Алтай-Саянская горная область, Монголия), *Экваториальная* (Казахстан, Донбасс, Западная Европа, центральные районы США) и *Гондванская* (Кашмир, Южная Америка, Австралия). Природу своих единиц Э.Реймонд с коллегами пытались связать с климатическими причинами.

При кажущейся новизне этого исследования оно во многом повторило схемы предыдущих авторов, опиравшихся на традиционный флористический анализ. В Сибирской и Гондванской (Средне-Гондванской) единицах легко угадываются Ангарская область и Гондванское царство С.В. Мейена (см. рис. 1), а в Экваториальной единице второй половины раннего карбона – его же Евримерийская область.

Единственным новшеством стало выделение не одной, а трех (северной низкоширотной, Акадской и Экваториальной) единиц в тропическом поясе турнейско-ранневизейского времени. При этом, строго говоря, существование этих единиц не доказано. Точки, отмечающие на диаграмме Э.Реймонд с соавторами (рис. 6, а) взаимное положение использованных при анализе «комплексов», размещены весьма неплотно, что дает широкое поле для различных интерпретаций, отличающихся от предложенных американскими исследователями. Исходя из этого рисунка, вообще можно предположить, что некоторые местонахождения могут представлять собой самостоятельные палеофитохории.

Более кучно распределились результаты полярной ординации на диаграмме для второй по-

³ Акадия – в XVII–XVIII веках французская колония в Северной Америке, включавшая территории современных канадских провинций Новая Шотландия, Нью-Брансуик и ряд близлежащих островов.

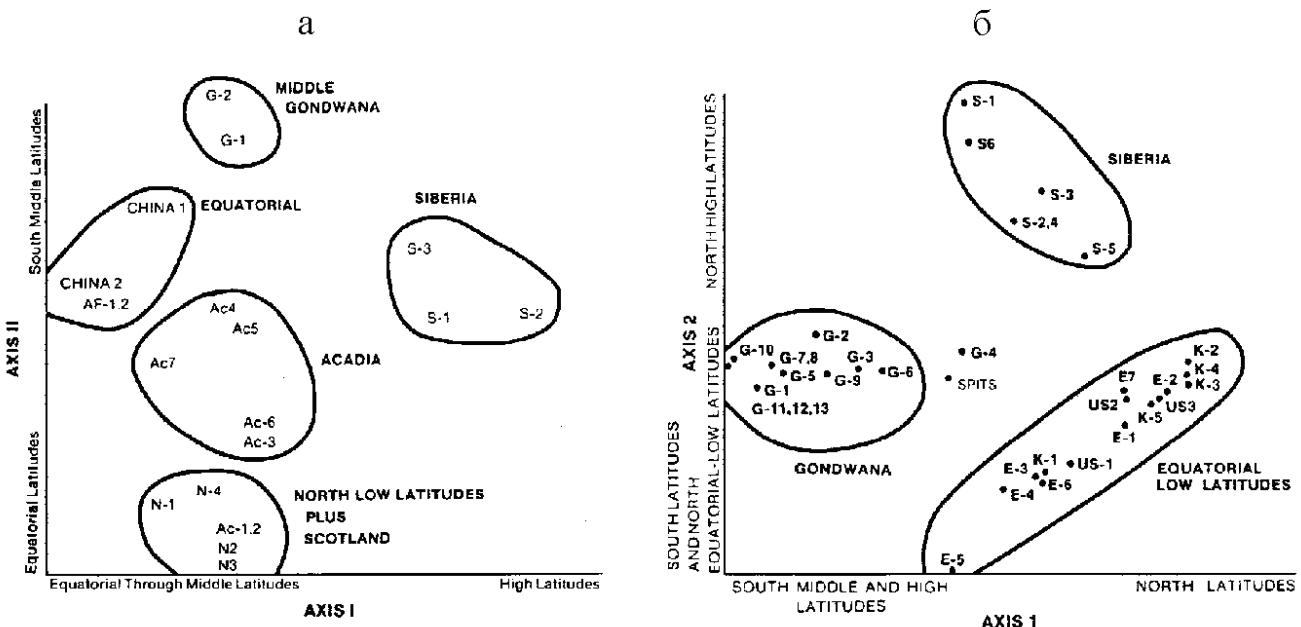


Рис. 6. Диаграммы полярной ординации турнейско-ранневизейских (а) и поздневизейско-ранненамюрских (б) макрофлористических комплексов из [Raymond et al., 1985]: Ac-1, 2 – Шотландия; Ac-3 – Ирландия; Ac-4 – Ньюфаундленд; Ac-5, 6 – Нью-Брансуик; Ac-7 – Новая Шотландия; AF-1, 2 – Марокко; E-1 – Донбасс; E-2 – Восточная Германия; E-3, 4, 6 – Чехия; E-5 – Польша; E-7 – Англия; G-1 – Гана (а); G-2 – Кашмир (а), Перу (б); G-3 – Перу; G-4 – Бразилия; G-5–8 – Аргентина; G-9–13 – Австралия; K-1–5 – Казахстан; N-1 – Восточный Урал; N-2, 3, Spits – Шпицберген; N-4 – Гренландия; S-1–6 – Алтае-Саянская горная область, Монголия; US-1 – Арканзас; US-2 – Юта; US-3 – Иллинойс

ловины раннего карбона (рис. 6, б), хотя и здесь не удалось избежать парадоксальных результатов. В частности, неожиданно выявилось высокое сходство поздневизейско-серпуховских флор Шпицбергена и Бразилии.

Существенные претензии можно предъявить к подбору исходного материала, который лег в основу обсуждаемого исследования. В частности, без внятных объяснений проигнорированы хорошо изученные раннекаменноугольные флоры Аппалачского бассейна, а для западноевропейских флор раннего карбона использованы во многом давно устаревшие списки из сводки М.Гирмера [Hirmer, 1940]. Об ошибочности датировок флористических комплексов Гондваны я уже писала ранее [Мосейчик, 2014б].

В том же году Э.Реймонд совместно с другой группой американских исследователей [Rowley et al., 1985] опубликовала статью, в которой с помощью кластерного анализа и метода полярной ординации была создана схема районирования для визейского века. При этом получились три территориальные флористические единицы: Сибирская, Гондванская и Экваториальная. Последняя была разделена на пять подчиненных единиц: Шпицбергенскую, Казахстанскую, Южноевропейско-Акадскую (Центральная Европа), Лаврскую (Донбасс и Шотландия) и Китайскую.

В этой статье, как и в предыдущей работе, серьезные нарекания вызывает подбор исходных данных. Прежде всего, для анализа были взяты не только материалы по местонахождениям ископаемых растений, визейский возраст которых установлен, но и по территориальным «комплексам» с широким возрастным диапазоном. При этом данные по североамериканским флорам опять же без объяснения причин не были включены в анализ.

Полученная схема для визе отличалась от тех, которые были опубликованы Э.Реймонд в работе, обсуждавшейся выше, однако это ничуть не смутило ученых авторов. В заключительной части статьи, рассуждая об эволюции фитогеографических единиц, они писали, что в визейское время Акадская единица объединилась с Европейской, а «между визе и поздним визе – ранним намюром» вместе со Шпицбергенской, Казахстанской и Американской единицами вошла в единую Экваториальную фитогеографическую единицу. Такой вариант флорогенетического развития вызывает полное недоумение, поскольку ни Европейской, ни Американской фитохории нет в схемах для визейского века, и что подразумевают под ними авторы, неясно.

В целом нужно отметить, что работа Э.Реймонд и ее коллег не привела к реальному

углублению знаний и лишь еще раз продемонстрировала, что в палеофитогеографии формалистический учет таксонов не способен подменить собой содержательный анализ. При этом западные исследователи нередко без должной критики ссылаются в своих публикациях на построения Э.Реймонд с соавторами как на последнее слово в фитогеографии раннего карбона (см., например, [Wnuk, 1996]).

* * *

Представляют интерес попытки районирования раннекаменноугольных флор Европы по палинологическим данным. Первое такое районирование было осуществлено американским палинологом Г.Салливаном [Sullivan, 1965, 1967] и затем развито его британскими коллегами К.Ван дер Цваном [Van der Zwan, 1981; Van der Zwan et al., 1985] и Д.Клейтоном [1985; Clayton, 1985]. Эти работы показали, что наблюдается разница между турнейско-визейскими палинокомплексами Северной (Западная Канада, Шпицберген, север Восточно-Европейской платформы) и Южной (Восточная Канада, США, Западная Европа) Европы. Г.Салливан выделил соответствующие территориальные единицы, которые предложил называть по доминирующему таксонам. В позднем турне – раннем визе он установил *региональные палинокомплексы* (*suites*) *Lophozonotriletes* в Северной Европе и *Vallatisporites* в Южной Европе. В позднем визе систематический состав миоспор был уже другой, и соответственно были изменены названия региональных палинокомплексов: *регионокомплекс Monilospora* был характерен для Северной Европы, а таковой *Grandispora* – для Южной. Позднее Д.Клейтон ввел термин *микрофлора* для обозначения флористических единиц Г.Салливана.

Макрофлористическая последовательность нижнего карбона Северной Америки

Наиболее полно раннекаменноугольная флористическая последовательность Северной Америки представлена в Аппалачском угольном бассейне, который расположен на восточной окраине материка и протягивается с юго-запада на северо-восток через североамериканские штаты Алабама, Джорджия, Теннесси, Кентукки, Огайо, Виргиния, Западная Виргиния, Мэриленд и Пенсильвания. Ч.Рид и С.Мамай [Read, Mamay, 1964], опираясь в основном на материал из Аппалачского бассейна, выделили в нижнем карбоне три региональные макрофлористические зоны (см. таблицу), которые, как они полагали, могут быть прослежены по всему континенту.

Зона *Adiantites* spp. (1). Комплекс зоны распространен в нижних частях одновоз-

районирование по миоспорам не совпадает полностью ни с одной из предлагавшихся схем макрофлористического районирования Европы в раннем карбоне, что объяснить пока трудно. В дальнейшем для разрешения возникающих противоречий необходима совместная работа палеоботаников-макрофлористов и палинологов.

* * *

Почти десять лет назад мною была начата работа над новым вариантом схемы фитогеографического районирования Европы в раннем карбоне [Мосейчик, 2005, 2008, 2009, 2010; Mosseichik, Ruban, 2010]. Прежде всего, новая версия схемы более полно учитывает данные по раннекаменноугольным флорам Восточно-Европейской платформы, которые появились в последние годы. Во-вторых, при сравнении флор использован их видовой, а не родовой состав, как делалось моими предшественниками. Это связано с тем, что при низком по сравнению с более молодыми формами морфологическом и таксономическом разнообразии раннекаменноугольных растений видовой состав лучше отражает флористические различия. Наконец, схемы районирования были построены не для отдельных веков Международной геохронологической шкалы, а для основных этапов эволюции флор, отраженных в фитостратиграфических шкалах. Остальные принципы районирования, положенные в основу новых схем, изложены в вышеупомянутых публикациях.

В опубликованных мною схемах для Европы флоры Северной Америки были затронуты лишь вскользь. В настоящей работе предлагается модифицированная версия этих схем, распространенная на всю территорию Европы.

растных свит (Formations) Покено (Pocono) и Прайс (Price) Аппалачского бассейна, которые приблизительно соответствуют киндерхукскому региоярусу Северной Америки [Eble et al., 2009], отвечающему первой половине турне [Menning et al., 2006]. В отложениях этой зоны обнаружены отпечатки папоротниковидной листвы *Adiantites cardiopteroides*, *A. cyclopteroides*, *A. spectabilis*, *A. ungeri*, *Alcicornopterus altoonensis*, *A. anthracitica*, *Rhacopteris latifolia*, *Rhodeopteridium alleghanense*, *R. ticonesianum*, синангииев *Girya pennsylvanica*, семян *Lagenospermum* sp. и купул *Calathlops pottsvilleensis*, а также остатки плауновидных плохой сохранности, определенные как *Lepidodendropsis* (?) sp. [Read, 1955].

