

Ранне- и среднекаменноугольные флоры Китая и Юго-Восточной Азии: происхождение, место в системе фитохорий и эволюция

Ю.В. Мосейчик

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

Проанализированы существующие взгляды на происхождение ранне- и среднекаменноугольных флор Китая и Юго-Восточной Азии (т.н. катазиатской флоры) и их положение в системе фитохорий позднего палеозоя. Критически разобраны предложенные схемы палеофлористического районирования территории существовавших в то время материковых масс.

Показано, что в турнейско-ранневизейское время в регионе существовали по крайней мере 3 флористические общности, выделенные автором в Северо-Синийскую, Центрально-Катазиатскую и Южно-Катазиатскую провинции. Из этих провинций в середине визе за счет распространения эндемичного семейства птеридоспермов *Parispermaceae* сформировалась охватывающая их ботанико-географическая общность более высокого ранга – Катазиатская область. Палеогеографические изменения серпуховского времени, способствовавшие, с одной стороны, изоляции отдельных микроконтинентов и территорий, а с другой – миграциям растений, привели к образованию трехуровневой системы фитохорий: сформировалось Катазиатское царство, в которое входили по меньшей мере 2 области и 3 провинции. В частности, Северо-Катазиатская область включала Северо-Синийскую и Северо-Западно-Синийскую провинции, а Центрально-Катазиатская область – Южно-Синийскую провинцию.

Характер палеогеографических барьеров, разделявших указанные фитохории, по всей вероятности, был таков, что существенно ограничивал распространение споровых растений, но при этом слабо сдерживал экспансию голосеменных. Вероятно, такими барьерами были небольшие эпиконтинентальные моря и/или невысокие горные сооружения. Взаимные перемещения материковых блоков в раннем и среднем карбоне были незначительны. Продолжительность географической изоляции от других палеофлористических царств позволяет допустить, что катазиатские «невроптериды» (семейство *Parispermaceae*), кордаитантовые и негератиевые имели автохтонное происхождение и являлись результатом параллельной эволюции.

Для территории Китая и Юго-Восточной Азии в нижнем и среднем карбоне установлена последовательность макрофлористических зон, отражающих основные этапы эволюции соответствующих палеофитохорий. Эти зоны сопоставлены с глобальными макрофлористическими зонами.

Введение

Основной целью современной палеофлористики С.В. Мейен [2002; Вахрамеев, Мейен, 2002] считал построение планетарной модели эволюции фитохорий и флор, отражающей связь флорогенеза с филогенезом и изменениями лика Земли. В разное время создано несколько таких моделей (обзор см. [Игнатъев, 2003]), которые сейчас уже не удовлетворяют нашим знаниям об ископаемых флорах. Для их уточнения или создания новой модели необходимы дальнейшие палеофитогеографические исследования. В частности, подразумевается построение все более обширных панорам (общих картин) и сценариев (частных динамических реконструкций) разви-

тия растительного покрова для все более обширных территорий и продолжительных отрезков геологического времени.

Настоящая работа проведена в этом направлении и является продолжением исследования каменноугольных флор земного шара, начатых автором с палеофлористического районирования территории современной Северной Евразии в раннем карбоне [Мосейчик, 2004, 2005, 2008–2010; Mosseichik, Ruban, 2010]. Она посвящена фитогеографии и эволюционным преобразованиям так называемой *катазиатской флоры* Китая и Юго-Восточной Азии в раннем и среднем карбоне.

История вопроса

Первые представления о катазиатской флоре

Понятие *катазиатская флора* введено Т.Г. Галле [Halle, 1935] для обозначения позднепалеозойских флор Китая, Кореи, Индокитая и Малайзии взамен использовавшегося ранее понятия

гигантоптерисовая флора. Последнее было предложено все тем же Т.Г. Галле 13 годами ранее (см. [Norin, 1922; Halle, 1927]) для обозначения флоры провинции Шаньси в Северном Китае, распространенной в верхней части свиты Шихецзы, ныне относимой к низам верхней



Рис. 1. Палеогеографическая карта Азии, демонстрирующая распространение суши (белое) и моря (черное) в визейское время, по А.В. Грабау [Grabau, 1923–1924]

перми [Li, 1997], а также одновозрастной флоры Корейского полуострова. Эти флоры характеризовались присутствием таких растений, как *Gigantopteris nicotianefolia*, *Tingia* и *Lobatannularia*, неизвестных тогда в других регионах.

Вскоре, однако, понятие *гигантоптерисовая флора* утратило это первоначальное значение. Эндемичные виды *Gigantopteris* были описаны Д. Уайтом [White, 1912] из раннепермских отложений западной части Северной Америки. Выяснилось также, что представители *Gigantopteris* появляются еще в нижней части свиты Шихецзы. В результате, понятие и термин *гигантоптерисовая флора* были распространены и на более древние флоры Китая, и на раннепермскую флору Северной Америки (см. [Сьюорд, 1936; Sahni, 1935]).

Для объяснения сходства пермских флор Северной Америки и Китая предлагалась гипотеза миграции растений через Берингов пролив [Halle, 1937]. Однако, как справедливо отметил позднее С.В. Мейен (в [Вахрамеев и др., 1970]), сходство этих флор могло возникнуть независи-

мо как следствие их развития в сходных климатических условиях.

В. Готан [Gothan, 1930] выделял пермскую флору *Gigantopteris* Восточной Азии как особый тип флор внутри позднепалеозойской Арктокарбонной флористической области Северного полушария, а позднее [Gothan, 1937] рассматривал ее в качестве *Гигантоптерисовой провинции* внутри Арктокарбонной области¹.

* * *

В термин *катазиатская флора* Т.Г. Галле вкладывал новый – палеофитогеографический – смысл. Он предлагал называть так позднепалеозойские флоры Восточной Азии, независимо от их таксономического состава, произраставшие на территории древнего материка *Катазия* (*Cathaysia*), реконструированного А.В. Грабау [Grabau, 1923–1924] на востоке Китая, в Корее, Индокитае и Малайском архипелаге для каменноугольного и пермского времени (рис. 1).

При этом Т.Г. Галле [Halle, 1937] писал, что в карбоне катазиатская флора принадлежала европейскому типу, а формирование особой *Катазиатской геоботанической провинции* (рис. 2) началось в перми как следствие флористической дифференциации.

Представления о постепенной флористической дифференциации шли от основополагающей работы Ш.-П. Зейлера [Zeiller, 1897], который первым высказал мысль о том, что все фитоохории позднего палеозоя выделились из космополитной флоры девона – раннего карбона (подробнее см. [Мосейчик, 2004]).

Проблемы фитогеографического районирования для позднего палеозоя активно обсуждались в 1935 году на Шестом Международном Ботаническом конгрессе и на Втором (Геерленском)

¹ Поскольку палеофитогеографическая терминология и номенклатура в то время еще не были достаточно устоявшимися, в работах В. Готана фитоохории именуются то провинциями (Provinz), то областями (Gebiet), то округами (Bezirk), без четкого обоснования их ранга.

конгрессе по стратиграфии карбона. Подводя итоги дискуссии, В.Й. Йонгманс и В.Готан [Jongmans, Gothan, 1937] предложили следующую, ставшую классической, схему фитогеографического районирования для позднего палеозоя. Они выделили *Антарктокарбовую* (Гондванскую) и *Арктокарбовую* области, последнюю из которых подразделили на 3 подчиненные фитохории: *Еврамерийскую* (Северная Америка и Европа), *Ангарскую* (Сибирь) и *Катазиатскую* (Восточная Азия).

После этого термин *катазиатская флора* прочно вошел в палеоботаническую литературу. Как выяснилось позднее, эта флора была распространена не только на древнем материке Катазия, само существование которого подверглось сомнению, но и на других континентальных массах. Поэтому на многих палеогеографических схемах все позднепалеозойские материка (и соответствующие им тектонические блоки) с флорой катазиатского типа именуются *катазиатскими* [Scotese et al., 1999; Metcalfe, 2006] (см. рис. 4).

Проблема соотношения катазиатской и других позднепалеозойских флор

Оригинальный взгляд на положение катазиатской флоры среди одновозрастных флор Земли развивал А.Н. Криштофович [1937, 1940, 1946, 1957]. Он придерживался эколого-физиономического подхода к палеофлористическому районированию и выделял для позднего палеозоя 3 ботанико-географические зоны (области): арктическую *Тунгусскую* (Ангарскую), тропическую *Вестфальскую* и антарктическую *Гондванскую*. Тунгусская область подразделялась на *Кузнецкую* и *Катазиатскую провинции*. При значительных отличиях в таксономическом составе флор этих провинций А.Н. Криштофович видел между ними физиономическое сходство и предполагал их развитие в сходных климатических условиях. Присутствие в катазиатской флоре «вестфальских» (тропических) элементов он объяснял бо-

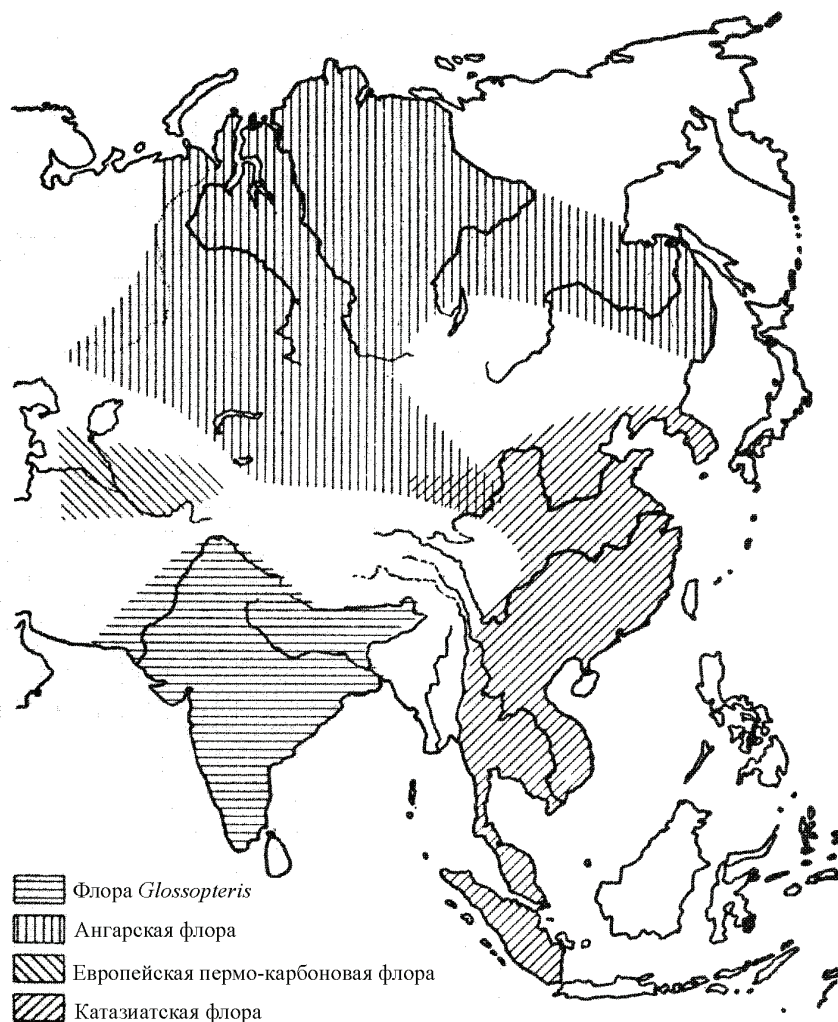


Рис. 2. Фитогеографическое районирование Азии в позднем палеозое по Т.Г. Галле [Halle, 1937]

лее мягкими (по сравнению с кузнецкой флорой) климатическими условиями районов ее произрастания и возможным проникновением этих элементов из Вестфальской области при благоприятных палеогеографических условиях.

По мнению А.Н. Криштофовича выделенные им области сформировались на основе единой раннекаменноугольной флоры в условиях разных климатических поясов.

Идеи А.Н. Криштофовича получили развитие в работах Г.П. Радченко [1957; Эйнон и др., 1964], который, хотя и не касался специально катазиатской флоры, отметил своеобразие турнейских флор Китая и возможность выделения особой фитохории на его территории уже в раннем карбоне.

В последующие годы наиболее весомый вклад в фитогеографическое районирование палеозойской суши сделал С.В. Мейен [Вахрамеев и др., 1970; Chaloner, Meyen, 1973; Vakhrameev et al., 1978]. При этом он попытался синтезировать

подходы западной и отечественной палеофлористических школ, предлагая при выделении палеофитохорий учитывать как геоботанические, так и флористические критерии. Проанализировав все имевшиеся на тот момент находки палеозойских ископаемых флор в Китае и на близлежащих территориях, С.В. Мейен отнес возникновение катазиатской флоры к началу среднего карбона, отметив появление с этого уровня ряда эндемичных видов и родов растений. По представлениям С.В. Мейена, катазиатская флора выделилась из тропической Еврамерийской области в результате усиления флористической дифференциации, вызванной глобальным похолоданием. При этом ранг соответствующей фитоохории на протяжении позднего палеозоя возрастал: в среднем карбоне это была провинция Еврамерийской области, в позднем карбоне – ранней перми – область в рамках Арктокарбового царства, в поздней перми – самостоятельное царство.

Начиная с 1970-х годов все больше данных по раннекаменноугольным и более древним флорам Китая свидетельствуют об отличии последних от одновозрастных тропических флор Еврамерики. В настоящее время в досреднекаменноугольной флоре Китая установлено 75% эндемиков видового ранга, что дало основание китайским палеоботаникам выделить для нее особую *Прокаатазиатскую провинцию* [Li, 1997; Wu X. et al., 2008]. При этом высказывалось мнение, что эта *прокаатазиатская флора* выделилась из космополитной флоры позднего силура – раннего карбона ранее других крупных флор Земли.

В то же время, Дж.Хилтон и К.Клил [Hilton, Cleal, 2007] по-прежнему видят много общего во флорах Китая и Еврамерики. Обработав с применением математических методов большой массив данных, они пришли к выводу о том, что среднепозднекаменноугольные флоры Северного Китая произошли от предковой еврамерийской флоры раннего карбона. Это дало им основание объединять флоры среднего карбона – ранней перми Катазии и Еврамерики в единое *Амеросинийское царство*. Нетрудно заметить сходство этих выводов с рассмотренными выше построениями С.В. Мейена [Вахрамеев и др., 1970; Chaloner, Meyen, 1973; Vakhrameev et al., 1978].

Исследования, проведенные в последние годы автором [Мосейчик, 2004, 2005, 2008–2010; Мосейчик, Игнатъев, 2005; Mosseichik, Ruban, 2010], показали, что флористическая дифференциация является *перманентным* свойством растительного покрова, обусловленным прежде всего существованием термических поясов и разнообразием условий на земном шаре, а также ограниченными возможностями растений к распространению.

Исходя из длительной географической изоляции крупнейших континентальных масс на протяжении позднего палеозоя можно предположить, что уже в позднем девоне – раннем карбоне существовали 5 флористических царств: *Гондванское, Еврамерийское, Казахстанское, Ангарское и Катазиатское*, отличавшиеся в то время друг от друга высоким уровнем видового эндемизма [Мосейчик, Игнатъев, 2005].

Первые детальные схемы районирования катазиатской флоры

В 1970-х годах осуществлена первая попытка подразделить катазиатскую флору на мелкие флористические единицы [Li, Yao, 1985]. Ли Синсюэ и Яо Чжаоци подразделили *Катазиатскую провинцию* позднего карбона – перми на *Северо-Катазиатскую* и *Южно-Катазиатскую подпровинции*. При этом они руководствовались флористическими и «литологическими» (точнее, палеогеографическими. – Ю.М.) критериями. Позднее Ли Синсюэ развил эти построения и совместно с У Сююанем [Li, Wu, 1989, 1996] составил первые схемы районирования девонских и ранне-среднекаменноугольных флор Китая и прилегающих территорий. Следует остановиться подробнее на районировании флор раннего карбона в последней версии этих схем [Li, Wu, 1996].

Раннекаменноугольные флоры, обнаруженные на территории современного Китая, подраздены на *ангарские* и *еврамерийские* (рис. 3). Первые выделены в *Джунгаро-Хинганскую провинцию*, куда вошли территория Джунгарского бассейна и Северо-Восточного Китая. Еврамерийские флоры подразделены на 3 подпровинции: *Северо-Западно-Китайскую* (Таримский бассейн, провинция Ганьсу, Нинся-Хуэйский автономный район), *Северо-Китайскую* (Северо-Китайский тектонический блок) и *Южно-Китайскую* (Южно-Китайский тектонический блок, Тибет). Без какого-либо обоснования к Южно-Китайской подпровинции отнесены флоры Юго-Восточной Азии.

Повторяя выводы С.В. Мейена [Вахрамеев и др., 1970; Chaloner, Meyen, 1973; Vakhrameev et al., 1978], Ли Синсюэ и У Сююань пишут, что собственно катазиатская флора выделилась из еврамерийской в среднем карбоне, однако ссылки на соответствующие публикации нашего знаменитого соотечественника в их статье отсутствуют. От себя авторы добавляют, что на разных континентальных блоках этот процесс проходил неравномерно. При этом пути формирования «катазиатской» флоры в разное время в разных местах они не описывают.

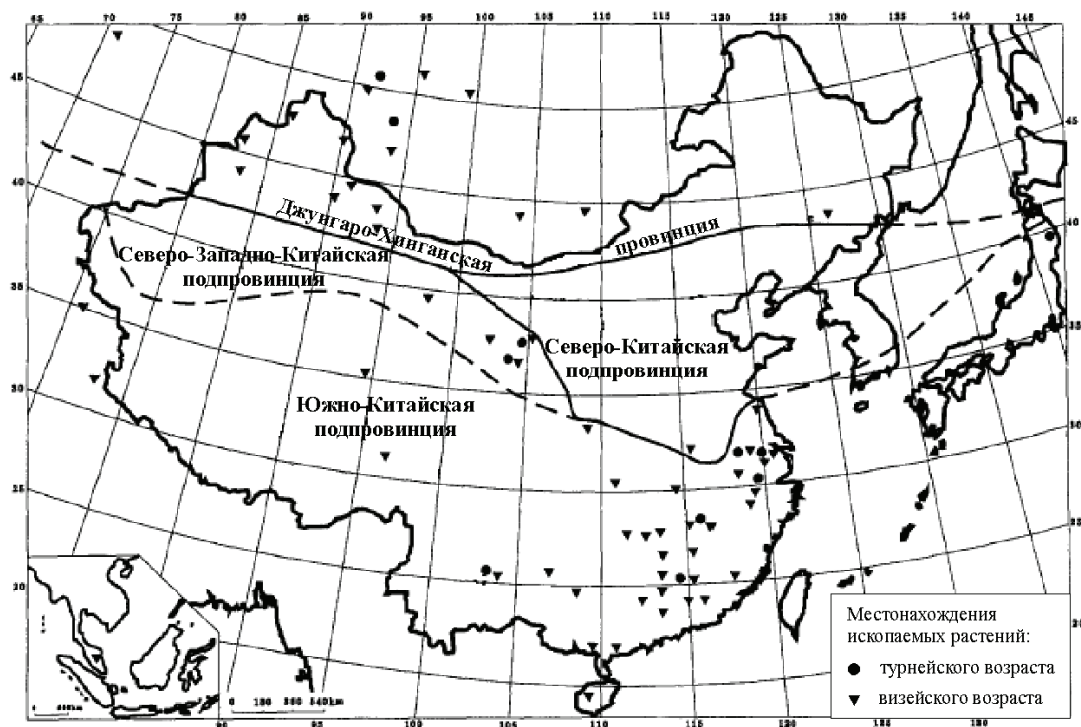


Рис. 3. Фитогеографическое районирование Китая и Юго-Восточной Азии по Ли Синьсюэ и У Сююаню [Li, Wu, 1996]

В рассматриваемой схеме есть и ряд противоречий. С одной стороны, авторы отмечают, что визейские флоры Южного, Северо-Западного и Северного Китая имеют очень близкий систематический состав, но при этом относят их к разным подпровинциям. С другой стороны, флоры Джунгарского бассейна и Северо-Восточного Китая не имеют общих родов и видов, что, однако, не мешает Ли Синьсюэ и У Сююаню относить их к одной провинции.

Объяснить эти противоречия можно лишь тем, что рассматриваемая схема отражает не столько реальные флористические сходства и различия, рассматриваемые в связи с геологической историей региона, сколько традиционное, исторически сложившееся геологическое районирование каменноугольных отложений территории КНР, отражающее различия в типах седиментации и комплексах ископаемой морской фауны [Yang et al., 1983]. В соответствии с этим районированием выделяются Южно-Китайская, Северо-Китайская, Северо-Западно-Китайская, Тибетско-Западно-Юньнаньская и Тяньшаньско-Хинганская (Джунгаро-Хинганская) области. Единственным отступлением от этого районирования является объединение флор Тибетско-Западно-Юньнаньской и Южно-Китайской областей в одну подпровинцию. Таким образом, на деле Ли Синьсюэ и У Сююань не выделяют фитоценозов, а пытаются дать флористическую харак-

теристику различных геоструктурных областей Китая.

Еще одним существенным недостатком обсуждаемых схем является отказ от иерархического принципа при выделении фитоценозов. Остается неясным, какой ранг придают авторы выделяемому ими еврамерийской, катазиатской, ангарской и гондванской фитоценозам. Если раннекаменноугольные флоры еврамерийского типа рассматриваются в качестве провинции, к которой принадлежат Северо-Западно-Китайская, Северо-Китайская и Южно-Китайская подпровинции, то они оказываются в одном ранге с Джунгаро-Хинганской провинцией. Очевидно, уровень флористического своеобразие последней ни в коей мере не соответствует таковому тропических еврамерийских флор.

* * *

Отдельно следует упомянуть коллективную монографию «Палеобиогеография Китая» [Yin, 1994], авторы которой попытались составить схемы палеобиогеографического районирования территории КНР для всего фанерозоя, в которых одновременно учитывались бы данные по морской бентосной и пелагической фауне, а также наземной флоре. Такой подход сам по себе уже требует теоретического обоснования, поскольку перечисленные группы организмов обитают в существенно различающихся условиях среды.