Таблица

Корреляция флористических последовательностей Северной Америки и Европы

Зона *Triphyllopteris* spp. (2) охватывает верхние части свит Покон и Прайс. Название зоны было дано по преобладающим в ее комплексе фрагментам листья *Triphyllopteris* [Read, Mamay, 1964]. Однако позднейшие иссле-

дования показали, что остатки из Аппалачского бассейна, первоначально отнесенные к этому таксону, следует выделять в самостоятельный род, которому М.Дж. Кнаус дала название *Genselia* [Knaus, 1994, 1995; Knaus, Gillespie,

2001]. Интервал распространения зоны соответствует приблизительно озагскому региоярусу Северной Америки [Eble et al., 2009], имеющему позднетурнейско-ранневизейский возраст [Menning et al., 2006].

В Аппалачском бассейне обнаружены остатки папоротникоподобных растений *Chlidanophyton dublinensis*, членистостебельных *Archaeocalamites*, плауновидных *Lepidodendropsis scobiniformis*, *L. sigillarioides*, *L. vandergrachtii* с ризофорами *Protostigmaria eggertiana*, папоротниковидной листвы *Cardiopteridium antecedens*, *C. irregularis*, *C. spetsbergense*, *Charbeckia macrophylla*, *Gensemlia alleghanensis*, *G. compacta*, *G. lanceolata*, *G. lescuriana*, *G. rarineris*, *G. uberis*, *Neuropteris antiqua*, *Rhodeopteridium blacksburgensis*, *R. vesperinum*, *Sphenopteris elegans*, семян *Gnetopsis hispida*, *Lagenospermum* и др. (см. Приложение 1).

Комплексы близкого состава обнаружены в восточных районах Канады, в группе Хортон (Horton) провинций Нью-Брансуик и Новая Шотландия, а также в свите Солтвотер-Коув (Saltwater Cove) о. Ньюфаундленд (см. Приложение 1).

Флора зоны 2 установлена в миссисипских темных сланцах (dark shales) хребта Брукса на Аляске [Dutro, 1979]. С.Мамай определил оттуда представителей *Calamites* sp., *Lepidodendropsis* sp., *Lepidodendron* cf. *veltheimii*, *Stigmaria* cf. *ficoides*, *Lepidostrobus* sp., *Rhodeopteridium vesperinum*, *Triphylopteris* sp. К сожалению, этот комплекс до сих пор не описан.

Выше зоны 2 разрез Аппалачского бассейна представлен преимущественно карбонатными отложениями свиты Гринбраер (Greenbrier Limestone) с редкими находками ископаемых растений, поэтому Ч.Рид и С.Мамай не отнесли этот стратиграфический интервал ни к одной из выделенных ими зон. Свита приблизительно соответствует мерамецкому региоярусу и нижней части честерского региояруса [Eble et al., 2009] и имеет визейский возраст [Menning et al., 2006]. В верхней части свиты известны только своеобразные травянистые плауновидные *Hartsellea dowensis* [Gastaldo et al., 2006]. Остатки этих растений обнаружены также в раннечестерских отложениях свиты Хартселл (Hartselle Sandstone) бассейна Блэк-Вориор (Black Warrior Basin) – южного продолжения Аппалачского бассейна в штате Алабама.

Ископаемые растения из того же стратиграфического интервала известны в ряде местонахождений в западной и центральной частях Североамериканского континента. В частности, из черного кремнистого сланца (black chert) свиты Куна (Kuna) группы Лисбурн (Lisburne) хребта

Брукса на Аляске, относящегося к мерамецкому региоярусу [Dutro, 1979], по единственному экземпляру описан эндемичный лепидофильт *Meyenodendron borealis* [Thomas, Spicer, 1986].

В Иллинойском бассейне, расположенным в штатах Иллинойс, Индиана и Кентукки, в отложениях свиты Сейлем (Salem Limestone) мерамецкого возраста обнаружены остатки другого эндемичного плауновидного *Valmeyerodendron triangularifolium* [Jennings, 1972]. Стратиграфически выше, в нижней части свиты Сент-Луис (Saint Louis) того же бассейна, также относящейся к мерамецкому региоярусу, найдены фрагменты осей плауновидных, которые напоминают *V. triangularifolium*, хотя авторы этих находок сравнивают их с европейским видом *Lepidodendron volkmannianum* [Browne, Bryant, 1970].

Небогатый флористический комплекс раннечестерского возраста описан из свиты Даймонд-Пик (Diamond Peak) в Восточной Неваде [Mattinson, Tiffney, 2001]. Он содержит остатки плауновидных *Lepidodendron* cf. *aculeatum*, *Lycopodites*, членистостебельных *Archaeocalamites*, *Sphenophyllum* и голосеменных неопределенного систематического положения.

Зона *Fryopsis* ssp. – *Sphenopterididi* ssp. (3) выделена в свите Блюфилд (Bluefield) группы Моч-Чанк (Mauch Chunk) Аппалачского бассейна и отвечает средней части честерского региояруса, что приблизительно соответствует верхнему визе – нижнему серпухову [Eble et al., 2009; Ettenson, 2009]. В комплексе зоны известны отпечатки папоротниковидной листвы *Adiantites beechensis*, *Fryopsis abbensis*, *Rhodeopteridium* sp., *Sphenopteridium virginianum*, *S. brooksii*, *S. girityi*, *Sphenopteris* sp. и семян *Carpolithes virginianus* [Read, 1955; Read, Mamay, 1964].

К той же зоне относятся флористические комплексы, обнаруженные в штате Арканзас в свите Фейетвилл (Fayetteville), которая относится к зоне Е₁ по аммоноидям [Dunn, 2004], что соответствует нижней части серпуховского яруса. В свите обнаружены плауновидные с осями типа *Lepidodendron volkmannianum*, *L. veltheimii*, ризофорами *Stigmaria* и стробилами *Lepidostrobus*, членистостебельные с осями *Archaeocalamites radiatus* и стробилами *Chlamidostachys chesterianus*, растения с папоротниковидной листвой *Cardiopteridium hirta*, *Neuropteris*, *Sphenopteris mississippiana*, *S. cf. schimperiana*, *Rhodeopteridium* cf. *subpetiolatum*, семена *Rhynchogonium fayettevillense*, синангии *Telangiopsis arkansanum* и др. [Dunn, 2004].

Возможно, к этому же стратиграфическому интервалу относится флористический комплекс

из свиты Эмма-Фьорд (Emma Fiord) арктического побережья Канады, которая по палинологическим данным имеет визейский возраст [Leslie, Pfefferkorn, 2010]. Комплекс содержит остатки плауновидных cf. *Lepidodendron veltheimii*, cf. *L. volkmannianum*, cf. *Lepidophloios*, *Stigmaria coides*, предполагаемых семян тригонокарповых голосеменных типа *Rhynchogonium*, папоротниковой листвы cf. *Aneimites acadica*, *Fryopsis frondosa*, cf. *Sphenopteridium bifidum*.

Следующая зона 3 А отсутствовала в схеме Ч.Рида и С.Мамая и была выделена впервые Г.Пфефферкорном и У.Джиллеспи [Pfefferkorn, Gillespie, 1981] в свитах Хинтон (Hinton), Принстон (Princeton) и Блюстоун (Bluestone) группы Моч-Чанк. Эти свиты отвечают верхней части честерского региона и соответствуют приблизительно средней и верхней частям серпуховского яруса [Eble et al., 2009; Menning et al., 2006].

В Аппалачском бассейне в составе зонального комплекса 3А описаны остатки плауновидных с осями *Lepidodendron aculeatum*, *L. veltheimii* и ризофорами *Stigmaria*, членистостебельных *Archaeocalamites radiatus*, *Mesocalamites*, *Calamites cistii*, *C. suckowii*, *Sphenophyllum tenerrimum*, *Asterophyllites longifolius*, растений с папоротниковой листвой *Alethopteris parva*, *Archaeopteridium tschermaki*, *Lyginopteris bermudensisformis*, *L. fragilis*, *Neuropteris bulupaganensis*, *Pecopteris aspera*, cf. *Rhacopteris*, *Rhodeopteridium stachei*, *Sphenopteridium bifidum*, *Sphenopteris elegans*, *S. launoitii*, кордайтантовых *Cordaites* sp. и *Cordaianthus* sp., семян *Trigonocarpus* sp. и *Cardiocarpon* sp. [Pfefferkorn, Gillespie, 1982; Blake et al., 2002].

Флористический комплекс очень близкого состава найден в нижней и средней частях свиты Парквуд (Parkwood) бассейна Блэк-Вориор (Black Warrior Basin) [Jennings, Thomas, 1987]. В комплексе установлены плауновидные *Lepidodendron aculeatum*, *Sigillaria elegans*, членистостебельные *Calamites baldurnensis*, *Mesocalamites cistiformis*, *Asterophyllites longifolius*, *Calamostachys ramosa*, *Sphenophyllum tenerrimum*, *Bowmanites* sp., папоротниковая листва *Alloipteris dumontii*, *Pecopteris aspera*, *Sphenopteris baldurnensis*, *S. schatzlarensis*, *S. stochesianum*, фруктификации голосеменных *Calathiods beineriana*, дикранофилловые *Dicranophyllum* sp.

Возможно, к тому же стратиграфическому интервалу относится комплекс, обнаруженный в Большом Каньоне (штат Аризона) в нижней части свиты Сюрприз-Каньон (Surprise Canyon), имеющей позднемиссисипско-раннепенсильванский возраст [Tidwell et al., 1992]. Комплекс представлен плауновидными *Lepidodendron aculeatum*, *L. mannabachense*, *L. volkmannianum*, *Lepidostrobus*,

Stigmaria, членистостебельными *Mesocalamites cistiformis*, папоротниковой листвой *Pecopteris* cf. *aspera* и семенами *Wardia* sp.

* * *

В западной и центральной частях США, а также на востоке Канады известен ряд местонахождений второй половины миссисипия, которые не могут быть уверенно отнесены к зонам 3 или 3А.

В штате Юта в свите Соупстоун (Soapstone) честерского возраста обнаружены остатки плауновидных *Lepidodendron* sp., членистостебельных *Archaeocalamites radiatus*, папоротниковой листвы cf. *Cardiopteridium hirta*, cf. *Rhodeopteridium vespertinum* и рахисов *Caulopsis punctata* [Arnold, Sadlick, 1962].

В штатах Арканзас и Оклахома в свите Стэнли (Stanley Shale) найдены остатки плауновидных *Lepidodendron subclypeatum*, *Lepidostrobus peniculus*, *Stigmaria* sp., членистостебельных *Archaeocalamites coraloides*, *A. stanleyensis*, *Calamites menae*, *C. miseri*, *Sphenophyllum arkansanum*, папоротниковой листвы *Neuropteris elrodi*, *Rhodeopteridium goepperti*, *R. cf. tenue*, *Sphenopteris* cf. *mississippiana*, *Adiantites stenleyanus*, *Alloipteris arkansana*, *Archaeopteridium dawsoni*, *Palmaopteris subgeniculata* (?), органов размножения голосеменных *Calymmatotheca* sp., *Rhabdocarpus secalicus*, *Trigonocarpum giilhami*, *T. vallisjohanni*, *Wardia suspecta* [White, 1937b]. Свита Стэнли сопоставляется с мерамецким и честерским регионарами [Haley et al., 1979].

В серии Честер (Chester) Иллинойского бассейна обнаружена флора, представленная плауновидными *Lepidodendron volkmannianum*, *L. subclypeatum*⁴, *Lepidostrobus*, *Stigmaria*, членистостебельными *Archaeocalamites*, осиями папоротников *Megaphyton frondosum*, папоротниковой листвой *Adiantites*, *Botryopteris*, *Fryopsis*, *Lyginopteris bermudensisformis*, *Rhodeopteridium* cf. *trichomanoides*, *Sphenopteridium*, *Sphenopteris* cf. *mississippiana*, семенами *Rhynchogonium fayette-villense* и *Trigonocarpus*, синангиями *Telangiopsis* [Jennings, 1970, 1976, 1987].

В канадской провинции Новая Шотландия в группе Мабу (Mabou) поздневизайско-серпуховского возраста обнаружены остатки стробилов плауновидных *Lepidostrobus*, осей членистостебельных *Archaeocalamites radiatus* и *Mesocalamites cistiformis*, папоротниковой листвы *Archaeopteridium dawsoni* и *Sphenopteridium crassum* (?) [Calder, 1998].

⁴ К этому эндемичному виду я отношу остатки, описанные Д.Дженнингсом [Jennings, 1970] как *L. veltheimii*.

Глобальные макрофлористические зоны нижнего карбона и их корреляция с фитостратиграфической последовательностью Северной Америки

В нижнем карбоне могут быть выделены три глобальные макрофлористические зоны [Мосейчик, 2010, 2012, 2014б; Игнатьев, Мосейчик, 2013] (см. таблицу).

Зона *Rhaconophytum*, впервые выделенная Х.П. Бэнксом [Banks, 1980], охватывает интервал по меньшей мере от среднего фамена до раннего турне. Для нее характерны, в частности, семена древнейших голосеменных (*Archaeosperma*, *Spermolithus*), возникновение сложных стробилов у членистостебельных (*Eviostachia*, *Pseudobornia*), а также появление и широкое распространение зигоптериевых папоротников (*Rhacophyton*). Среди других характерных форм указываются остатки листвы археоптериевых прогимноспермов *Archaeopteris*, осей плауновидных *Leptophloeum* и *Cyclostigma*.

Нижнюю границу зоны *Rhacophyton* Х.П. Бэнкс проводил в середине фаменского яруса. Д.Эдвардс и ее коллеги [Edwards et al., 2000] считают возможным опустить эту границу до подошвы фаменского яруса. Я не могу присоединиться к тому или иному мнению, поскольку в задачу настоящей работы не входило изучение девонской части зоны.

Верхнюю границу зоны Х.П. Бэнкс поднимал по меньшей мере до границы подъярусов Tn 1a и Tn 1b (согласно номенклатуре стратиграфических подразделений Динантского синклиниория в Бельгии), что почти совпадает с современным положением границы девона и карбона. Наши исследования позволяют предполагать, что верхнюю границу зоны следует проводить выше – внутри подъяруса Tn2 (подробнее см. ниже).

В Северной Америке раннекаменноугольной части зоны *Rhacophyton*, вероятно, соответствует региональная зона *Adiantites* spp. (1)⁵.

Зона *Lepidodendropsis* [Мосейчик, 2010] выделяется для большей части турне – раннего визе. Для нее характерно преобладание мелкоподушечных тонкоствольных плауновидных (*Eskdalia*, *Lepidodendropsis*, *Sublepidodendron*), растений с папоротниковидной листвой типа *Adiantites*, *Fryopsis*, *Rhacopteris*, *Sphenopteris*, *Triphyllopteris*, членистостебельных с нечредующимися ребрами в узлах (*Archaeocalamites*).

Нами [Игнатьев, Мосейчик, 2013] показано, что зона отражает тот же этап эволюции растений, что и «микрофлора *Vallatisporites*»

Дж.Клейтона [1985], объединяющая миоспоровые последовательности Британских островов от зоны *Spelaeotriletes balteatus* – *Rugospora polypytcha* до зоны *Knoxisporites triradiatus* – *Knoxisporites stephanephorus*. Нижний предел распространения этой «микрофлоры» проходит внутри курсейского регионаряуса Великобритании (в середине подъяруса Tn2), а верхний – вблизи границы холкерского и асбийского регионаряусов (граница подъярусов V2 и V3).

На Русской платформе нижняя граница зоны прослежена внутри черепетского горизонта, а верхняя – внутри тульского [Мосейчик, 2010].

Нижней части зоны *Lepidodendropsis* соответствует североамериканская зона *Triphyllopteris* spp. (2). Это подтверждается преобладанием в соответствующих отложениях остатков листвы, морфологически близкой к *Triphyllopteris*, и мелкоподушечных плауновидных *Lepidodendropsis*.

Интервал, отвечающий верхней части зоны *Lepidodendropsis*, в Северной Америке практически не охарактеризован растительными остатками.

Зона *Lyginopteris* [Мосейчик, 2010] охватывает поздний визе и практически весь серпуховский ярус. Она характеризуется развитием крупноподушечных древовидных плауновидных (*Lepidodendron*, *Sigillaria*), членистостебельных, которые могли нести как чередующиеся, так и нечередующиеся проводящие пучки в узлах осей (*Mesocalamites*), голосеменных с листвой типа *Angaropteridium*, *Lyginopteris*, *Neuropteris*, *Nothorhacopteris*, *Paripteris*, а также заметным увеличением относительного числа остатков голосеменных в комплексах.

Верхняя граница зоны *Lyginopteris* почти совпадает с современным положением границы нижнего и среднего карбона [Мосейчик, 2010]. Следующая зона, пока еще окончательно не установленная, характеризуется повсеместным распространением остатков кордайтовых и кордайтоподобных растений.

К верхней части зоны *Lyginopteris* могут быть отнесены североамериканские макрофлористические зоны *Fryopsis* spp. – *Sphenopteridium* spp. (3) и 3А. Это подтверждается обилием в их комплексах остатков голосеменных (в том числе с листвой типа *Lyginopteris* и *Neuropteris*) и присутствием крупноподушечных плауновидных *Lepidodendron*.

Возможно, к нижней части зоны *Lyginopteris* относится более древний, чем зоны 3 и 3А, флористический комплекс из свиты Даймонд-Пик в

⁵ Ранее я [Мосейчик, 2010] ошибочно относила эту зону к глобальной зоне *Lepidodendropsis*.

Неваде, поскольку в нем присутствуют остатки *Lepidodendron*.

Комплексы позднемиссисипского возраста из свит Соупстоун (штат Юта) и Стэнли (штаты Арканзас и Оклахома), серии Честер (Иллинойский бассейн) и группы Мабу (провинция Новая Шотландия) хотя и не могут быть уверенно отнесены ни к одной из региональных североамериканских зон, несомненно, соответствуют глобальной зоне *Lyginopteris*.

Палеофлористическое районирование Еврамерики в раннем карбоне

Предлагаемые ниже схемы районирования (см. рис. 7, 8) построены для трех этапов эволюции еврамерийской флоры (см. таблицу): времен *Lepidodropsis*, *Lyginopteris I* и *Lyginopteris II*. В качестве палеогеографической основы взяты реконструкции Л.Р.М. Кокса и Т.Г. Торсвика [Cocks, Torsvik, 2007, 2011, 2013; Torsvik, Cocks, 2004, 2013].

Согласно плейттектоническим реконструкциям, которые вполне согласуются с палеоботаническими данными, Еврамерика в раннем карбоне представляла собой материк, основу которого составляли две древние платформы: Восточно-Европейская и Северо-Американская. Коллизия этих платформ произошла в силуре, в каледонскую эпоху складчатости [Cocks, Torsvik, 2011], что привело к формированию на границе платформ крупного горноскладчатого сооружения. Вероятно, уже к началу раннего карбона эта горная система была в значительной степени выровнена.

Вблизи южной окраины европейской части материка располагались террейны Южной Европы (Богемский, Иберийский, Центрально-Французский массивы и др.). Вероятно, к этой же группе террейнов относилась территория Северного Марокко. В середине раннего карбона, в герцинскую эпоху складчатости южноевропейские террейны присоединились к Восточно-Европейской платформе с образованием высокой горной цепи.

Палеофлористическое районирование осуществлено на основе данных по распространению видов ископаемых растений, сохранившихся в форме отпечатков и фитолейм, которые сведены в таблицы, представленные в Приложениях 1 и 2. Списки видов, известных только в анатомической сохранности, из-за их редкости и неизвестных соотношений с таксонами, установленными по другим формам сохранности, не были включены в анализ.

Данные по временам *Lyginopteris I* и *Lyginopteris II* сведены в единую таблицу, поскольку флористические комплексы большинства мест-

В середине времени *Lyginopteris* в Еврамерике произошли важные фитогеографические изменения (подробнее см. ниже), что заставило меня выделить в пределах этой глобальной зоны две последовательные зоны регионального масштаба *Lyginopteris I* и *Lyginopteris II* [Игнатьев, Мосейчик, 2013] (см. таблицу). К *Lyginopteris I* могут быть отнесены комплексы североамериканской зоны *Fryopsis* spp. – *Sphenopteridium* spp. (3), к *Lyginopteris II* – комплексы зоны 3A.

нахождений в западных и центральных районах США нельзя с уверенностью отнести к одной из этих зон.

Для Европы приведены только списки видов, характерных для всех выделяемых на ее территории палеофлористических провинций; эндемичные виды этих провинций не показаны. Полностью со списками видов локальных флор Европы можно познакомиться в моей более ранней работе [Мосейчик, 2010]. В той же публикации приведены ссылки на работы, из которых были перечислены исходные данные.

Обработка списков таксонов проводилась по модифицированной методике фитоценологической школы Цюрих-Монпелье (Ж.Браун-Бланке). Детальное описание этой методики см. в [Мосейчик, 2004, 2009].

Фитохории европейской части Еврамерики ниже описаны кратко; более подробную информацию о них можно найти в [Мосейчик, 2010]. На карты дополнительно нанесены границы фитохорий Гондваны, Ангариды, Казахстании и Катазии, реконструированные ранее [Мосейчик, 2010, 2012, 2014б] на основании тех же принципов и методов, что и предлагаемая палеофитогеографическая реконструкция для Еврамерики.

Фитохории времени *Lepidodropsis* (поздний турне – ранний визе)

В Еврамерике могут быть выделены две палеофлористические области: *Северо-Американская* и *Европейская*, граница между которыми условно проводится по каледонскому горноскладчатому сооружению на стыке Восточно-Европейской и Северо-Американской платформ. Вероятно, эта горная система долгое время обеспечивала взаимную географическую изоляцию флор обеих областей.

1. Европейская область

Включает в себя территорию Восточно-Европейской платформы и террейны Южной Ев-



Рис. 7. Фитогеографическое районирование Еврамерики и близлежащих территорий во время *Lepidodendropsis* (поздний турне – ранний визе)

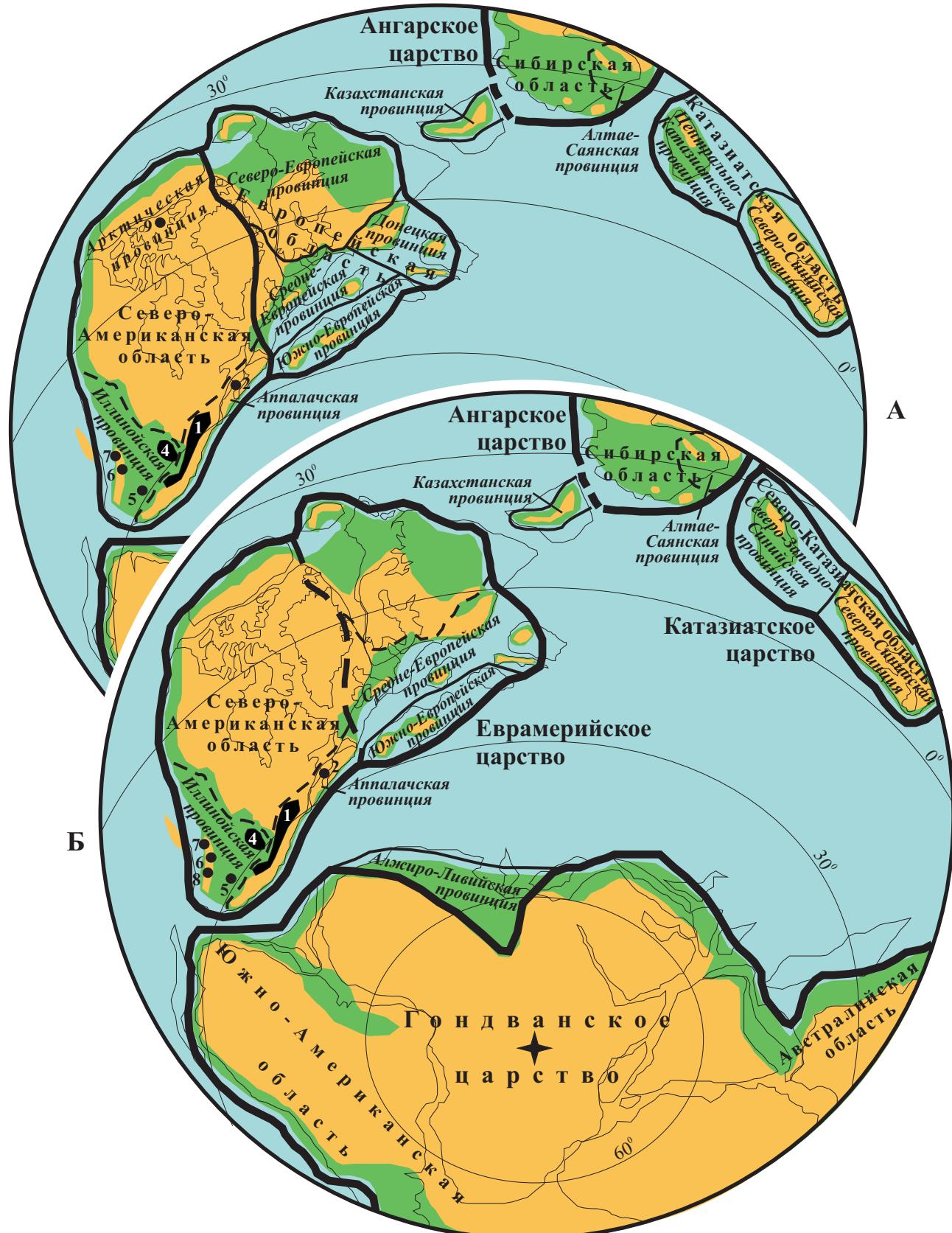


Рис. 8. Фитогеографическое районирование Евразии и близлежащих территорий: А – во время *Lyginopteris I* (поздний визе – ранний серпухов); Б – во время *Lyginopteris II* (поздний визе – ранний серпухов).