Данные по распространению современных организмов [Биология океана, 1977; Второв, Дроздов, 2001; Тахтаджян, 1978; Толмачёв, 1974; и др.] свидетельствуют о том, что схемы районирования, составленные по наземным, бентосным и пелагическим организмам для одних и тех же регионов, значительно отличаются друг от друга. Поэтому механическое объединение этих групп для целей биогеографического районирования может привести к ошибкам и противоречиям.

Реально же в основу районирования, как отмечают авторы, положены данные по морским

организмам и особенностям седиментогенеза. Палеоботанические данные, судя по всему, привлекались уже на последней стадии работы в качестве дополнения к характеристикам биохорий, полученным иными путями. Таким образом, использованный авторами монографии подход аналогичен тому, которым руководствовались Ли Синсюэ и У Сююань [Li, Wu, 1996]. В результате оба исследования оказались построенными на неверных методических основаниях и не дают адекватного представления о палеофитогеографии Китая.

Флористическая последовательность нижнего и среднего карбона катазиатских блоков

Ранне- и среднекаменноугольные макрофлористические комплексы Китая

Отложения нижнего карбона в Китае выделяют в *фэннинский* отдел (Fengningian) с *айгуанским* (Aikuanian) и *датанским* (Tatangian) подотделами, а среднего и верхнего – в *худяньский* отдел (Hutianian) с *вейнинским* (Weiningian) и *мапинским* (Mapingian) подотделами. Наиболее полно стратиграфическая последовательность карбона представлена в Южном Китае, где она разделена на ряд региоярусов. На основании изучения фауны в морских фациях эти региоярусы сопоставлены с международной стратиграфической шкалой [Menning et al., 2006] (см. таблицу).

Наиболее полные флористические последовательности представлены в континентальных фациях Южного Китая и на северном склоне Цзяньшаня в Северо-Западном Китае. Эти последовательности разделены на ряд следующих друг за другом флористических комплексов (см. таблицу). Хотя интервалы стратиграфического распространения комплексов, как правило, понимаются китайскими исследователями одинаково, в номенклатуре комплексов стабильности нет. Ниже использованы названия комплексов для девона по [Cai, Li, 1995], для нижнего карбона – по [Yang et al., 1983], для среднего карбона – по [Wang J., 2010].

Комплекс *Sublepidodendron mirabile–Lepidodendropsis hirmeri–Hamatophyton verticillatum* выделен в пограничных девонско-каменноугольных отложениях свиты Удун Южного Китая [Cai, Li, 1995]. В верхней части свиты определен палинокомплекс, который коррелируется с палинозоной *Vallatisporites vallatus–Retusotriletes incohatus* и нижней частью палинозоны *Spelaeotriletes pretiosus–Raistrickia clavata* Западной Европы [Chen Y., Ouyang,

1987], отвечающими астьерскому региоярусу нижней части турне [Clayton et al., 1977].

К этому же флористическому комплексу относятся находки ископаемых растений из свит Чжуннин (Zhongning) и Хонгулелен (Hongguleleng) на северном склоне Цзяньшаня [Cai, Li, 1995; Zhao et al., 1986b].

Характерными видами комплекса являются *Sublepidodendron mirabile*, *S. grabaui*, *Lepidodendropsis hirmeri*, *Leptophloeum rhombicum*, *Cyclostigma kiltorkense*, *Hamatophyton verticillatum*, *Archaeopteris roemeriana*.

Комплекс *Sublepidodendron mirabile–Adiantites* известен в свитах Дау (Dahu), Шицзечу (Shihtzehsu), Чжучжану (Zhuzhangwu), Гаолишань (Kaolishan) в Южном Китае, в свите Цзяньхэшань (Qianheishan) северного склона Цзяньшаня и в свите Хикороичи (Hikogoichi) Северо-Восточной Японии (см. Приложение 1). Интервал распространения комплекса соответствует приблизительно верхней части айгуанского подотдела [Yang et al., 1983], которая коррелируется с верхней частью турнейского яруса международной шкалы [Menning et al., 2006].

Характерными таксонами комплекса являются *Sublepidodendron mirabile*, *S. grabaui*, *Lepidodendron gaolishanense*, *Archaeocalamites*, *Adiantites*, *Rhodopteridium*.

Комплекс *Cardiopteridium spetsbergense–Triphyllopteris collombiana* известен в Южном Китае, на северном склоне Цзяньшаня, в Восточном Тибете (см. Приложение 2). Интервал распространения комплекса соответствует приблизительно нижней части датанского подотдела [Yang et al., 1983], которая коррелируется с визейским ярусом международной шкалы [Menning et al., 2006].

В средней части интервала распространения комплекса появляются птеридоспермы с невро-

Таблица

Сопоставление ранне- и среднекаменноугольных макрофлористических последовательностей Китая и Европы (региональные стратиграфические подразделения даны по [Menning et al., 2006])

Международная стратиграфическая шкала		Региональная стратиграфическая шкала Западной Европы		Региональная стратиграфическая шкала Китая		Региональная макрофлористическая зона	Субглобальная макрофлористическая зона (по [Моисейчик, 2010])						
система	отдел	ярус	регион	макрофлористическая зона (по [Wagner, 1984; Banks, 1980] с изменениями по [Моисейчик, 2010])	отдел	подотдел	макрофлористический комплекс (по [Cai, Li, 1995; Feng et al., 1982; Li, Yao, 1985; Yang et al., 1983; Wang J., 2010])						
Каменно-угольная (часть)	Верхний (часть)	Касимовский (часть)	Кангабрийский (часть)	<i>Lobopteris vestita</i>			Северо-Западный Китай	Южный Китай					
			Вестфал D	<i>Linopteris obliqua</i>									
	Средний	Московский		Боулсовский	<i>Paripteris linguaeifolia</i>	Худянский (часть)	Вэйнинский (часть)	Флоры нет	Conchophyllum				
				Дакэнзский	<i>Lonchopteris rugosa- Altopteris urophylla</i>								
			Башкирский	Лэнтсетский	<i>Lyginopteris hoeninghausi-Neuraleopteris schlehani</i>								
				Едонский Марсленский Киндеркауцкий Алпортский Шокерский	<i>Neuraleopteris larischi- Pecopteris aspera</i>								
	Нижний	Серпуховский		Арнобергский	<i>Lyginopteris larischi</i>	Фэннинский	Датанский	Paripteris gigantea- Karinopteris acuta f. obtusa	Linopteris				
				Пенделский	<i>Lyginopteris betmidensisiformis-Lyginopteris stangeri</i>								
			Визейский		Британский			<i>Adiantites- Triphylopteris</i>	Фэннинский	Датанский	Paripteris	Lepidodendropsis	
					Холкерский								Archaopteridium- Sphenopteris obusiloba
					Арундский								
					Чэдский								Sublepidodendron mirabile-Adiantites
Верхний (часть)	Фаменский (часть)	Турнейский	Ивуарский	Rhaconophyton		Айгуанский	Sublepidodendron mirabile-Lepidodendropsis hirmieri- Hatanophyton verticillatum	Rhaconophyton					
			Астьерский										

птероидной листвой из семейства Parispermaceae (роды *Paripteris*, *Linopteris*, *Hexagonocarpus*, *Potionia*), поэтому комплекс может быть разделен на два подкомплекса, которые предложено называть (снизу вверх) *Cardiopteridium spetsbergense-Adiantites gothanii* и *Archaeopteridium-Sphenopteris obtusiloba* [Feng et al., 1982].

Захоронения растительных остатков, которые могут быть отнесены к подкомплексу *Cardiopteridium spetsbergense-Adiantites gothanii*, обнаружены в Южном Китае в нижней части свиты Цзэйшуй (Tseishui=Ceshai) и в свите Эриуэ (Eryue), на северном склоне Циляншаня в нижней части свиты Чжоунюгоу (Chouniukou), в Восточном Тибете в свите Мачала (Machala) (см. Приложение 2).

К подкомплексу *Archaeopteridium-Sphenopteris obtusiloba* могут быть отнесены захоронения, обнаруженные в Южном Китае в верхней части свиты Цзэйшуй, в средней части свиты Чжонсин (Zhongxin), в нижней части свиты Иечиатан (Yehchiatang), в нижней части свиты Цзышань (Tzushan), в свитах Сымэнь (Szumen), Яньшань (Yangshan), Цаолян-и (Caoliangyi), а также на северном склоне Циляншаня в верхней части свиты Чжоунюгоу (см. Приложение 2).

Непосредственно под отложениями, содержащими второй подкомплекс в свите Цзэйшуй в Южном Китае, обнаружен прослой с морской фауной, который сопоставляется с бригантским региоярусом верхнего визе Западной Европы [Lavein et al., 1993b].

Характерными видами комплекса являются *Lepidodendron shanyangense*, *Archaeocalamites radiatus*, *Sphenophyllum tenerrimum*, *Adiantites gothanii*, *Cardiopteridium spetsbergense*, *Triphyllopteris collombiana*, *Rhodopteridium hsianghsiangense*. В верхнем подкомплексе появляются *Neuropteris* и *Paripteris*.

Комплексы *Paripteris gigantea-Kariopteris acuta f. obtusa* и *Eleutherophyllum mirabile-Linopteris spp.-Lepidodendron aolungpylukense* выделяются в верхней части датанского подотдела, соответствующей серпуховскому ярусу международной шкалы, и являются одновременными (см. Приложение 3).

Первый комплекс обнаружен в верхних частях свит Иечиатан и Цзышань Южного Китая, и для него характерны *Paripteris (Neuropteris) gigantea*, *Sphenopteris obtusiloba*, *Kariopteris (Mariopteris) acuta f. obtusa*.

Второй комплекс известен в Северо-Западном Китае [Li, Yao, 1985]: в верхней части свиты Хуайтоутала (Huaitoutala) Цайдамского бассейна, а также в свите Чжонwei (Zhongwei) и в нижней части свиты Циньюань (Tsingyuan) северного

склона Циляншаня. Для комплекса характерны *Eleutherophyllum mirabile*, *Lepidodendron aolungpylukense*, *Paripteris gigantea*, *Linopteris brongniartii*.

Комплекс *Paripteris spp.-Linopteris spp.-Conchophyllum richthofenii* известен в верхней части свиты Беньси (Benxi) Северного Китая, а также в Северо-Западном Китае: в верхней части свиты Циньюань и в свите Янфуюкоу (Yangfoukou) на северном склоне Циляншаня, в свите Келюке (Keluke) Цайдамского бассейна и в верхней части свиты Калауи (Kalawuyi) Таримского бассейна (см. Приложение 4).

Комплекс относится к вейнинскому подотделу, который приблизительно сопоставляется с башкирским и московским ярусами международной шкалы (средним карбоном России). Более точных данных о возрасте комплекса пока нет. В Цайдамском бассейне между слоями, содержащими комплексы *Eleutherophyllum mirabile-Linopteris spp.-Lepidodendron aolungpylukense* и *Paripteris spp.-Linopteris spp.-Conchophyllum richthofenii*, на границе свит Хуайтоутала и Келюке обнаружены прослой с морской фауной, возраст которой определяется как башкирский. Там же, выше слоев с флорой, найдена морская фауна предположительно московского возраста [Laveine et al., 2003e]. Кроме того, в верхней части свиты Беньси Северного Китая обнаружены фораминиферы того же возраста [Huang, 1987].