Условные обозначения см. на рис. 7

ропы. Характерны членистостебельные *Archaeocalamites*, *Sphenophyllum*, плауновидные с осями *Sublepidodendron*, *Lepidodendron* и *Lepidodropsis*, стробилами *Lepidostrobus* и ризофорами *Stigmaria*, растения с папоротниквидной листвой *Cardiopteridium*, *Diplothymeta*, *Rhacopteris*, *Rhodeopteridium*, *Spathulopteris*, *Sphenopteridium*.

1.1. Северо-Европейская провинция

Охватывает территорию Еврамерийского материка, лежавшую к востоку от каледонид (местонахождения Русской плиты, Шотландии, Шпицбергена и Восточной Гренландии) и так называемый Мугоджарский остров⁶, к которому относятся растения из местонахождений на восточном склоне Урала. Провинция характеризуется членистостебельными *Sphenophyllum teneritum*, плауновидными *Eskdalia*, *Lepidodendron spetsbergense*, *L. acuminatum*, *L. heeri*, *L. glincanum*, растениями с папоротниквидной листвой *Adiantites*, *Sphenopteridium bifidum*, *S. flexibile*, *S. norbergii*, *S. kidstonii* и др.

1.2. Южно-Европейская провинция

Располагалась на террейнах Южной Европы, включая территорию нынешнего Марокко к северу от Атласских гор. От Северо-Европейской провинции ее, по-видимому, отделял морской пролив.

Характерные представители провинции: членистостебельные *Sphenophyllum saxifragaeo-folioides*, плауновидные *Lepidodendron losseni*, растения с папоротниквидной листвой *Fryopsis frondosa*, *Rhacopteris circularis*, *Sphenopteridium dissectum*, *S. schimperi*, *Sphenopteris foliolata*, *Triphyllopteris collombiana*, *T. rhombifolia* и др.

2. Северо-Американская область

Характерны плауновидные с осями типа *Lepidodropsis* и растения с папоротниквидной листвой, относимой к роду *Rhodeopteridium* и группе близких родов *Genselia*, *Charbeckia* и *Triphyllopteris*.

По имеющимся данным, в составе области можно выделить две провинции: *Аппалачскую* на южной и *Арктическую* на северной окраинах континента.

2.1. Аппалачская провинция

Вытянута вдоль южного побережья североамериканской части Еврамерики. Включает флоры Аппалачского бассейна и Восточной Канады

⁶ На взятой за основу в настоящей работе палеогеографической основе Л.Р.М. Кокса и Т.Г. Торсвика (см. рис. 7) этот остров не обозначен.

(Акадии). Северная граница провинции проведена условно по границе площади распространения соответствующих флороносных отложений.

Для провинции характерны членистостебельные *Archaeocalamites*, плауновидные *Lepidodropsis vandergrachtii* с ризофорами *Protostigmaria eggertiana*, растения с папоротниквидной листвой *Genselia compacta*, *G. rarineris*, *«Triphyllopteris» virginiana* и др.

2.2. Арктическая провинция

Границы провинции установить пока невозможно, поскольку она известна по единственной локальной флоре. Вероятно, она занимала приморские низменности у северной окраины Северо-Американской области. О таксономическом составе флоры этой фитохории известно очень мало; ее существенным отличием от флор Аппалачской провинции является присутствие лепидофитов с осями *Lepidodendron* и ризофорами *Stigmaria*.

Фитохории времени *Lyginopteris* (поздний визе – серпухов)

Вероятно, продолжали существовать *Северо-Американская* и *Европейская* области, каждая из которых включала несколько провинций. Однако уже в середине серпуховского века разделявшие области каледониды были снивелированы. Это привело к началу флористического обмена между этими фитохориями, в котором активно участвовали древние голосеменные. В результате этих миграций на территории Еврамерики произошло формирование флористической общности более высокого порядка – *Еврамерийского царства*.

Еврамерийское царство (со времени *Lyginopteris II*)

Характерными растениями были членистостебельные *Archaeocalamites*, *Mesocalamites*, *Calamites*, *Sphenophyllum*, плауновидные с осями *Sigillaria*, *Lepidodendron*, *Lepidophloios*, фруктификациями типа *Lepidostrobus* и ризофорами *Stigmaria*, растения с папоротниквидной листвой *Adiantites*, *Alethopteris*, *Alloiopterus*, *Archaeopteridium*, *Cardiopteridium*, *Diplothymeta*, *Lyginopteris*, *Mariopteris*, *Neuropteris*, *Pecopteris*, *Rhodeopteridium*, *Sphenopteris* и кордантантовые *Cordaites*.

1. Европейская область

Характеризуется членистостебельными *Mesocalamites approximatiformis*, *M. haueri*, плауновидными *Bothrodendron deperetii*, *Lepidodendron*

acuminatum, *L. lycopodioides*, *L. ophiurus*, *L. selaginoides*, *Lepidophloios laricinus*, растениями с папоротниквидной листвой *Cardiopteridium spetsbergense*, *C. waldenburgense*, *Diplothymema adiantoides*, *D. depauperatum*, *D. dissectum*, *D. patentissimum*, *D. schoenknechtii*, *Lyginopteris dicksonioides*, *L. larischii*, *L. stangeri*, *Mariopteris renieri*, *Neuropteris antecedens*, *N. schlehanii*, *Rhacopteris petiolata*, *Rhodeopteridium giganteum*, *R. hochstetteri*, *R. stachei*, *Spathulopteris haueri*, *Sphenocyclopteridium bertrandii*, *Sphenopteridium dissectum*, *S. kirkbyi*, *S. pachyrrhachis*, *S. schimperi*, *Spnopteris affinis*, *S. mira*, *S. ovoidea*, *S. sculptile-folia*, *S. striatula*.

Внутри области выделяются четыре провинции: Северо-Европейская, Южно-Европейская, Средне-Европейская и Донецкая.

1.1. Средне-Европейская и Донецкая провинции

Сформировались на пограничных территориях турнейско-ранневизейских Южно- и Северо-Европейской провинций. К Средне-Европейской провинции отнесены флоры Восточной Гренландии, Великобритании, Бельгии и Центральной Европы, к Донецкой – Украины, Болгарии и Северного Кавказа.

Средне-Европейская провинция, по-видимому, возникла в результате сокращения Североморского бассейна, разделявшего Южную и Северную Европу, что привело к установлению флористического обмена между флорами его северного и южного побережий. Южной границей провинции стали сооружения Варисцийского складчатого пояса, северной – плакоры Восточно-Европейской платформы.

Донецкая провинция возникла на юго-восточной окраине Восточно-Европейской платформы и восточных территориях террейнов Южной Европы, где в результате тектонических поднятий появились участки суши, пригодные для заселения наземными растениями. При формировании провинции в ее состав вошли также прилегающие территории Припятской впадины и Львовско-Волынского бассейна. Вероятно, морской залив в центральной части платформы помешал дальнейшему проникновению на север донецких растений. Процесс завоевания ими новых, ранее не заселенных участков суши привел к эволюционной радиации родов *Lyginopteris*, *Mesocalamites*, а также к появлению эндемичных плауновидных *Demetria*, *Presigillaria*, *Heleniella*. Однако уже в серпуховском веке (с начала времени *Lyginopteris II*) Донецкая провинция утратила флористическое своеобразие из-за отсутствия значительных палеогеографических барьеров

между донецкими и среднеевропейскими флорами. В результате ее территория вошла в состав Средне-Европейской провинции.

В целом для обеих провинций характерны членистостебельные *Mesocalamites ramifer*, *M. roemerii*, плауновидные *Eleutherophyllum mirabile*, *E. waldenburgense*, *Lepidophloios scoticus*, растения с папоротниквидной листвой *Adiantites machaneckii*, *A. tenuifolius*, *Alloiopterus quercifolia*, *Mariopteris laciniata*, *Neuropteris gothanii*, *Neuropteris kosmanni*, *Rhacopteris lindsaeformis*, *R. robusta*, *R. transitionis*, *Rhodeopteridium lipoldi*, *Spathulopteris ettingshausenii*, *Sphenopteris foliolata*.

1.2. Южно-Европейская провинция

Сохранилась на территориях (преимущественно Франции и Испании), расположенных к югу от вздымающихся сооружений Варисийского складчатого пояса. Ядро провинции составили унаследованные от турнейско-ранневизейского времени роды *Lepidodendron*, *Diplothymema*, *Fryopsis*, *Rhacopteris*, *Rhodeopteridium*, *Sphenopteridium*, *Sphenopteris*. Только с серпуховского века (времени *Lyginopteris II*) отмечается появление представителей родов *Neuropteris* и *Lyginopteris*, тогда как в Средне-Европейской провинции они известны уже в середине визе. При значительном сходстве флор обеих провинций Южно-Европейская по систематическому составу беднее Средне-Европейской, в частности, в ней отсутствуют вышеупомянутые характерные среднеевропейские виды.

1.3. Северо-Европейская провинция

Площадь провинции сократилась по сравнению с турнейско-ранневизейским временем, поскольку территории современных Шотландии, Восточной Гренландии, Припятской впадины и Львовско-Волынского бассейна перешли в состав Средне-Европейской и Донецкой провинций. Флора Северо-Европейской провинции во многом была унаследована от предыдущего этапа развития и отличалась от флор других провинций Европейской области значительной обедненностью. В поздневизейское время характерными для нее родами были *Archaeocalamites*, *Mesocalamites*, *Lepidophloios*, *Lepidodendron*, *Sublepidodendron*, *Cardiopteridium*, *Sphenopteridium*, *Sphenopteris*, *Adiantites*, *Boroviczia*. О серпуховских флорах провинции данных нет.

2. Северо-Американская область

Характеризуется членистостебельными *Archaeocalamites*, *Mesocalamites*, плауновидными

Lepidodendron, *Lepidostrobus*, *Stigmaria*, растениями с папоротниквидной листвой *Adiantites*, *Cardiopteridium*, *Fryopsis*, *Rhodeopteridium*, *Sphenopteridium*, *Sphenopteris*, семенами *Rhynchogonium*.

Внутри области могут быть выделены *Аппалачская*, *Иллинойская* и *Арктическая провинции*.

2.1. Аппалачская провинция

Продолжала существовать на той же территории, что и во время *Lepidodropsis*. О ее составе свидетельствуют преимущественно данные по бассейнам Блэк-Вориор и Аппалачский. Сведения об одновозрастных восточно-канадских флорах крайне скучны, но можно допустить, что и во второй половине раннего карбона они сохранили свою принадлежность к Аппалачской провинции.

В начале времени *Lyginopteris I* большая часть территории провинции была охвачена морской трансгрессией, а на прибрежных участках суши произрастили эндемичные плауновидные *Hartsellea dowensis*. Когда в конце визе вновь восстановились континентальные условия, освободившаяся от моря территория была заселена эндемичными видами растений с папоротниквидной листвой *Adiantites beechensis*, *Fryopsis abbensis*, *Sphenopteridium brooksi*, *S. girtyi*, *S. virginianum* и др. Систематический состав этих растений свидетельствует о том, что источником заселения не могли быть европейские флоры, скорее всего ими стали неизвестные нам флоры центральных районов Северо-Американской платформы.

Однако со времени *Lyginopteris II* в провинции отмечается присутствие многочисленных видов, общих с Европейской областью, что может указывать на нивелировку каледонид, долгое время сдерживавших флористический обмен между североамериканскими и европейскими флорами. Среди общих видов установлены *Sigillaria elegans*, *Calamites cistii*, *C. suckowii*, *Sphenophyllum tenerrimum*, *Adiantites antiquus*, *Alethopteris parva*, *Alloiopterus dumontii*, *Archaeopteridium dawsoni*, *A. tschermaki*, *Lyginopteris bermudensis-formis*, *L. fragilis*, *Pecopteris aspera*, *Rhodeopteridium stachei*, *Sphenopteridium crassum*, *S. bifidum*, *Sphenopteris elegans*, *S. launoitii*. Кроме того, в Аппалачах появляются представители кордаитантовых *Cordaites* и *Cordaianthus*, в других североамериканских флорах неизвестные. В то же время помимо указанной выше *Sigillaria elegans* в Аппалачских флорах отсутствуют типичные европейские плауновидные. Остальные лепидофиты здесь представлены широко распространенными морфотаксонами *Lepidodendron aculeatum* и *L. veltheimii*.

Возможно, как предполагалось ранее [Мосейчик, 2010], со времени *Lyginopteris II* аппалачские флоры вместе с европейскими следует рассматривать в составе единой палеофлористической области, однако этот вопрос требует дальнейшего изучения.

2.2. Иллинойская провинция

В нее включаются флоры центральных и западных районов США (Иллинойского бассейна и штатов Арканзас, Юта, Невада и Аризона). Вероятно, эти флоры произрастили на небольших островах вблизи юго-западной окраины Евразии. Очертания этих островов реконструируют по-разному (см., например, [Ронов и др., 1984; Cocks, Torsvik, 2011]). Очевидно, эти флоры лишь изредка обменивались растениями с материком, о чем свидетельствует их небогатый и во многом эндемичный состав.

В среднем визе отсюда известны эндемичные плауновидные *Valmeyerodendron triangularifolium*. В позднем визе – серпухове для провинции характерны плауновидные *Lepidodendron subclypeatum*, *L. volkmannianum*, растения с папоротниквидной листвой *Sphenopteris mississippiana*, *Cardiopteridium hirta* и семенами *Rhynchogonium fayettevillense*, *Wardia*. Вероятно, со времени *Lyginopteris II* здесь появляются несколько видов растений с папоротниквидной листвой, общих с европейскими флорами: *Archaeopteridium dawsoni*, *Lyginopteris bermudensis-formis*, *Palmatopteris subgeniculata*, *Pecopteris aspera*, *Rhodeopteridium goepperti*, *R. tenuie*.

Возможно, Иллинойская провинция существовала и в турнейское время, хотя данных о ее флорах этого возраста мало. Они представлены лишь минерализованными остатками из раннетурнейских отложений свиты Сандерсон (Sanderson) в верхней части сланцев Нью-Олбани (New Albany Shale) Иллинойского бассейна [Beck, 1960, 1962, 1978; Beck, Bailey, 1967; Beck, Stein, 1987; Beck et al., 1992; Gastaldo, 1995; Hoskins, Cross, 1952; Read, 1936, 1937; Read, Campbell, 1939; Roy, Matten, 1989; Soria, Meyer-Berthaud, 2003; Stein, Beck, 1978, 1992].

2.3. Арктическая провинция

Вероятно, занимала ту же территорию, что и раньше. В среднем визе здесь известны эндемичные лепидофиты *Meyenodendron borealis*. В поздневизейских отложениях обнаружены плауновидные *Lepidophloios*, неизвестные в других флорах Северо-Американской области. О флорах серпуховского времени ничего неизвестно.

Заключение

В общих чертах историческая динамика раннекаменноугольных фитохорий Европеи может быть представлена следующим образом.

В раннекаменноугольное время на территории континента и близлежащих островов сформировались две крупные палеофлористические общности – *Северо-Американская* и *Европейская область*, разделенные мощным палеогеографическим барьером – каледонским горноскладчатым сооружением. В пределах Северо-Американской области существовали, по крайней мере, три палеофлористические провинции: *Арктическая*, *Иллинойская* и *Аппалачская*. Об одновозрастных флорах обширных территорий центральной части современной Северной Америки данных нет.

Позднетурейско-ранневизейские флоры Европейской области образовывали *Северо-Европейскую* и *Южно-Европейскую провинции*, разделенные узким проливом. В середине визе закрытие этого пролива и рост варисийской горной системы в Южной Европе привели к значительным изменениям в системе европейских фитохорий, которые в поздневизейское время уже были представлены четырьмя провинциями: *Северо-Европейской*, *Средне-Европейской*, *Южно-Европейской* и *Донецкой*. Последняя, однако, просуществовала недолго и в серпуховском веке слилась со Средне-Европейской провинцией.

В начале серпуховского времени, вероятно, завершился процесс нивелировки каледонид на границе Северо-Американской и Европейской платформ, что открыло пути для миграций и флористического обмена между соответствующими палеофлористическими областями. В ре-

зультате началось формирование флористической общности более высокого ранга – *Европеийского царства*.

Проведенный палеофитогеографический анализ европеийских флор раннего карбона позволяет прийти к некоторым выводам, касающимся филогении ранних голосеменных.

Важную роль в начавшемся в серпуховское время флористическом обмене между Северо-Американской и Европейской областями играли голосеменные с папоротниковидной листвой, объединяемые в порядки Calamopityales, Lagenostomales и Trigonocarpales [Мейен, 1987; Meyen, 1987]. Очевидно, что эти голосеменные сформировались в Европеиике и в раннем карбоне были эндемичными группами для этой территории. Предположения о присутствии порядков Lagenostomales и Trigonocarpales в раннекаменноугольное время за пределами этого континента [Мейен, 1990; Радченко, 1985; Шведов и др., 1963; Meyen, 1982] основаны лишь на находках в Ангариде и Казахстане листья, морфологически близкой к листьям представителей этих порядков. Они не подкреплены данными по строению фруктификаций и анатомии.

Минерализованные остатки представителей порядков Calamopityales, Lagenostomales и Trigonocarpales обнаружены как в Северо-Американской [Beck, Bailey, 1967; Beck, Stein, 1987; Dunn, 2004; Hoskins, Cross, 1952; Stein, Beck, 1978], так и в Европейской [Scott et al., 1984] областях до начала флористического обмена между ними. Это позволяет предположить, что эти группы имеют полифилетическое происхождение.

Благодарности

Автор выражает глубокую признательность И.А. Игнатьеву (Геологический институт РАН, Москва) за обсуждение проблем, затронутых в статье.

Литература

Броньяр Ад. Нынешнее состояние учения об ископаемых растениях // Горн. журн. – 1838. – Ч. 2. – Кн. 5. – С. 191–211.

Вахрамеев В.А., Добрускина И.А., Заклинская Е.Д., Мейен С.В. Палеозойские и мезозойские флоры Евразии и фитогеография этого времени. – М.: Наука, 1970. – 426 с. (Тр. ГИН АН СССР. Вып. 208).

Вегенер А. Происхождение континентов и океанов. – Л.: Наука, 1984. – 285 с.

Декандоль А. Введение в изучение ботаники или начальный курс этой науки, содержащий органографию, физиологию, методологию, географию растений, обзорение растений ископаемых, ботаники врачебной и истории ботаники. Т. 2. – М.: Типогр. Моск. ун-та, 1838. – 476 с.

Игнатьев И.А., Мосейчик Ю.В. Макрофлористические зоны в стратиграфии континентальных флюоросных толщ // Ю.Б. Гладенков, Н.В. Межеловский (ред.). Стратиграфия в начале XXI века – тенденции и новые идеи. – М.: Геокарт-ГЕОС, 2013. – С. 93–111.

Клейтон Д. Миоспоры динанта и глобальная корреляция // К.В. Симаков (ред.). Экостратиграфия, палеобиогеография и стратиграфические границы. – Магадан, 1985. – С. 138–173.

Криштофович А.Н. Ботанико-географическая зональность и этапы развития флоры верхнего палеозоя // Изв. АН СССР. Отд. мат. и ест. наук. – 1937. – №3. – С. 383–401.

Криштофович А.Н. Палеоботаника. 4-е изд. – Л.: Гостоптехиздат, 1957. – 650 с.