Для комплекса характерны *Lepidodendron oculifelis*, *Paripteris gigantea*, *Linopteris brongniartii*, *Conchophyllum richthofenii*, *Cordaites principalis*.

Ранне- и среднекаменноугольные региональные макрофлористические зоны катазиатских блоков

На основе вышеописанных комплексов для территории Китая были выделены 4 региональные макрофлористические зоны [Shen, Zhang, 1982]. При этом авторы не приняли во внимание стратиграфически важный средневизейский рубеж, связанный с появлением представителей *Neuropteris* и *Paripteris*, и не учли ископаемые флоры «катазиатского» облика, известные за пределами КНР.

Ниже предлагается последовательность из 5 макрофлористических зон для нижне-среднекаменноугольных отложений катазиатских блоков (см. таблицу). При этом зонам придается фитогеографический смысл [Игнатъев, Мосейчик 2009, 2013]: они рассматриваются как отражение основных этапов эволюции фитохо-

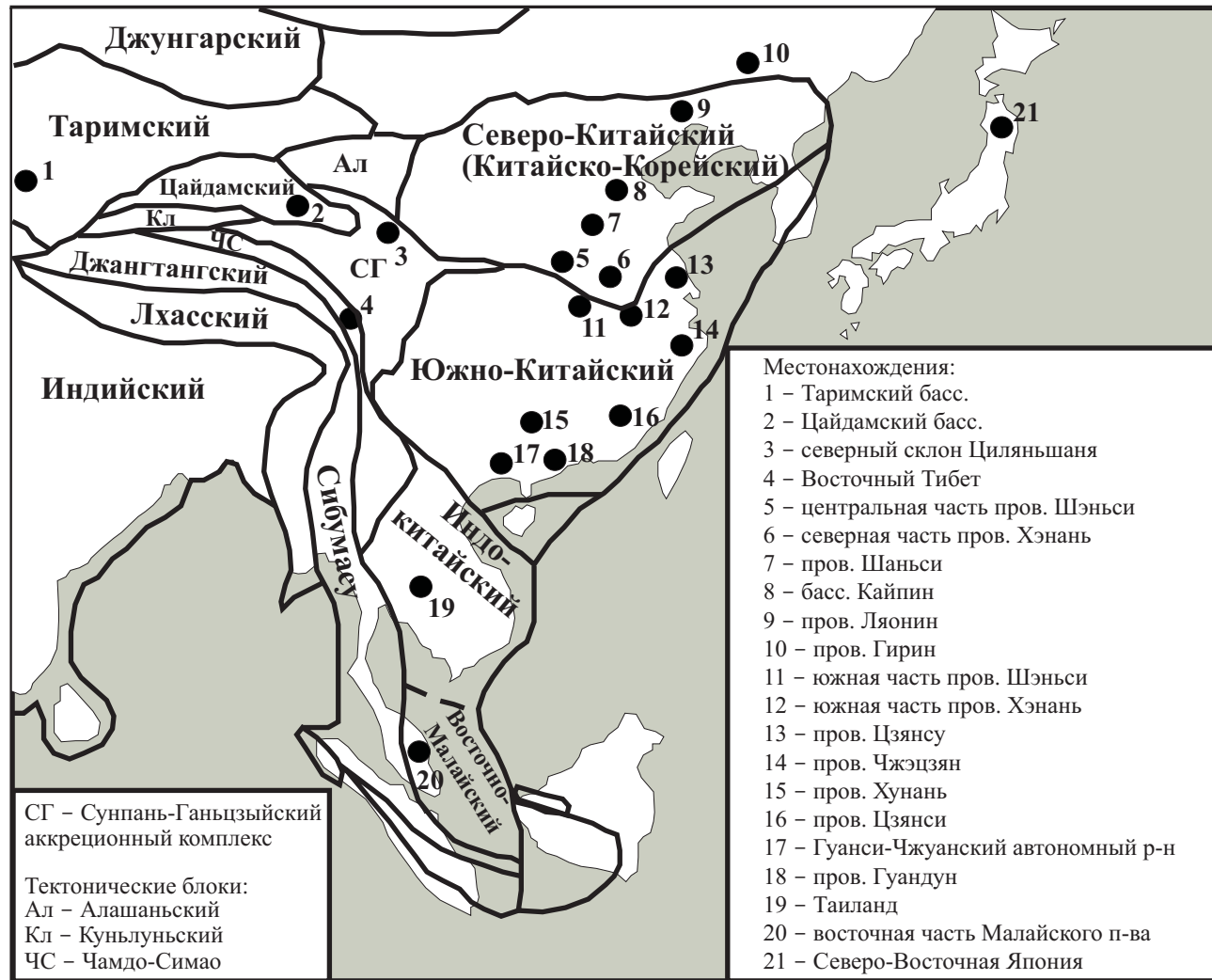


Рис. 4. Тектонические блоки Восточной Азии (по [Metcalfе, 2006]) и расположение местонахождений ранне- и среднекаменноугольных катазиатских флор

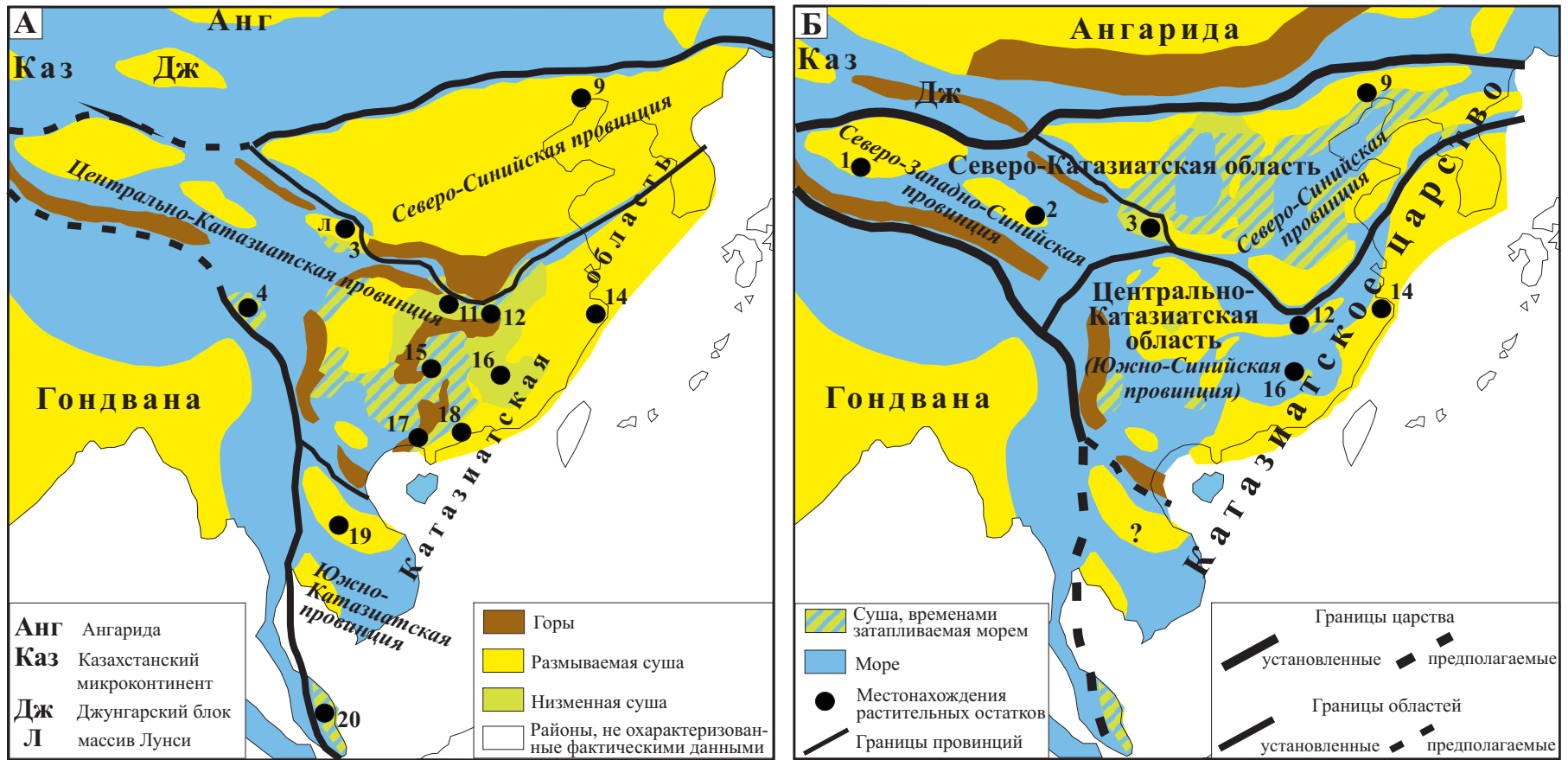


Рис. 5. Фитогеографическое районирование Китая и прилегающих регионов: А – в позднем визе (время *Paripteris*); Б – в серпуховском веке (время *Linopteris*); палеогеографическая основа по [Палеогеографический атлас..., 1962; Ронов и др., 1984]; номера местонахождений соответствуют номерам на рис. 4

рий, существовавших в раннем и среднем карбоне на этой территории.

Зона *Sublepidodendron* включает отложения, содержащие макрофлористический комплекс *Sublepidodendron mirabile–Adiantites*. Зона характеризуется широким распространением плауновидных типа *Sublepidodendron*, *Eolepidodendron*, членистостебельных типа *Archaeocalamites* и растений с папоротниковидной листвой типа *Rhodeopteridium* и *Sphenopteridium*, в ней впервые появляются лепидофиты *Lepidodendron*, представленные мелкоподушечными формами. В эту зону не проходят типично девонские плауновидные *Leptophloeum* и *Cyclostigma*.

Зона *Cardiopteridium* включает отложения, содержащие подкомплекс *Cardiopteridium spetsbergense–Adiantites gothanii* комплекса *Cardiopteridium spetsbergense–Triphyllopteris collombiana*. Вероятно, к этой зоне относятся также остатки ископаемых растений из тайландского местонахождения На-Дуан (Na Duang) и находки *Sublepidodendron benxiense*, *S. cf. robertii* и *S. bicostae* в самых низах свиты Беньси Северного Китая. Доминируют те же группы растений, что и в предыдущей зоне, но к ним присоединяются плауновидные *Bothrodendron*, *Cathaysiodendron*, растения с папоротниковидной листвой типа *Cardiopteridium*, *Cyclopteris*, *Triphyllopteris*, *Adiantites*.

Зона *Paripteris* включает отложения, содержащие подкомплекс *Archaeopteridium–Sphenopteris obtusiloba* комплекса *Cardiopteridium spetsbergense–Triphyllopteris collombiana*. Вероятно, к этой зоне относятся также остатки ископаемых растений из тайландского местонахождения Чан-Хан (Chiang Khan) и из свиты Чару (Charu) Восточной Малайзии. В этой зоне доминируют те же растения, что и в зоне *Cardiopteridium*. При этом впервые появляются членистостебельные *Mesocalamites*, растения с папоротниковидной листвой типа *Neuropteris*, *Paripteris*, *Pecopteris*, семена типа *Hexagonocarpus* и *Trigonocarpus*, полностью отсутствуют лепидофиты *Sublepidodendron*.