- Мейен С.В. О палеофлористическом районировании территории СССР в карбоне // Палеонт. журн. – 1966. – №4. С. 109–113.
- Мейен С.В. Основы палеоботаники: Справочное пособие. – М.: Недра, 1987. – 403 с.
- Мейен С.В. Каменноугольные и пермские флоры Ангариды (Обзор) // С.В. Мейен. Теоретические проблемы палеоботаники. – М.: Наука, 1990. – С. 131–223.
- Мосейчик Ю.В. О начальном этапе становления географического разнообразия растительного покрова // Фундаментальные проблемы ботаники и ботанического образования: Традиции и перспективы. Тез. докл. конференции, посвященной 200-летию кафедры высших растений МГУ (Москва, 26–30 января 2004 г.). – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2004а. – С. 160–161.
- Мосейчик Ю.В. Особенности палеофлористического районирования суши в раннем карбоне (на примере флор Ангариды) // М.В. Дуранте, И.А. Игнатьев (ред.). Растительный мир в пространстве и времени. – М.: ГЕОС, 2004б. – С. 51–84.
- Мосейчик Ю.В. Визейская флора Подмосковного бассейна в картине фитогеографии этого века // Ю.Б. Гладенков (ред.). Биосфера – экосистема – биота в прошлом Земли (палеобиогеографические аспекты). – М.: Наука, 2005. – С. 133–154.
- Мосейчик Ю.В. География эволюции визейских флор Европы // Вопросы палеофлористики и систематики ископаемых растений. Вып. 6. – СПб., 2008. – С. 18–26.
- Мосейчик Ю.В. Раннекаменноугольная флора Подмосковного бассейна. Т. I. Состав, экология, эволюция, фитогеографические связи и стратиграфическое значение. – М.: ГЕОС, 2009. – 186 с.
- Мосейчик Ю.В. Раннекаменноугольные фитохории Северной Евразии: структура, система, эволюция // *Lethaea rossica*. Российский палеоботанический журнал. – 2010. – Т. 2. – С. 1–27.
- Мосейчик Ю.В. Кордантоподобные остатки из нижнего карбона Восточно-Европейской платформы // *Lethaea rossica*. Российский палеоботанический журнал. – 2011. – Т. 5. – С. 53–68.
- Мосейчик Ю.В. Ранне- и среднекаменноугольные флоры Китая и Юго-Восточной Азии: происхождение, место в системе фитохорий и эволюция // *Lethaea rossica*. Российский палеоботанический журнал. – 2012. – Т. 7. – С. 1–24.
- Мосейчик Ю.В. Корни Ангарского царства // Палеоботанический временник. Непериодическое приложение к журналу «*Lethaea rossica*. Российский палеоботанический журнал». – 2013. – Вып. 1. – С. 82–87.
- Мосейчик Ю.В. Раннекаменноугольная флора Подмосковного бассейна. Т. II. Членистостебельные, папоротники, голосеменные. – М.: ГЕОС, 2014а. – 72 с.
- Мосейчик Ю.В. Раннекаменноугольные флоры Гондваны: состав, эволюция и географическое разнообразие // *Lethaea rossica*. Российский палеоботанический журнал. – 2014б. – Т. 9. – С. 1–20.
- Новик Е.О. К вопросу о ботанико-географическом районировании Европейской части СССР в позднем палеозое // Геол. журн. – 1972. – Т. 32. – Вып. 5. – С. 16–22.
- Новик Е.О., Фисуненко О.П. К вопросу о фитогеографии карбона. – Киев, 1979. – 54 с. (Препринт Ин-та геологических наук АН УССР. №79-1).
- Радченко Г.П. К вопросу о первом проявлении ботанико-географической и климатической зональности в Северной Евразии // Вопросы палеобиогеографии и биостратиграфии. Труды I сессии ВПО, 24–28 января 1955 г. – М.: Госгеолтехиздат, 1957. – С. 42–63.
- Радченко М.И. Атлас (определитель) каменноугольной флоры Казахстана. – Алма-Ата: Наука, 1985. – 128 с.
- Ронов А.Б., Хайн В.Е., Сеславинский Н.Б. Атлас литолого-палеогеографических карт мира. Поздний докембрий и палеозой континентов. – Л., 1984. – 70 с.
- Шведов Н.А., Новик Е.О., Радченко Г.П., Владимириович В.П., Любер А.А., Кара-Мурза Э.Н. Подкласс Pteridospermidae (Pteridospermae) // А.Л. Тахтаджан, В.А. Вахрамеев, Г.П. Радченко (ред.). Основы палеонтологии. Голосеменные и покрытосеменные. – М.: Госгеолтехиздат, 1963. – С. 29–96.
- Эйнер О.Л., Васильюк Н.П., Вдовенко М.В., Войновский-Кригер К.Г., Дунаева Н.Н., Радченко Г.П. Биогеография территории Советского Союза в каменноугольном периоде // Вопросы закономерностей и форм развития органического мира. Тр. VII сессии ВПО. – М.: Недра, 1964. – С. 195–210.
- Arnold C.A., Sadlick W. A Mississippian flora from northeastern Utah and its faunal and stratigraphic relations // Contrib. Univ. Mich. Mus. Paleontol. – 1962. – Vol. 17. – №11. – P. 241–263.
- Banks H.P. Floral assemblages in the Siluro-Devonian // D.L. Dilcher, T.N. Taylor (eds). Biostratigraphy of fossil plants. – Stroudsbourg: Dowden, Hutchinson and Ross, 1980. – P. 1–24.
- Beck C.B. Studies of New Albany Shale plants. I. *Stenokoleos simplex* comb. nov. // Amer. J. Bot. – 1960. – Vol. 47. – P. 115–124.
- Beck C.B. Plants of the New Albany Shale. II. *Callixylon arnoldii* sp. nov. // Brittonia. – 1962. – Vol. 14. – P. 322–327.
- Beck C.B. *Periastron reticulatum* Unger and *Aerocortex kentuckiensis*, n. gen. et sp., from the New Albany Shale of Kentucky // Amer. J. Bot. – 1978. – Vol. 65. – P. 221–235.
- Beck C.B., Bailey R. Plants of the New Albany Shale. III: *Chapelia campbellii* gen. n. // Amer. J. Bot. – 1967. – Vol. 54. – P. 998–1007.
- Beck C.B., Galtier J., Stein W.E. A reinvestigation of *Diichnia* Read from the New Albany Shale of Kentucky // Rev. Palaeobot. Palynol. – 1992. – Vol. 75. P. 1–32.
- Beck C.B., Stein W.E. *Galtiera bostonensis*, gen. et sp. nov., a protostelic calamopityacean from the New Albany shale of Kentucky // Can. J. Bot. – 1987. – Vol. 65. – P. 348–361.
- Blake B.M. Jr., Cross A.T., Eble C.F., Gillespie W.H., Pfefferkorn H.W. Selected plant megafossils from the Carboniferous of the Appalachian region, Eastern United States: geographic and stratigraphic distribution // L.V. Hills, C.M. Henderson, E.W. Bamber (eds.). Carboniferous and Permian of the World. – 2002. – P. 259–335. (Canadian Society of Petroleum Geologists. Memoir 19).
- Boyce W.D. Macrofloral-based aged determination of the Saltwater Cove Formation (Anguille Group), Fisher Hills Bluestone Quarry // Current Research. Newfoundland Department of Mines and Energy Geological Survey. – 1999. – Report 99-1. – P. 311–316.
- Browne R.G., Bryant A.L. Plant fossils from the St. Louis Formation in Kentucky // J. Paleontol. – 1970. – Vol. 44. – P. 520, 521.
- Calder J.H. The Carboniferous evolution of Nova Scotia // Spec. Publ. Geol. Soc. London. – 1998. – Vol. 143. – P. 261–302.
- Chaloner W.G., Meyen S.V. Carboniferous and Permian floras of the Northern continents // A. Hallam (ed.).

- Atlas Palaeobiogeography. – Amsterdam: Elsevier Publ. Co., 1973. – P. 169–186.
- Clayton G.* Dinantian miospores and inter-continental correlation // C. R. Sixième Congr. Int. Stratigraph. et Géol. Carbonifère. Madrid, 12–17 sept., 1983. Vol. 4. – Madrid, 1985. – P. 9–23.
- Cleal C.J.* Palaeofloristics of Middle Pennsylvanian lyginopteridaleans in Variscan Euramerica // Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol. – 2008. – Vol. 261. – P. 1–14.
- Cleal C.J.* Palaeofloristics of Middle Pennsylvanian madullosaleans in Variscan Euramerica // Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol. – 2008. – Vol. 268. – P. 164–180.
- Cleal C.J., Thomas B.A.* Carboniferous and Permian palaeogeography // C.J. Cleal (ed.). Plant Fossils in Geological Investigation: The Paleozoic. – L.: Ellis Horwood, 1991. – P. 154–181.
- Cocks L.R.M., Torsvik T.H.* Siberia, the wandering northern terrane, and its changing geography through the Palaeozoic // Earth-Science Reviews. – 2007. – Vol. 82. – P. 29–74.
- Cocks L.R.M., Torsvik T.H.* The Palaeozoic geography of Laurentia and western Laurussia: A stable craton with mobile margins // Earth-Science Rev. – 2011. – Vol. 106. – P. 1–51.
- Cocks L.R.M., Torsvik T.H.* The dynamic evolution of the Palaeozoic geography of eastern Asia // Earth-Science Rev. – 2013. – Vol. 117. – P. 40–79.
- Dunn M.T.* The Fayetteville Flora I: Upper Mississippian (middle Chesterian/lower Namurian A) plant assemblages of permineralized and compression remains from Arkansas, USA // Rev. Palaeobot. Palynol. – 2004. – Vol. 132. – P. 79–102.
- Dutro J.T., Jr.* The Mississippian and Pennsylvanian (Carboniferous) Systems in the United States – Alaska // U.S. Geol. Surv. – 1979. – Prof. Paper 1110-DD. – P. 1–16.
- Eble C.F., Blake B.M., Gillespie W.H., Pfefferkorn H.W.* Appalachian Basin fossil floras // Greb S.F., Chesnut D.R., Jr. (eds). Carboniferous of the Appalachian and Black Warrior Basins. – Lexington: Univ. Kentucky, 2009. – P. 46–58. (Kentucky Geol. Surv. Spec. Publ. 10. Ser. XII).
- Edwards D.* Devonian floras // A. Hallam (ed.). Atlas of Paleobiogeography. – Amsterdam: Elsevier, 1973. – P. 105–115.
- Edwards D.* Constraints on Silurian and Early Devonian phytogeographic analysis based on megafossils // Geol. Soc. London Mem. – 1990. – Vol. 12. – P. 233–242.
- Edwards D., Berry C.* Silurian and Devonian // C.J. Cleal (ed.). Plant Fossils in Geological Investigation: The Paleozoic. – L.: Ellis Horwood, 1991. – P. 117–153.
- Edwards D., Fairon-Demaret M., Berry C.M.* Plant megafossils in Devonian stratigraphy: a progress report // Courier Forschungsinstitut Senckenberg. – 2000. – Bd 220. – S. 25–37.
- Ettensohn F.R.* The Mississippian of the Appalachian Basin // Greb S.F., Chesnut D.R., Jr. (eds). Carboniferous of the Appalachian and Black Warrior Basins. – Lexington: Univ. Kentucky, 2009. – P. 22–31. (Kentucky Geol. Surv. Spec. Publ. 10. Ser. XII).
- Falcon-Lang H.J.* Early Mississippian lycopsid forests in a delta-plain setting at Norton, near Sussex, New Brunswick, Canada // J. Geol. Soc. London. – 2004. – Vol. 161. – P. 969–981.
- Gastaldo R.A.* New occurrence of *Periastron reticulatum* Unger emend. Beck, an enigmatic Mississippian fossil plant // J. Paleontol. – 1995. – Vol. 69. – P. 388–392.
- Gastaldo R.A., Gibson M.A., Blanton-Hooks A.* A Late Mississippian back-barrier marsh ecosystem in the Black Warrior and Appalachian Basins // Geol. Soc. Amer. – 2006. – Spec. Paper 399. – P. 139–154.
- Gensel P.G.* On *Neuropteris* Brongniart and *Cardiopteridium* Nathorst from the Early Carboniferous Price Formation, Southwestern Virginia, U.S.A. // Rev. Palaeobot. Palynol. – 1988. – Vol. 54. – P. 105–119.
- Gensel P.G., Skog J.E.* Two Early Mississippian seeds from the Price Formation of Southwestern Virginia // Brittonia. – 1977. – Vol. 29. – P. 332–351.
- Gothan W.* Pflanzengeographisches aus der paläozoischen Flora mit Ausblicken auf die mesozoischen Folgeflore. Teil I. // Englers Bot. Jahrb. – 1915. – Bd 52. – H. 3. – S. 221–271.
- Gothan W.* Geobotanische Provinzen im Karbon und Perm // C. R. Deuxième Congr. Strat. Géol. Carbon., Heerlen, 1935. T. 1. – Maestricht: Gebrs. Van Aelst, 1937. – P. 225–226.
- Haley B.R., Glick E.E., Caplan W.M., Holbrook D.F., Stone C.G.* The Mississippian and Pennsylvanian (Carboniferous) Systems in the United States – Arkansas // U. S. Geol. Surv. – 1979. – Prof. Paper 1110-O. – P. 1–14.
- Hirmer M.* Die Pflanzen des Karbon und Perm und ihre Stratigraphische Bedeutung // Palaeontographica B. – 1940. – Bd 84. – S. 45–102.
- Hoskins J.H., Cross A.T.* The petrifaction flora of the Devonian-Mississippian Black Shale // Palaeobotanist. – 1952. – Vol. 1. – P. 215–238.
- Jennings J.R.* Preliminary report on fossil plants from the Chester Series (Upper Mississippian) of Illinois // Trans. Illinois State Acad. Sci. – 1970. – Vol. 63. – №2. – P. 167–177.
- Jennings J.R.* A new lycopod genus from the Salem Limestone (Mississippian) of Illinois // Palaeontographica B. – 1972. – Bd 137. – S. 72–84.
- Jennings J.R.* *Protostigmaria*, a new plant organ from the Lower Mississippian of Virginia // Palaeontology. – 1975. – Vol. 18. – Pt 1. – P. 19–24.
- Jennings J.R.* The morphology and relationships of *Rhodea*, *Telangium*, *Telangiopsis*, and *Heterangium* // Amer. J. Bot. – 1976. – Vol. 63. – №8. – P. 1119–1133.
- Jennings J.R.* Fossil plants from the Mauch Chunk Formation of Pennsylvania: morphology of *Adiantites antiquus* // J. Paleontol. – 1985. – Vol. 59. – №5. – P. 1146–1157.
- Jennings J.R.* Seed fern (*Dictyastrum chestriensis* n. gen. and sp.) with a *Dictyoxylon*-type cortex from the Upper Mississippian of the Illinois Basin // J. Paleontol. – 1987. – Vol. 61. – №1. – P. 184–195.
- Jennings J.R., Karrfalt E.E., Rothwell G.W.* Structure and affinities of *Protostigmaria* // Am. J. Bot. – 1983. – Vol. 70. – No. 7. – P. 963–974.
- Jennings J.R., Thomas W.A.* Fossil plants from Mississippian – Pennsylvanian transition strata in the southern Appalachians // Southeastern Geology. – 1987. – Vol. 27. – P. 207–217.
- Jongmans W.J.* Sinchronismus und Stratigraphie // C. R. Deuxième Congr. Strat. Géol. Carbon., Heerlen, 1935. T. 1. – Maestricht: Gebrs. Van Aelst, 1937. – P. 327–344.
- Jongmans W.J.* Some problems on Carboniferous stratigraphy // C. R. Troisième Congr. Stratigraph. Géol. Carbonifère, Heerlen, 1951. – Maestricht: Ernest Van Aelst, 1952. – P. 295–306.

- Jongmans W.J., Gothan W. Betrachtungen über die Ergebnisse des Zweiten Kongresses für Karbonstratigraphie // C. R. Deuxième Congr. Strat. Géol. Carbon., Heerlen, 1935. T. 1. — Maestricht: Gebrs. Van Aelst, 1937. — P. 1–40.
- Knaus M.J. *Triphylopteris colombiana*: A clarification of the generic concept based on rediscovered specimens from Kossberg bei Plauen, Germany, and a reassignment of the North American species of *Triphylopteris* to *Genselia* gen. nov. // Int. J. Plant Sci. — 1994. — Vol. 155. — P. 97–116.
- Knaus M.J. The species of the Early Carboniferous fossil plant genus *Genselia* // Int. J. Plant Sci. — 1995. — Vol. 156 (1). — P. 61–92.
- Knaus M.J., Gillespie W.H. *Genselia compacta* (Jongmans et al.) Knaus et Gillespie comb. nov.: New insights into possible developmental pathways of early photosynthetic units // Palaeontographica B. — 2001. — Bd 256. — S. 69–94.
- Knaus M.J., Upchurch G.R. Jr., Gillespie W.H. *Charbeckia macrophylla* gen. et sp. nov. from the Lower Mississippian Price (Pocono) Formation of southeastern West Virginia // Rev. Palaeobot. Palynol. — 2000. — Vol. 111. — P. 71–92.
- Leslie A.B., Pfefferkorn H.W. Fossil floras from the Emma Fiord Formation (Viséan, Mississippian) of the Canadian Arctic Archipelago and their paleoenvironmental context // Rev. Palaeobot. Palynol. — 2010. — Vol. 159. — P. 195–203.
- Mattinson C.G., Tiffney B.H. Terrestrial plant fossils from the Mississippian Diamond Peak Formation, White Pine Range, Eastern Nevada // PaleoBios. — 2001. — Vol. 21(3). — P. 1–11.
- Menning M., Alekseev A.S., Chuvashov B.I., Davydov V.I., Devuyst F.-X., Forke H.C., Grunt T.A., Hance L., Heckel P.H., Izokh N.G., Jin Y.-G., Jones P.J., Kotlyar G.V., Kozur H.W., Nemyrowska T.I., Schneider J.W., Wang X.-D., Weddige K., Weyer D., Work D.M. Global time scale and regional stratigraphic reference scales of Central and West Europe, East Europe, Tethys, South China, and North America as used in the Devonian-Carboniferous-Permian Correlation Chart 2003 (DCP 2003) // Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol. — 2006. — Vol. 240. — P. 318–372.
- Meyen S.V. The Carboniferous and Permian floras of Angaraland (a synthesis) // Biol. Memoirs. — 1982. — Vol. 7. — №1. — P. 1–109.
- Meyen S.V. Fundamentals of Palaeobotany. — L.; N.Y.: Chapman and Hall, 1987. — 432 pp.
- Mosseichik Yu.V., Ruban D.A. Viséan flora from the Moscow Coal Basin (Baltic Plate; European Russia): local evolution in the context of global tendencies // Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol. — 2010. — Vol. 292. — P. 168–183.
- Petrosyan N.M. Stratigraphic importance of the Devonian flora of the USSR // D.H. Oswald (ed.). International Symposium on the Devonian System. Vol. 1. — Calgary: Alberta Soc. Petrol. Geol., 1967. — P. 579–586.
- Pfefferkorn H.W., Gillespie W.H. Biostratigraphic significance of plant megafossils near the Mississippian-Pennsylvanian boundary in southern West Virginia and southwestern Virginia // T.G. Roberts (ed.). Stratigraphy, Sedimentology: Field Trip Guidebook, Geological Society of America Annual Meeting, Cincinnati (1981). — Washington, 1981. — P. 159–164. (Amer. Geol. Inst. Vol. 1).
- Pfefferkorn H.W., Gillespie W.H. Plant megafossils near the Mississippian – Pennsylvanian boundary in the Pennsylvanian system stratotype, West Virginia/Virginia // W.H.C. Ramsbottom, W.B. Saunders, B.Owens (eds). Biostratigraphic data for a Mid-Carboniferous boundary. — Leeds, 1982. — P. 128–133.
- Purkyňová E. Die Unternamurflora des Beckens von Horní Slezsko (ČSSR) // Paläont. Abh. B. — 1970. — Bd 3. — Heft 2. — S. 131–268.
- Raymond A., Parker W.C., Parrish J.T. Phytogeography and Paleoclimate of the Early Carboniferous // B.H. Tiffney (ed.). Geological factors and the evolution of plants. — Yale: Yale University Press, 1985. — P. 169–222.
- Read C.B. The flora of the New Albany Shale. Part 1. *Diichnia kentuckiensis*, a new representative of the Calamopityeae // U.S. Geol. Surv. — 1936. — Prof. Paper 185-H. — P. 149–161.
- Read C.B. The flora of the New Albany Shale. Part 2. The Calamopityeae and their relationships // U.S. Geol. Surv. — 1937. — Prof. Paper 186-E. — P. 81–91.
- Read C.B. Floras of the Pocono Formation and Price Sandstone in parts of Pennsylvania, Maryland, West Virginia and Virginia // U.S. Geol. Surv. — 1955. — Prof. Paper 263. — P. 1–32.
- Read C.B., Campbell G. Preliminary account of the New Albany Shale flora // Amer. Midland Naturalist. — 1939. — Vol. 21. — P. 435–453.
- Read C.B., Mamay S.H. Upper Paleozoic floral zones and floral provinces of the United States // U.S. Geol. Surv. — 1964. — Prof. Paper 454-K. — P. 1–35.
- Rowley D.B., Raymond A., Parrish J.T., Lottes A.L., Scotes C.R., Ziegler A.M. Carboniferous paleogeographic, phytogeographic, and paleoclimatic reconstructions // Int. J. Coal Geol. — 1985. — Vol. 5. — P. 7–42.
- Roy B.A., Matten L.C. Lycopods from the New Albany Shale // Palaeontographica B. — 1989. — Bd 212. — S. 1–45.
- Scott A.C., Galtier J., Clayton G. Distribution of anatomically-preserved floras in the Lower Carboniferous in Western Europe // Trans. R. Soc. Edinburgh. Earth Sci. — 1984. — Vol. 75. — P. 311–340.
- Soria A., Meyer-Berthaud B. Occurrence of whorled organotaxis in the cladoxylopsid *Pietzchia polyupsilon* Read and Campbell (Lower Carboniferous, USA) // Rev. Palaeobot. Palynol. — 2003. — Vol. 124. — P. 29–49.
- Stein W.E., Jr., Beck C.B. *Bostonia perplexa* gen. et sp. nov., a calamopity axis from the New Albany Shale of Kentucky // Amer. J. Bot. — 1978. — Vol. 65. — P. 459–465.
- Stein W.E., Beck C.B. New information on *Bostonia perplexa* — an unusual member of the Calamopityaceae from North America // Rev. Palaeobot. Palynol. — 1992. — Vol. 72. — P. 73–102.
- Sullivan H.J. Palynological evidence concerning the regional differentiation of Upper Mississippian floras // Pollen et Spores. — 1965. — Vol. 7. — №3. — P. 539–563.
- Sullivan H.J. Regional differences in Mississippian spores assemblages // Rev. Palaeobot. Palynol. — 1967. — Vol. 1. — P. 185–192.
- Tencov Y. Paleophytogeography and origin of floristic provinces in Europe during the Upper Namurian and the Westphalian // Geologica Balcanica. — 1975. — Vol. 5 (1). — P. 64–72.
- Tencov Y. Flora und Biostratigraphie des Oberkarbons im Svoge-Becken (VR Bulgarien) // Schriftenr. geol. Wiss. Berlin. — 1977. — Heft 7. — S. 1–163.
- Thomas B.A., Spicer R.A. *Meyenodendron borealis* gen. et sp. nov., a new lepidodendrid of angaran affinity from northern Alaska // Bull. Brit. Mus. nat. Hist. (Geol.). — 1986. — Vol. 40 (5). — P. 293–297.
- Tidwell W.D., Jennings J.R., Beus S.S. A Carboniferous flora from the Surprise Canyon Formation in the

- Grand Canyon, Arizona // *J. Paleont.* – 1992. – Vol. 66 (6). – P. 1013–1021.
- Torsvik T.H., Cocks L.R.M. Earth geography from 400 to 250 Ma: a palaeomagnetic, faunal and facies review // *J. Geol. Soc., London*. – 2004. – Vol. 161. – P. 555–572.
- Torsvik T.H., Cocks L.R.M. Gondwana from top to base in space and time // *Gondwana Research*. – 2013. – Vol. 24. – P. 999–1030.
- Vakhrameev V.A., Dobruskina I.A., Zaklinskaya E.D., Meyen S.V. Palaeozoische und mesozoische Floren Eurasiens und die Phytogeographie dieser Zeit. – Jena: Gustav Fischer Verlag, 1978. – 300 S.
- Van der Zwan C.J. Palynology, phytogeography and climate of the Lower Carboniferous // *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.* – 1981. – Vol. 33. – P. 279–310.
- Van der Zwan C.J., Boulter M.C., Hubbard R.N.L.B. Climatic change during the Lower Carboniferous in Euramerica, based on multivariate statistical analysis of palynological data // *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.* – 1985. – Vol. 52. – P. 1–20.
- Wagner R.H., Álvarez-Vázquez C. The Carboniferous floras of the Iberian Peninsula: A synthesis with geological connotations // *Rev. Palaeobot. Palynol.* – 2010. – Vol. 162. – P. 239–324.
- White D. Fossil flora of the Wedington Sandstone member of the Fayetteville Shale // *U.S. Geol. Surv.* – 1937a. – Prof. Paper. 186-B. – P. 1–40.
- White D. Fossil plants from the Stanley Shale and Jackfork Sandstone in southeastern Oklahoma and western Arkansas // *U.S. Geol. Surv.* – 1937b. – Prof. Paper 186-C. – P. 43–67.
- Wnuk Ch. The development of floristic provinciality during the Middle and Late Paleozoic // *Rev. Paleobot. Palynol.* – 1996. – Vol. 90. – P. 5–40.
- Zeiller Ch.R. Les Provinces botanique de la fin des Temps primaires // *Rev. gen. Sci.* – 1897. – T. 8. – P. 5–11.

Early Carboniferous floras of North America: composition, evolution, and phytogeographical zonation

Yu.V. Mosseichik

Geological Institute of RAS, Pyzhevsky per. 7, 119017 Moscow, Russia

A review of the conceptions of position of the Euramerican floras in the Late Palaeozoic phytochoria is given. The proposed phytogeographical reconstructions of the Early Carboniferous European and North American floras are critically analyzed. It is shown, that in the Early Carboniferous *North American* and *European Regions* with several provinces can be established on the territory of Euramerica. An active floral interchange between the regions began at the Serpukhovian, probably after the levelling of caledonids that separated them. As a result a floral unit of the higher rank – *Euramerican Realm* was formed. The gymnosperms of endemic euramerican orders Calamopytales, Lagenostomales, and Trigonocarpales played a significant role in these processes.