Зона *Linopteris* включает отложения, содержащие комплексы *Paripteris gigantea–Karinopteris acuta* f. *obtusa* и *Eleutherophyllum*

mirabile–Linopteris spp.–*Lepidodendron aolungpylukense*. Вероятно, к этой зоне относятся также флористические комплексы серпуховского возраста, найденные в низах свиты Беньси Северного Китая и в нижней части свиты Калауи Таримского бассейна. В этой зоне доминируют *Neuropteris*, *Paripteris*, *Pecopteris*, *Linopteris*, впервые появляются лепидофиты *Eleutherophyllum*, *Synchysidendron*, растения с папоротниковидной листвой *Karinopteris*, неггеративные *Conchophyllum*, *Tingia*, широко распространяются плауновидные *Sigillaria*.

Зона *Conchophyllum* включает отложения, содержащие комплекс *Paripteris* spp.–*Linopteris* spp.–*Conchophyllum richthofenii*. В зоне доминируют те же роды, что и в зоне *Linopteris*. К ним добавляются кордаитантовые *Cordaites*, членистостебельные *Calamites*, впервые появляются растения с папоротниковидной листвой *Alloiopteris*, *Alethopteris*, дикранофилловые *Dicranophyllum*, исчезают *Eleutherophyllum* и *Archaeocalamites*.

Описанные региональные зоны могут быть сопоставлены с глобальными макрофлористическими зонами, отражающими общие этапы эволюции растительного покрова Земли [Мосейчик, 2010] (таблица).

По преобладанию мелкоподушечных плауновидных типа *Sublepidodendron* и *Eolepidodendron*, членистостебельных типа *Archaeocalamites*, растений с папоротниковидной листвой типа *Cardiopteridium*, *Cyclopteris*, *Triphyllopteris*, *Adiantites* и *Sphenopteridium* с веерным типом жилкования региональные зоны *Sublepidodendron* и *Cardiopteridium* соответствуют глобальной макрофлористической зоне *Lepidodendropsis* (большая часть турне – ранний визе).

По широкому распространению плауновидных типа *Sigillaria*, крупноподушечных *Synchysidendron*, членистостебельных *Mesocalamites* и птеридоспермов с листвой типа *Neuropteris*, *Paripteris*, *Pecopteris* и семенами типа *Hexagonocarpus* и *Trigonocarpus* зоны *Paripteris* и *Linopteris* соответствуют глобальной зоне *Lyginopteris* (поздний визе – серпуховский ярус).

Глобальные макрофлористические зоны для среднего карбона пока не выделены.

Палеофлористическое районирование территории катазиатских блоков в раннем и среднем карбоне

О принципах районирования

Принципы, используемые в настоящей работе, подробно изложены в [Мосейчик, 2004, 2005, 2009, 2010; Мосейчик, Игнатъев, 2003] (см. так-

же [Игнатъев, 2005]). Кратко остановлюсь лишь на некоторых из них.

Фитогеографические схемы построены для основных этапов эволюции флор, отраженных в стратиграфических шкалах. В качестве картогра-

фической основы использованы наиболее детальные из имеющихся палеогеографических реконструкций.

Минимальным объектом палеофитогеографического районирования, который изображается на картах точкой, является *локальная палеофлора*. Она охватывает местонахождения растительных остатков (нередко сближенные или даже единичные), принадлежащие к определенному временному интервалу и естественному палеогеографическому выделу (например, седиментационному бассейну) и имеющие сходный систематический состав.

Для сравнения локальных флор между собой *видовой состав* каждой из них заносится в первоначальную валовую таблицу (см. Приложения 1–4). Техника обработки таких таблиц является модификацией соответствующей методики, разработанной Ж.Браун-Бланке и его школой (школой Цюрих-Монпелье). Она детально описана в работах [Мосейчик, 2004, 2009], и суть ее состоит в последовательной перегруппировке строк и столбцов исходной таблицы, позволяющей выявить устойчивые территориальные группировки видов, в том числе виды, характерные для этих группировок, а также виды, позволяющие объединять эти группировки в более обширные флористические типы. Таким путем удается выявить совокупности видов, характеризующие сравнимые локальные флоры, виды, отличающие их друг от друга, и виды, позволяющие объединять эти флоры в более крупные географические общности, преобразуемые на заключительных этапах исследования в *иерархическую систему палеофитохорий*.

Составление аналогичных таблиц родового состава локальных флор также возможно. Однако из-за широкого распространения в раннем и среднем карбоне относительно ограниченного числа морфотипов дисперсных органов растений и, соответственно, основанных на них формальных родов растений такие таблицы могут недостаточно адекватно отражать географическое своеобразие сравниваемых флор.

Ранг фитоохории устанавливается эмпирически на основе получающейся картины реально наблюдаемых флористических сходств и различий. При этом используется *принцип базового ранга*, то есть изначально должны быть выделены *фитоохории базового ранга*, под которыми понимаются наименьшие устойчивые географические типы флор. В настоящей работе в качестве таких базовых единиц рассматриваются *провинции*. В дальнейшем на их основе могут быть выделены фитоохории более низкого (*округа*) или более высокого (*область, царство*) ранга. Подобно ассоциациям в

системе Ж.Браун-Бланке, на основе провинции возможно формальное установление полной иерархии фитоохорий до царства включительно. В этом случае флористическая характеристика провинции совпадает с таковыми области и царства, к которым она относится.

Фитоохории любого ранга могут характеризоваться как присутствием, так и отсутствием определенных таксонов (*модифицированный принцип многосторонней дифференциации*, распространенный в работах школы Цюрих-Монпелье).

При анализе автор опиралась в основном на данные по растительным остаткам, сохранившимся в форме отпечатков и фитолейм. Таксоны, известные лишь в анатомической сохранности, почти не привлекались к рассмотрению как из-за редкости их находок, так и по причине неопределенности соотношений с таксонами, выделенными по другим формам сохранности. При составлении списков локальных флор были учтены результаты ревизии многих катазиатских видов, проведенной Ж.-П. Лавейном и его коллегами [Laveine et al., 2003c, e; Zhang et al., 1993].

Катазиатские флоры в свете гипотезы мобилизма

В настоящее время на территории Китая и Юго-Восточной Азии установлены многочисленные небольшие тектонические блоки (рис. 4). Те из них, в осадочном чехле которых обнаружена флора катазиатского типа, отделились от индийско-австралийской части гондванского материка в девоне, и на протяжении карбона расстояние между ними и гондванским побережьем увеличивалось [Metcalfе, 2006], что подтверждается и отсутствием общих видов в раннекаменноугольных флорах катазиатских блоков и одновозрастных флорах Индии [Lele, Maithy, 1982; Singh et al., 1982] и Австралии [Morris, 1985]².

Комплекс данных, от палеомагнитных до палеофаунистических [Палеогеографический атлас..., 2000; Metcalfе, 2006; Stampfli, Borel, 2002; Torsvik, Cocks, 2004], указывает на то, что в карбоне катазиатские блоки располагались в тропических широтах, что подтверждается, в том числе, сходством строения растений и организации растительных сообществ карбона катазиатских блоков и тропической Евразии, отмеченным Дж.Хилтоном и К.Клилом [Hilton, Cleal, 2007].

² В раннекаменноугольных флорах Катазии, Индии и Австралии установлены только три общих вида: *Lepidodendropsis hirmeri*, *Archaeocalamites radiatus*, *Rhacopteris ovata*, которые, по всей вероятности, представляют собой широко распространенные морфотипы.

Взаимное расположение катазиатских террейнов и их расположение по отношению к другим континентальным массам в карбоне остаются весьма гипотетичными. Разные авторы предлагают различные, порой противоречащие друг другу реконструкции [Палеогеографический атлас..., 2000; Metcalfe, 2006; Stampfli, Borel, 2002; Torsvik, Cocks, 2004; и др.].

В последние годы для решения этой проблемы все чаще привлекаются данные палеоботаники, однако анализируется при этом не весь комплекс имеющихся сведений по катазиатским флорам, а отдельные хорошо изученные таксоны или локальные флоры. Так, Ж.-П. Лавейн и его коллеги [Laveine et al., 2000] основывают свои реконструкции на распространении представителей семейства Parispermaceae. Дж.Хилтон и К.Клил [Hilton, Cleal, 2007] исходят из анализа родового состава средне-позднекаменноугольных и раннепермских флор Северного Китая.

Предлагаемое ниже фитогеографическое деление, напротив, основано на максимальном учете всех доступных данных по флорам нижнего и среднего карбона катазиатских блоков. Поскольку полностью оно не согласуется ни с одной из предложенных палеотектонических реконструкций катазиатских материков, фитогеографические границы и положение локальных палеофлор нанесены на современную карту Китая и Юго-Восточной Азии. На ту же основу нанесены границы суши и моря и элементы палеорельефа в раннем и среднем карбоне (рис. 5). Становление системы фитохорий рассматривается по этапам эволюции катазиатских флор, отраженным в последовательности региональных макрофлористических зон.

Фитохории времени *Sublepidodendron* (турнейский век)

Турнейские флоры обнаружены на северном склоне хребта Циляншань³ в Северо-Западном Китае, в Южном Китае и в Северо-Восточной Японии (рис. 4). Все они объединены в *Центрально-Катазиатскую провинцию*. Данные об одновозрастных флорах других катазиатских материков отсутствуют.

³ На месте восточных районов Циляншаня, где обнаружены остатки растений, в карбоне реконструирован континентальный массив Лунси [Палеогеографический атлас..., 1962]. На многих реконструкциях его относят к Северо-Китайскому тектоническому блоку.

1. Центрально-Катазиатская провинция

Характерны мелкоподушечные плауновидные *Sublepidodendron mirabile*, *S. grabaui*⁴, *Lepidodendron gaolishanense* с ризофорами типа *Stigmaria*, растения с папоротниковидной листвой *Rhedeopteridium* и *Sphenopteridium*, членистостебельные *Archaeocalamites* (см. Приложение 1).

Представители *Sublepidodendron* отсутствуют во флоре Гуанси-Чжуанского автономного района Южного Китая, однако наличие *Lepidodendron gaolishanense* позволяет условно включать эту флору (возможно, островную [Палеогеографический атлас..., 1962]) в рассматриваемую провинцию.

Система фитохорий времен *Cardiopteridium* и *Paripteris* (визейский век)

Флоры визейского возраста обнаружены на северном склоне Циляншаня в Северо-Западном Китае, на террейне Чамдо-Симао Восточного Тибета, Северо-Китайском, Южно-Китайском, Индокитайском и Восточно-Малайском блоках (рис. 4). Поскольку в ряде случаев отличить ранневизейские флористические комплексы от поздневизейских не представляется возможным, провизорно мы рассматриваем их как единый массив данных, которые сведены в одну сравнительную таблицу (см. Приложение 2).