Приложение 1

Распространение видов ископаемых растений, сохранившихся в форме отпечатков и фитолейм, во флорах Европы во время *Lepidodendropsis*: А – широко распространенные виды (штриховкой показаны характерные виды провинций Северной Америки); Б – эндемичные виды североамериканских локальных флор; номера локальных флор соответствуют номерам на рис. 7. Данные по флорам Европы взяты из [Мосейчик, 2010] с дополнениями по [Мосейчик, 2014а; Wagner, Álvarez-Vázquez, 2010]

А	Область	Северо-Американская				Европейская	
		Арктическая	Аппалачская			Северо-Европейская	Южно-Европейская
Локальная флора	10	3	2	1			
<i>Rhodeopteridium vespertinum</i>	+			+			
<i>Genselia compacta</i>							
<i>Protostigmaria eggertiana</i>							
« <i>Triphyllopteris</i> » <i>virginiana</i>							
<i>Genselia rarineris</i>							+
<i>Cardiopteridium spetsbergense</i>						+	+
<i>Adiantites tenuifolius</i>						+	+
<i>Aneimites acadica</i>						+	
<i>Diplothmema patentissimum</i>						+	+
<i>Sublepidodendron</i> spp.						+	+
<i>Lagenospermum</i> spp.						+	+
<i>Lepidodendropsis vandergrachtii</i>						+	+
<i>Archaeocalamites radiatus</i>						+	+
<i>Lepidodendron veltheimii</i>						+	+
<i>Lepidostrobus</i> spp.						+	+
<i>Stigmaria</i> spp.						+	+
<i>Adiantites</i> sp.						+	+
<i>Archaeopteridium dawsoni</i>						+	+
<i>Calathiods</i> sp.						+	+
<i>Cardiopteridium nanum</i>						+	+
<i>Cardiopteridium pygmaeum</i>						+	+
<i>Diplothmema seminiferum</i>						+	+
<i>Fryopsis frondosa</i>						+	+
<i>Lepidodendron rhodeanum</i>						+	+
<i>Lepidodendron spetsbergense</i>						+	+
<i>Lepidodendron volkmannianum</i>						+	+
<i>Lepidodendropsis hirmeri</i>						+	+
<i>Neurocardiopteris broili</i>						+	+
<i>Neuropteris antecedens</i>						+	+
<i>Rhacopteris inaequilatera</i>						+	+
<i>Rhacopteris lindseaeformis</i>						+	+
<i>Rhacopteris petiolata</i>						+	+
<i>Rhacopteris robusta</i>						+	+
<i>Rhodeopteridium hochstetteri</i>						+	+
<i>Rhodeopteridium moravicum</i>						+	+
<i>Rhodeopteridium</i> sp.						+	+
<i>Spathulopteris ettinghausenii</i>						+	+
<i>Sphenophyllum tenerrimum</i>						+	+
<i>Sphenopteridium crassum</i>						+	+
<i>Sphenopteridium pachyrachis</i>						+	+
<i>Sphenopteris</i> sp.						+	+

Б	Локальная флора	Источник	Эндемичные виды
1	Восток США, Аппалачский бассейн (верхняя часть свит Покони и Прайс)	[Gensel, 1988; Gensel, Skog, 1977; Jennings, 1975; Jennings et al., 1983; Knaus, 1995; Knaus et al., 2000; Knaus, Gillespie, 2001; Read, 1955]	<i>Protobarinophytion</i> sp., <i>Lepidodendropsis scobiniformis</i> , <i>L. sigillarioides</i> , <i>Chlidanophytion dublinensis</i> , <i>Cardiopteridium antecedens</i> , <i>C. irregularis</i> , <i>Charbeckia macrophylla</i> , <i>Genselia alleghanensis</i> , <i>G. lanceolata</i> , <i>G. lescuriana</i> , <i>G. uberis</i> , <i>Neuropteris antiqua</i> , <i>Rhodeopteridium blacksburgensis</i> , <i>Sphenopteris elegans</i> , <i>Gnetopsis hispida</i>
2	Восточная Канада, провинции Нью-Брансуик и Новая Шотландия (группа Хортон)	[Calder, 1998; Falcon-Lang, 2004]	<i>Nematophyllum</i> sp., <i>Lepidodendropsis corrugatum</i> , <i>Sphenopteridium</i> cf. <i>macconochiei</i> , <i>Sphenopteris strigosa</i> , <i>Carpolithus tenuelus</i>
3	Восточная Канада, о. Ньюфаундленд (свита Солтуптер-Коув)	[Boyce, 1999]	Нет
10	Северо-запад США, штат Аляска, хребет Брукса (темные сланцы)	[Dutro, 1979]	<i>Calamites</i> sp., <i>Lepidodendropsis</i> sp., <i>Triphyllopteris</i> sp.

Приложение 2

Распространение видов ископаемых растений, сохранившихся в форме отпечатков и фитолейм, во флорах Евразии во время *Lyginopteris*: А – широко распространенные виды (штриховкой показаны характерные виды провинций Северной Америки); Б – эндемичные виды североамериканских локальных флор; номера локальных флор соответствуют номерам на рис. 8. Данные по флорам Европы взяты из [Мосейчик, 2010] с дополнениями по [Мосейчик, 2011, 2014a; Purkyňová, 1970; Tenčov, 1977; Wagner, Álvarez-Vázquez, 2010]

А

Царство (со времени <i>Lyginopteris II</i>)		Евразийское								
Области		Северо-Американская					Европейская			
Провинции	Арктическая	Иллинойская			Аппалачская		Донецкая и Средне-Европейская	Южно-Европейская	Северо-Европейская	
Локальные флоры	9 +/+	6 +/+	7 +/+	8 +/+	4 +/+	5 +/+	2 +/+	1 +/+		
<i>Lepidophloios</i> sp.	+/+									+
<i>Rhynchogonium</i> sp.	+/+									+
<i>Fryopsis frondosa</i>	+/+								+	+
<i>Sphenopteridium bifidum</i>	+						+	+	+	+
<i>Lepidodendron veltheimii</i>	+			+	+		+	+	+	+
<i>Lepidodendron volkmannianum</i>	+		+	+	+		+	+	+	+
<i>Pecopteris aspera</i>			+				+	+	+	+
<i>Lyginopteris bermudensiformis</i>				+			+	+	+	+
<i>Lepidodendron aculeatum</i>		+	+				+	+	+	+
<i>Stigmaria</i> spp.	+		+	+	+		+	+	+	+
<i>Lepidozostrobus</i> spp.			+	+	+	+		+	+	+
<i>Archaeocalamites</i> spp.	+	+		+	+	+	+	+	+	+
<i>Lepidodendron</i> sp.	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+				+
<i>Sphenopteridium</i> sp.			+/+	+/+	+/+	+/+				+
<i>Adiantites</i> spp.			+/+	+/+	+/+	+/+				+
<i>Lepidodendron subclypeatum</i>				+/+	+/+					
<i>Sphenopteris mississippiana</i>				+/+	+/+					
<i>Rhynchogonium fayettevillense</i>				+/+	+/+					
<i>Cardiopteridium hirta</i>	+/+					+/+				
<i>Palmatopteris subgeniculata</i>		+/+	+/+	+/+	+/+	+/+		+		
<i>Rhodeopteridium tenue</i>					+/+	+/+		+		
<i>Rhodeopteridium goepperti</i>					+/+	+/+		+	+	
<i>Calymmatotheca</i> spp.					+/+	+/+				+
<i>Lepidodendron obovatum</i>		+/+						+	+	
<i>Trigonocarpus</i> sp.			+				+	+		
<i>Archaeopteridium dawsoni</i>					+	+		+		
<i>Mesocalamites cistiformis</i>	+				+	+	+	+		
<i>Sphenopteridium crassum</i>						+/+	+/+	+	+	
<i>Calamites cisti</i>						+/+				+
<i>Calathrops beinertiae</i>						+/+				+
<i>Alethopteris parva</i>						+/+				+
<i>Alloipteris dumontii</i>						+/+				+
<i>Archaeopteridium tschermaki</i>						+/+				+
<i>Calamostachys ramosa</i>						+/+				+
<i>Lyginopteris fragilis</i>						+/+				+
<i>Rhodeopteridium stachei</i>						+/+				+
<i>Sigillaria elegans</i>						+/+				+
<i>Sphenopteris launoitii</i>						+/+				+
<i>Adiantites antiquus</i>						+/+		+		+
<i>Calamites suckowii</i>						+/+		+		+
<i>Cordaites</i>						+/+		+		+
<i>Sphenophyllum tenerrimum</i>						+/+		+		+
<i>Sphenopteris elegans</i>						+/+		+		+
<i>Bothrodendron deperepii</i>								+		+
<i>Cardiopteridium spetsbergense</i>								+		+
<i>Diplothmema adiantoides</i>								+		+
<i>Diplothmema depauperatum</i>								+		+
<i>Diplothmema dissectum</i>								+		+
<i>Diplothmema patentissimum</i>								+		+
<i>Diplothmema schoenkechitii</i>								+		+
<i>Lepidodendron acuminatum</i>								+		+
<i>Lepidodendron lycopodioides</i>								+		+
<i>Lepidodendron ophiurus</i>								+		+
<i>Lepidodendron selaginoides</i>								+		+
<i>Lepidophloios laricinus</i>								+		+
<i>Lyginopteris dicksonioides</i>								+		+
<i>Lyginopteris larischii</i>								+		+
<i>Lyginopteris stangeri</i>								+		+
<i>Mariopteris renieri</i>								+		+
<i>Mesocalamites approximatiformis</i>								+		+

<i>Mesocalamites haueri</i>							+	+	
<i>Neuropteris antecedens</i>							+	+	
<i>Neuropteris schlehanii</i>							+	+	
<i>Rhacopteris petiolata</i>							+	+	
<i>Rhodeopteridium giganteum</i>							+	+	
<i>Rhodeopteridium hochstetteri</i>							+	+	
<i>Rhodeopteridium stachei</i>							+	+	
<i>Spathulopteris haueri</i>							+	+	
<i>Sphenocyclopteridium bertrandii</i>							+	+	
<i>Sphenopteridium dissectum</i>							+	+	
<i>Sphenopteridium kirkbyi</i>							+	+	
<i>Sphenopteridium pachyrrhachis</i>							+	+	
<i>Sphenopteridium schimperi</i>							+	+	
<i>Sphenopteris affinis</i>							+	+	
<i>Sphenopteris mira</i>							+	+	
<i>Sphenopteris ovoidea</i>							+	+	
<i>Sphenopteris sculptilefolia</i>							+	+	
<i>Sphenopteris striatula</i>							+	+	
<i>Cardiopteridium waldenborgense</i>							+		+

Б

№	Локальная флора	Источник	Эндемичные виды
1	Восток США, Аппалачский бассейн (группа Моч-Чанк) и бассейн Блэк-Вориор (нижняя и средняя части свиты Парквуд)	[Blake et al., 2002; Jennings, 1985; Jennings, Thomas, 1987; Pfefferkorn, Gillespie, 1982; Read, 1955]	<i>Asterophyllites longifolius</i> , <i>Calamites baldurnensis</i> , <i>Bowmanites</i> sp., <i>Adiantites beechensis</i> , <i>Fryopsis abbensis</i> , <i>Neuropteris bulupalganensis</i> , cf. <i>Rhacopteris</i> , <i>Sphenopteridium virginianum</i> , <i>S. brooksi</i> , <i>S. girtyi</i> , <i>Sphenopteris baldurnensis</i> , <i>S. schatzlarenensis</i> , <i>S. stochesianum</i> , <i>Dicranophyllum</i> sp., <i>Cordaianthus</i> sp., <i>Cardiocarpus</i> sp., <i>Carpolithes virginianus</i>
2	Восточная Канада, провинция Новая Шотландия (группа Мабу)	[Calder, 1998]	Нет
4	Центральные районы США, Иллинойской бассейн (серия Честер)	[Jennings, 1970, 1976, 1987]	<i>Megaphyton frondosum</i> , <i>Botryoptyeris</i> sp., <i>Fryopsis</i> sp., <i>Rhodeopteridium</i> cf. <i>trichomanoides</i> , <i>Telangiopsis</i> sp.
5	Центральные районы США, штаты Арканзас и Оклахома (свиты Фейтвилл и Стэнли)	[Dunn, 2004; White, 1937a, b]	<i>Calamites menae</i> , <i>C. miseri</i> , <i>Sphenophyllum arkansanum</i> , <i>Chlamidostachys chesterianus</i> , <i>Adiantites stenleyanus</i> , <i>Alloiopteris arkansana</i> , <i>Cardiopteridium</i> sp., <i>Neuropteris elrodi</i> , <i>Rhabdocarpus secalicus</i> , <i>Rhodeopteridium</i> cf. <i>subpetiolatum</i> , <i>Sphenopteris</i> cf. <i>schimperiana</i> , <i>Telangiopsis arkansanum</i> , <i>Trigonocarpum gillhami</i> , <i>T. vallisjohanni</i> , <i>Wardia suspecta</i>
6	Запад США, штат Юта (свита Соупстоун)	[Arnold, Sadlick, 1962]	<i>Rhodeopteridium</i> cf. <i>vespertinum</i> , <i>Caulopsis punctata</i>
7	Запад США, штат Невада (свита Даймонд-Пик)	[Mattinson, Tiffney, 2001]	<i>Sphenophyllum</i> sp., <i>Lycopodites</i> sp.
8	Запад США, штат Аризона (свита Сюрпрайз-Каньон)	[Tidwell et al., 1992]	<i>Wardia</i> sp.
9	Арктическая Канада (свита Эмма-Фьорд)	[Leslie, Pfefferkorn, 2010]	cf. <i>Aneimites acadica</i>