В визейское время отчетливо различаются 3 провинции: унаследованная от турне *Центрально-Катазиатская*, а также *Северо-Синийская* и *Южно-Катазиатская* (рис. 5, А).

С середины вие (со времени *Paripteris*) выделяется *Катазиатская область*, характеризующаяся наличием эндемичного семейства голосеменных Parispermaceae. В ее состав входили по меньшей мере Центрально- и Южно-Катазиатская провинции (см. ниже).

1. Центрально-Катазиатская провинция

Охватывает северный склон Циляншаня и Южно-Китайский блок, а также терреин Чамдо-Симао (рис. 5, А). Для нее характерны членистостебельные *Archaeocalamites* и *Sphenophyllum*, растения с папоротниковидной листвой *Rhacopteris*, *Triphyllopteris collombiana*, *Cardiopteridium spetsbergense*, *C. podozamioides*, *Adiantites gothanii*, *Sphenopteris obtusiloba*, *Rhedeopteridium lipoldi*, а также плауновидные со стробилами *Lepidostrobis* и ризофорами типа *Stigmaria*, из которых наиболее широко распространены *Lepi-*

⁴ В литературе часто встречается младший синоним этого вида – *Sublepidodendron wusihense* [Wang Y., Xu, 2005].

dodendron shanyangense и *Bothrodendron ruchen-gense* (см. Приложение 2).

Во время *Paripteris* (в позднем визе) к ним присоединяются растения с папоротниковидной листвой *Pecopteris aspera*, голосеменные *Paripteris gigantea* и *Neuropteris* с семенами *Hexagonocarpus* и мужскими фруктификациями *Potonia*, а также членистостебельные *Mesocalamites*.

Высказывалось мнение, что местонахождения визейской флоры в южной части провинции Хэнань (Gushi) и на юге провинции Шэньси (Shanyang), расположенные в Циньлинских горах, принадлежат Северо-Китайскому тектоническому блоку (см. [Li, Wu X., 1996]). Однако флора этих местонахождений имеет облик, типичный для Центрально-Катазиатской провинции, и резко отличается от одновозрастных флор Северного Китая (см. Приложение 2). Не исключено, что на самом деле эти местонахождения принадлежат Южно-Китайскому блоку, поскольку Циньлинские горы находятся в месте сочленения Южно-Китайской и Северо-Китайской платформ и имеют сложное тектоническое строение.

Визейская флора, характерная для Центрально-Катазиатской провинции, известна из Гуанси-Чжуанского автономного района Южного Китая. Она обеднена: неизвестны лепидофиты. Как и турнейская флора того же района, она, возможно, является островной [Палеогеографический атлас..., 1962].

2. Северо-Синийская провинция

Представлена флорой провинции Ляонин Северного Китая (рис. 5, А), о которой известно пока немного. В ее составе отсутствуют формы, характерные для турне и визе Центрально-Катазиатской провинции. Из членистостебельных известны лишь *Archaeocalamites*. Лепидофиты представлены эндемичными *Sublepidodendron benxiense* и *S. bicostae*. Неизвестны *Paripteris* и *Neuropteris* (см. Приложение 2). Отсутствие представителей семейства Parispermaceae, членистостебельных *Mesocalamites* и наличие плауновидных рода *Sublepidodendron* может указывать на принадлежность этого комплекса к зоне *Cardiopteridium* (к раннему визе). Из-за отсутствия данных по поздневизейским флорам Северного Китая остается неясным, вошла ли рассматриваемая флора в состав Катазиатской области в это время.

3. Южно-Катазиатская провинция

Выделяется на Индокитайском и Восточно-Малайском блоках (рис. 5, А), для нее характерны членистостебельные *Archaeocalamites* и *Sphenophyllum*, а также растения с папоротниковидной листвой *Cyclopteris*, *Rhodeopteridium*, *Adiantites*, *Sphenopteris*; при этом отсутствуют

плауновидные, характерные для Центрально-Катазиатской и Северо-Синийской провинций (см. Приложение 2). В комплексах, которые, по всей вероятности, принадлежат к зоне *Paripteris*, известны *Mesocalamites*, *Paripteris gigantea* и *Hexagonocarpus*.

Система фитохорий времени *Linopteris* (серпуховский век)

Флора серпуховского возраста известна на северном склоне Цзяньшаня, Таримском, Цайдамском, Северо-Китайском и Южно-Китайском блоках (рис. 4). С этого времени выделяются единицы по меньшей мере трех рангов: помимо провинций и областей впервые можно говорить о *Катазиатском царстве*.

Катазиатское царство

Характерными формами являются плауновидные *Lepidodendron*, *Bothrodendron* с ризофорами типа *Stigmara*, членистостебельные *Mesocalamites*, *Sphenophyllum*, растения с папоротниковидной листвой *Rhodeopteridium*, *Sphenopteris*, а также *Paripteris gigantea* с семенами *Hexagonocarpus* и мужскими фруктификациями *Potonia* (см. Приложение 3).

В составе царства выделяются *Центрально-Катазиатская* и *Северо-Катазиатская* области (рис. 5, Б). Данных по флорам Индокитая и Малайзии нет, поэтому фитогеографическая принадлежность этих территорий остается пока невыясненной.

1. Центрально-Катазиатская область

В состав входит единственная *Южно-Синийская провинция*, которая объединяет флоры Южного Китая (рис. 5, Б). Для области (и соответственно провинции) характерны лепидофиты *Lepidodendron quadratum*, *L. jiandeense*, *Cathaysiodendron yangshanense*, *Bothrodendron flabellatum*, *B. ellipticum*, *Sigillaria brardii*, растения с папоротниковидной листвой *Karinopteris (Mariopteris) acuta*, *Sphenopteris*, *Rhodeopteridium* (см. Приложение 3).

2. Северо-Катазиатская область

Включает флоры северного склона Цзяньшаня, Цайдамского и Северо-Китайского блоков (рис. 5, Б). Возможно, к области относились и флоры Таримского блока, но сведения о них пока скудны. В целом для области характерны плауновидные *Lepidodendron ninghsiaense*, членистостебельные *Mesocalamites cistiformis*, растения с папоротниковидной листвой *Pecopteris aspera*, неггератиевые *Conchophyllum richthofenii* и *Tingia trilobata* (см. Приложение 3).

В составе области выделяются 2 провинции: *Северо-Западно-Синийская* (Цзяньшань и Цайдамский блок) и *Северо-Синийская* (блок Северного Китая) (рис. 5, Б).

2.1. Северо-Западно-Синийская провинция

Характеризуется большим разнообразием форм и многочисленными эндемичными видами, среди которых есть представители неизвестных в других провинциях родов *Eleutherophyllum*, *Synchysidendron*⁵, *Linopteris*⁶, *Alloiopteris*, *Noeggerathia* (см. Приложение 3).

2.2. Северо-Синийская провинция

Раннекаменноугольные флоры Северного Китая открыты совсем недавно [Mi et al., 2001], и сведения о них весьма ограничены (см. Приложение 3). Главным отличием этих флор от флор Северо-Западно-Синийской провинции является отсутствие характерных лепидофитов и растений с папоротниковидной листвой *Triphyllopteris colombiana* и *Cardiopteridium*, которые, по видимому, унаследованы флорами Северо-Западного Китая от предковых флор визейского времени, относившихся к Центрально-Катазиатской провинции (см. выше).

Система фитохорий времени *Conchophyllum* (средний карбон)

Катазиатское царство

Среднекаменноугольная флора обнаружена на северном склоне Цзяньшаня, на Таримском, Цайдамском и Северо-Китайском блоках (рис. 4). Все они относятся к *Северо-Катазиатской области*. Флоры Индокитая и Малайзии этого времени неизвестны. *Центрально-Катазиатская область*, возможно, прекратила свое существование, поскольку территория Южного Китая испытала погружение, и там накапливались преимущественно морские карбонатные отложения. Таким образом, характеристика Катазиатского царства совпадает с характеристикой Северо-Катазиатской области.

1. Северо-Катазиатская область

Для нее характерны плауновидные *Synchysidendron*, *Lepidodendron* со стробилами *Lepidostrobus* и ризофорами типа *Stigmaria*, членисто-стебельные *Calamites*, *Mesocalamites*, *Asterophyllites*, *Sphenophyllum* с фруктификациями *Palaeostachya*, растения с папоротниковидной листвой

⁵ Ранее эти остатки относили к роду *Lepidodendron* (см. [Cleal, Wang, 2002]).

⁶ Редкие остатки *Linopteris* указаны из отложений Южного Китая [Wu X., Deng, 1983; Zhao et al., 1986a], однако правильность этих определений подвергается сомнению [Laveine et al., 1993a; Zhang et al., 1993].

Sphenopteris, *Rhodeopteridium*, *Pecopteris*, *Alloiopteris*, птеридоспермы *Linopteris brongniartii*⁷ и *Paripteris gigantea* с семенами *Hexagonocarpus* и мужскими фруктификациями *Potoniea*, дикранофилловые *Dicranophyllum*, неггератиевые *Conchophyllum richthofenii* и *Tingia*, кордаитантовые *Cordaites principalis* с фруктификациями *Cordaites carpon*, *Samaropsis*, *Cordaitanthus* (см. Приложение 4).

Область подразделена на *Северо-Синийскую* (Северный Китай) и *Северо-Западно-Синийскую* (Цзяньшань, Таримский и Цайдамский блоки) провинции.

1.1. Северо-Западно-Синийская провинция

Отличительной особенностью флор провинции является присутствие *Bothrodendron circulare Rhodeopteridium lipoldi*, *R. tenue*, *R. paraspasum*, *Cardiopteridium spetsbergense*, *Pecopteris plumosa*, *Palmatopteris subgeniculata*, характерных для визе Центрально-Катазиатской провинции, а также *Sigillaria brardii* и *Karinopteris (Mariopteris) acuta*, распространенных в серпуховское время в Южно-Синийской провинции (см. Приложение 4).

1.2. Северо-Синийская провинция

Флоры провинции характеризуются меньшим видовым разнообразием, чем флоры Северо-Западного Китая, а также отсутствием видов, характерных для визе Центрально-Катазиатской и серпуховского века Южно-Синийской провинций (см. Приложение 4).

Флоры территорий, сопредельных с катазиатскими блоками

Раннекаменноугольная флора Северо-Восточного Китая

В провинции Гирин Северо-Восточного Китая (рис. 4) обнаружен своеобразный комплекс визейского возраста, в котором присутствует евразийский вид *Lepidodendropsis cf. scobiniformis*, эндемичные *Mesocalamites jilinensis*, растения ангарского облика *Angarodendron* sp. и *Angaridium panshiense*, а также известный в визейское время только в Катазиатской области *Paripteris gigantea* [Yang et al., 1983; Zhang et al., 1987]. Такой набор растений не характерен ни для одной из известных фитохорий. Возможно, он представляет собой «смешанную» флору острова, который находился между Ангаридой и катазиатскими блоками.

⁷ Виды *Linopteris neuropteroides*, *L. densissima*, *L. intricata*, *L. lepida*, *L. obliqua*, *L. subbrongniartii* рассматривают как формы *Linopteris brongniartii* [Zhang et al., 1993; Laveine et al., 2003e].

Раннекаменноугольная флора Гиссарского хребта

Неясным остается фитогеографическое положение серпуховских флор Гиссарского хребта в Восточном Узбекистане. Наряду с эндемичными (*Sublepidodendron elegans*, *Autophyllites macropodus*, *Protopityospermum monopterium*), ангарскими (*Rhodeopteridium* ex gr. *yavorskyi*) и широко распространенными (*Lepidodendron worthenii*, *L. lycopodioides*, *Archaeocalamites* sp., *Sphenopteris adiantoides*, *S.* cf. *divaricata*) формами в составе этих флор установлены *Paripteris gigantea* и *Hexagonocarpus*, характерные в серпуховское время для Катазиатского царства.

В более ранних, турнейско-визейских, отложениях Гиссарского хребта обнаружены остатки растений «еврамерийского» облика *Sublepidodendron nordenskioldii*, *Micheevia* cf. *pulchella*, *Lepidodendron lossenii*, *L. spetsbergense*, *L. glincanum*, *L. veltheimii*, *Lepidostrobus* sp., *Stigmaria* sp., *Archaeocalamites radiatus*, *Lyginopteris bermudensisiformis*, *Archaeopteris* ex gr. *grandifoliolata*, *Sphenopteris divaricata*, а также эндемичные виды *Sublepidodendron elegans*, *Protopityospermum monopterium*, *Hissarocarpophyllum lyratum*, *Diplothmema surchantavica*, *Sphenopteridium hissaricum*, *Rhodeopteridium bellum* [Савицкая, 1970]. Катазиатские элементы не установлены.

В среднекаменноугольных отложениях Гиссарского хребта обнаружен только широко распространенный *Calamites* ex gr. *suckowii* [Стратиграфия..., 1984].

На палеогеографических картах Гиссарский хребет реконструируется как вулканическая островная дуга [Палеогеографический атлас..., 2000]. Для флор подобных островов характерен высокий уровень изоляционного эндемизма [Толмачёв, 2003]. Можно предположить, что и в рассматриваемом случае мы имеем дело с существенно эндемичной флорой. Что касается указанных в ее составе «еврамерийских» видов, то большинство соответствующих определений не подкреплено изображениями и описаниями.

Если указание на присутствие *Paripteris gigantea* не ошибочно, это может свидетельствовать о том, что в серпуховское время островная дуга находилась невдалеке от катазиатских блоков.

Ранне-среднекаменноугольная флора Джунгарского блока

На некоторых палеогеографических реконструкциях для карбона [Cocks, Torsvik, 2007] в непосредственной близости от Таримского блока изо-

бражен Джунгарский блок. Однако обнаруженные на нем флоры заставляют прийти к иным выводам о возможности близкого их расположения.

Ископаемая флора предположительно турнейского возраста представлена *Sublepidodendron xinjiangense*, *Lepidodendron* sp., *Lepidodendropsis* sp., *Archaeocalamites radiatus*, *Sphenophyllum* sp., *Adiantites* sp., *Rhodeopteridium* sp. [Wu S. et al., 1995]. Кроме первого вида – местного эндемика, остальные имеют самое широкое распространение и не позволяют уточнить фитогеографическое положение флоры.

Однако уже в визейской флоре Джунгарского блока встречаются типично казахстанские (*Caenodendron primaevum*, *C. karagandense*, *Lepidodendron kirghizicum*, *L. ? pseudokirghizicum*) и ангарские (*Demetria asiatica*, *Eskdalia varia*, *Chacassopteris concinna*, *Cardiopteridium parvulum*, *Angaropteridium ?* sp.) виды. Остальной комплекс представлен местными эндемиками *Lepidodendropsis triticea*, *L. dilophodes*, *Sublepidodendron xinjiangense* и широко распространенными видами *Lepidodendron ? volkmannianum*, *Sublepidodendron mirabile*, *Sphenophyllum pachycaule*, *S. tenerrimum*, *Archaeocalamites radiatus*, *Mesocalamites haueri*, *M. roemeri*, *M. cf. approximatifomis*, *M. cistiiformis*, *Rhacopteris petiolata*, *Sphenopteris divaricata*, *Rhodeopteridium* sp., *Neuropteris bulupalganensis* [Wu S. et al., 1995]. Характерным для катазиатских блоков является, пожалуй, только *Sublepidodendron mirabile*, который, однако, был там распространен в турнейское время.

Серпуховский ярус представлен только морскими осадками. Флора известна лишь со среднего карбона, и в ней преобладают типично ангарские *Chacassopteris concinna*, *Angaropteridium cardiopteridium*, *A. ligulatum*, *Angaridium potaninii*, *A. submongolicum*, *Cordaites tyrganicus*, *Ruffloria theodori*, *R. subangusta* [Wu S. et al., 1995].

Таким образом, ранне-среднекаменноугольные флоры Джунгарского блока сходны с разновозрастными флорами восточных районов Казахстана, в которых также наблюдается смешение ангарских и казахстанских растений [Вахрамеев и др., 1970; Мосейчик, 2010]. Можно позволяет предположить, что в течение карбона Джунгарский блок находился на небольшом удалении от Ангариды и казахстанского микроконтинента и не имел континентальных связей и флористического обмена с катазиатскими блоками.

Некоторые эволюционные и палеогеографические выводы

1. Проведенное выше палеофлористическое районирование позволяет представить в общих чертах динамику развития катазиатских фитохорий в раннем и среднем карбоне.

До середины визе во флорах катазиатских материков, по-видимому, преобладали споровые растения. Анализ их распространения показывает, что в турнейско-ранневизейское время существовали по крайней мере 3 ботанико-географические общности, характеризовавшиеся высоким уровнем видового эндемизма, выделенные нами в Северо-Синийскую, Центрально-Катазиатскую и Южно-Катазиатскую провинции. По составу родов эти фитохории сходны между собой и с одновозрастными флорами Евразии. Поскольку миграции споровых растений между катазиатскими материками и Евразией, по всей вероятности, происходить не могли из-за обширности разделявших их морских акваторий, это сходство можно объяснить лишь ортогенетическим характером эволюции и возникновением множественных параллелизмов в близких природных условиях тропического пояса. Видовой эндемизм каждой из выделенных провинций связан, по-видимому, с географической изоляцией.

Миграции растений внутри каждой провинции были, по-видимому, также ограничены, что в отсутствие конкуренции приводило к усиленному формообразованию в локальных флорах [Толмачёв, 2003], на что указывает, например, тот факт, что в хорошо изученной Центрально-Катазиатской провинции практически каждая локальная флора первой половины раннего карбона представлена «кустом» местных эндемичных видов плауновидных (см. Приложения 1 и 2).

2. Утверждать возникновение фитохории более высокого ранга – Катазиатской области – можно, вероятно, лишь с середины визейского века, когда практически по всем катазиатским материкам распространились представители эндемичного семейства Parispermaceae [Lavein et al., 1993a]. Подобное формирование флористической общности более высокого порядка как результат первой эволюционной радиации и экспансии древних голосеменных уже отмечалось для раннекаменноугольных флор Ангарида [Мосейчик, 2004].

Несмотря на эту экспансию, разделение области на 3 провинции сохранялось до конца визейского времени, поскольку «ядро» флор каждой из них продолжали составлять споровые растения.

3. Эволюция флор катазиатских материков сопровождалась не только усилением их географической дифференциации с образованием единой фитохории все более высокого ранга (области, а затем и царства), как предполагал С.В. Мейен [1987, Вахрамеев и др., 1970; Vakhrameev et al., 1978]. Картина эволюционной динамики катазиатских флор выглядела, по всей видимости, гораздо сложнее. Она включала, в частности, такие модусы флорогенетических преобразований, как

а) *флорогенетическая дивергенция* (образование двух или более дочерних фитохорий из одной материнской без изменения их ранга);

б) *флорогенетическая конвергенция* (возникновение вторичного флористического сходства между фитохориями без изменения их ранга, обусловленное возникшим флористическим обменом);

в) *флорогенетическая проградация* (возникновение фитохории более высокого ранга из более мелких единиц, обусловленное эволюционной радиацией и экогенетической экспансией тех или иных групп растений; при этом флористическое своеобразие флор исходных фитохорий в целом сохраняется);

г) *флорогенетическое переподчинение* (переход фитохории из состава одной в состав другой флористической общности более высокого ранга).

Так, в связи с начавшейся в серпуховском веке морской трансгрессией Центрально-Катазиатская провинция распалась на две: Северо-Западно-Синийскую и Южно-Синийскую (*флорогенетическая дивергенция*). При этом, с одной стороны, возросло флористическое сходство между флорами сохранившейся с визе Северо-Синийской и новообразованной Северо-Западно-Синийской провинциями (*флорогенетическая конвергенция*). Это было связано, прежде всего, с распространением на территории обеих провинций неггеративных, что свидетельствует о сокращении разделявшего их палеогеографического барьера. С другой стороны, в связи с географической изоляцией возросло своеобразие флоры Южного Китая, выделяемой с серпуховского века в Южно-Синийскую провинцию. С этого времени на территории катазиатских материков можно выделить не одну палеофлористическую область, а по меньшей мере две: Северо-Катазиатскую (Северо-Синийская и Северо-Западно-Синийская провинции) и Центрально-Катазиатскую (Южно-Синийская провинция).

Возникновение областей с входящими в их состав провинциями, сохраняющих генетическое родство и сближенных географически, позволяет говорить о существовании с серпуховского времени объединяющего их Катазиатского палеофлористического царства. В среднем карбоне в составе царства известна лишь Северо-Катазиатская область, поскольку территория Центрально-Катазиатской области подверглась морской трансгрессии.

4. Формирование Центрально-Катазиатской провинции показывает, что в турне и визе между относившимися к ней континентальными массивами имел место флористический обмен, существовали сухопутные связи и миграционные пути, что не учтено в имеющихся палеогеографических реконструкциях как на фиксистой, так и на мобилистской основе.

Существование единой Северо-Катазиатской области в серпуховское и среднекаменноугольное время позволяет предполагать, что тектонические блоки Северного и Северо-Западного Китая, по крайней мере, в то время представляли собой географически связанное целое.

5. Флористическое сходство катазиатских фитоценозов позволяет предположить, что характер разделявших их палеогеографических барьеров, по всей видимости, был таков, что существенно ограничивал распространение споровых растений и в то же время слабо сдерживал экспансию голосеменных. Очевидно, такими барьерами не могли быть крупные океанические бассейны, как принято изображать на палеогеографических реконструкциях. Вероятно, то были небольшие эпиконтинентальные моря и/или невысокие горные сооружения.

Таким образом, по крайней мере, в раннем и среднем карбоне катазиатские блоки, по всей

видимости, располагались достаточно близко друг к другу, а их возможные относительные перемещения были невелики.

6. Поскольку на протяжении раннего и среднего карбона катазиатские флоры были, по видимому, полностью изолированы от флор других крупных фитоценозов, многие представленные в них группы растений имели, по всей вероятности, автохтонное происхождение. Можно, в частности, утверждать независимое появление катазиатских «невроптерид», выделяемых в эндемичное семейство *Parispermaceae*, а равно кордаитовых и неггератиевых. О монофилетическом происхождении и едином центре происхождения каждой из этих групп едва ли можно говорить, поскольку в разных удаленных и географически изолированных друг от друга частях тропического пояса представители каждой из них появляются практически одновременно: «невроптериды» – в середине визе, кордаитовые и неггератиевые – в серпуховском веке.

7. Представление о том, что фитоценоз, объединяющая флора катазиатских материков, сформировалась в начале среднего карбона и ранг ее прогрессивно возрастал от провинции в средне-позднекаменноугольное время до области в начале перми и царства в ее конце [Вахрамеев и др., 1970; Chaloner, Meyen, 1973; Vakhrameev et al., 1978], подтверждения не находит. По всей видимости, такая фитоценоз впервые возникла в середине визе в ранге области, которая уже в серпуховское время стала царством. При этом, вероятнее всего, Катазиатская область сформировалась на основе флор нескольких небольших фитоценозов (провинций), развивавшихся преимущественно автохтонно (*флорогенетическая проградация*).

Благодарности

Выражаю признательность Ванг Ци (Wang Qi, Ботанический институт Китайской академии наук, Пекин) и Д.А. Рубану (Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону) за предос-

тавленную литературу. Также приношу благодарность И.А. Игнатьеву (Геологический институт РАН, Москва) за ценные советы при подготовке статьи.

Литература

Биология океана. Т. 1. Биологическая структура океана. – М.: Наука, 1977. – 398 с.

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).

Вахрамеев В.А., Мейен С.В. Концепция палеофлористических исследований // М.А. Ахметьев, А.Б. Герман, М.П. Долуденко, И.А. Игнатьев (ред.). Сб. памяти члена-корреспондента АН СССР, профессора Всеволода Андреевича Вахрамеева (к 90-летию со дня рождения). – М.: ГЕОС, 2002. – С. 119.

Второв П.П., Дроздов Н.Н. Биогеография. – М.: ВЛАДОС-ПРЕСС, 2001. – 304 с.

Игнатьев И.А. Общие фитогеографические модели и эволюция позднепалеозойских флор Ангариды // М.В. Дуранте, И.А. Игнатьев (ред.). Эволюция флор в палеозое. – М.: ГЕОС, 2003. – С. 15–32.

Игнатьев И.А. Принципы и задачи палеофлористического районирования суши в палеозое // Ю.Б. Гладенков (ред.). Биосфера – экосистема – биота в прошлом Земли (палеобиогеографические аспекты). – М.: Наука, 2005. – С. 113–132.

- Игнатъев И.А., Мосейчик Ю.В.* Макрофлористические зоны как инструмент создания единой фитогеографической шкалы верхнего палеозоя Ангариды // Ископаемые растения и стратиграфия позднего палеозоя Ангариды и сопредельных территорий. – М.: ГЕОС, 2009. – С. 75–77.
- Игнатъев И.А., Мосейчик Ю.В.* Макрофлористические зоны в стратиграфии континентальных флорозонных толщ. – 2013 (в печати).
- 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.* Климаты верхнего палеозоя // Тр. 17-й сес. Междунар. геол. конгр. Т. 6. – М.: ГОНТИ, 1940. – С. 197–201.
- Криштофович А.Н.* Эволюция растительного покрова в геологическом прошлом и ее основные факторы // Материалы по истории флоры и растительности СССР. Вып. II. – Л.: Изд-во АН СССР, 1946. – С. 21–86.
- Криштофович А.Н.* Палеоботаника. 4-е изд. – Л.: Гостоптехиздат, 1957. – 650 с.
- Мейен С.В.* Основы палеоботаники: Справочное пособие. – М.: Недра, 1987. – 404 с.
- Мейен С.В.* Основные проблемы палеофлористики // М.А. Ахметьев, А.Б. Герман, М.П. Долуденко, И.А. Игнатъев (ред.). Сб. памяти члена-корреспондента АН СССР, профессора Всеволода Андреевича Вахрамеева (к 90-летию со дня рождения). – М.: ГЕОС, 2002. – С. 119–121.
- Мосейчик Ю.В.* Особенности палеофлористического районирования суши в раннем карбоне (на примере флор Ангариды) // М.В. Дуранте, И.А. Игнатъев (ред.). Растительный мир в пространстве и времени. – М.: ГЕОС, 2004. – С. 51–84.
- Мосейчик Ю.В.* Визейская флора Подмосковского 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. – СПб., 2008. – С. 18–26.
- Мосейчик Ю.В.* Раннекаменноугольная флора Подмосковского бассейна. Т. 1. 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*. – 2010. – Т. 2. – С. 1–27.
- Мосейчик Ю.В., Игнатъев И.А.* О принципах палеофитогеографического районирования Ангариды в раннем карбоне // Вестн. ТГУ. Сер. “Науки о Земле (геология, география, метеорология, геодезия)”. Приложение. – 2003. – №3 (II). Проблемы геологии и географии Сибири. – С. 145–147.
- Мосейчик Ю.В., Игнатъев И.А.* О начальных стадиях палеозойского этапа глобального флорогенеза // Палеонтологическая летопись региональных и глобальных событий. Тезисы докладов LI сессии Палеонтологического общества при РАН (4–8 апреля 2004 г., Санкт-Петербург). – СПб., 2005. – С. 87, 88.
- Палеогеографический атлас Китая. – М.: Изд-во иностр. лит-ры, 1962. – 119 с.
- Палеогеографический атлас Северной Евразии / Ред. В.Г. Казьмин, Л.М. Натанов. – М.: Ин-т тектоники литосферных плит, 2000. – 26 л.
- Радченко Г.П.* К вопросу о первом проявлении ботанико-географической и климатической зональности в Северной Евразии // Вопросы палеобиогеографии и биогеографии. Тр. 1-й сес. ВПО. 24–28 января 1955 г. – М.: Госгеолтехиздат, 1957. – С. 42–63.
- Ронов А.Б., Хаин В.Е., Сеславинский Н.Б.* Атлас литолого-палеогеографических карт мира. Поздний докембрий и палеозой континентов. – Л., 1984. – 70 с.
- Савицкая Л.И.* О каменноугольной флоре Гиссарского и Кураминского хребтов // Биогеография осадочных образований Узбекистана. Сб. №9. – Л.: Недра, 1970. – С. 110–129.
- Стратиграфия каменноугольных и пермских континентальных отложений Восточного Узбекистана и прилегающих территорий. – Ташкент: ФАН, 1984. – 88 с.
- Сьюорд А.Ч.* Века и растения: Обзор растительности прошлых геологических периодов. – Л.; М.: ОНТИ НКТП СССР, 1936. – 552 с.
- Тахтаджян А.Л.* Флористические области Земли. – Л.: Наука, 1978. – 247 с.
- Толмачёв А.И.* Введение в географию растений. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1974. – 244 с.
- Толмачёв А.И.* Географическая изоляция как фактор эволюции и как регулятор процессов (флоро-) и (фауно-)генеза // М.В. Дуранте, И.А. Игнатъев (ред.). Эволюция флор в палеозое: Сборник научных трудов. – М.: ГЕОС, 2003. – С. 12–14.
- Эйноор О.Л., Василюк 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. 7-й сес. ВПО. – М.: Недра, 1964. – С. 195–210.
- Asama K., Asano T., Sato E., Yamada Y.* Carboniferous plants from the Hikoroichi Formation, Southern Kitakami Massif, Northeast Japan (Preliminary report) // *J. Geol. Soc. Japan*. – 1985. – Vol. 91. – P. 425, 426.
- Banks H.P.* Floral assemblages in the Siluro-Devonian // *D.L. Dilcher, T.N. Taylor* (eds). *Biostratigraphy of fossil plants*. – Stroudsbouurg: Dowden, Hutchinson and Ross, 1980. – P. 1–24.
- Cai C., Li X.* A review of Silurian and Devonian macrofloras in China // *Palaeontologia Cathayana*. – 1995. – Vol. 6. – P. 167–214.
- Chaloner W.G., Meyen S.V.* Carboniferous and Permian Floras of the Northern Continents // *A.Hallam* (ed.). *Atlas of Palaeobiogeography*. – Amsterdam; L.; N. Y.: Elsevier, 1973. – P. 169–186.
- Chen F., Zhou H., Sun K., Jia J., Zhang J., Wu Z.* Carboniferous flora in Ningxia and adjacent regions // *Geoscience*. – 1995. – Vol. 9. – P. 1–10.
- Chen Y., Ouyang S.* A complementary study on megaspores from the Devonian-Carboniferous transition in Jurong, Jiangsu // *Acta Palaeontol. Sinica*. – 1987. – Vol. 26. – P. 435–448.
- Clayton G., Coquel R., Doubinger J., Gueinn K.J., Loboziak S., Owens B., Streel M.* Carboniferous miospores of Western Europe: illustration and zonation // *Meded. Rijks Geol. Dienst*. – 1977. – Vol. 29. – P. 1–71.
- Cleal C.J., Wang Z.* A new and diverse plant fossil assemblage from the upper Westphalian Benxi Formation, Shanxi, China, and its palaeofloristic significance // *Geol. Mag.* – 2002. – Vol. 139. – P. 107–130.
- Cocks L.R.M., Torsvik T.H.* Siberia, the wandering northern terrane, and its changing geography through the Palaeozoic // *Earth-Science Rev.* – 2007. – Vol. 82. – P. 29–74.

- Deng B.* On the discovery of Early Carboniferous flora from Shanyang, S. Shaanxi and its stratigraphic significance // *Acta Geol. Sinica.* – 1978. – Vol. 52. – P. 15–20.
- Feng S., Hu Y., Zhu J.* Fossil plants and their assemblages from the Early Carboniferous in Guangdong // *Acta Bot. Sinica.* – 1982. – Vol. 24. – №4. – P. 374–382.
- Gothan W.* Die pflanzengeographischen Verhältnisse am Ende des Palaeozoikums // *Englers Bot. Jahrb.* – 1930. – Bd 63. – H. 4. – S. 350–367.
- Grabau A.W.* Stratigraphy of China. Pt. I. Palaeozoic and older. – Peking: Geological Survey, Ministry of Agriculture and Commerce, 1923–1924. – 528 pp.
- Halle T.G.* Palaeozoic plants from Central Shansi // *Palaeontol. Sinica. Ser. A.* – 1927. – Vol. 2. – Fasc. 1. – P. 1–317.
- Halle T.G.* On the distribution of the Late Palaeozoic floras in Asia // *Geografiska Annaler.* – 1935. – P. 106–111.
- Halle T.G.* The relation between the Late Palaeozoic floras of Eastern and Northern Asia // *C.R. Deuxième Congr. Strat. Géol. Carbon., Heerlen, 1935. T. 1.* – Maestricht: Gebrs. Van Aelst, 1937. – S. 237–245.
- Hilton J., Cleal C.J.* The relationship between Euramerican and Cathaysian tropical floras in the Late Palaeozoic: Palaeobiogeographical and palaeogeographical implications // *Earth-Science Rev.* – 2007. – Vol. 85. – P. 85–116.
- Huang B.* Middle and Late Carboniferous fossil plants in Eastern and Southern Liaoning Province // *Bull. Shenyang Inst. Geol. Min. Res., Chinese Acad. Geol. Sci.* – 1987. – №15. – P. 43–66.
- 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. – S. 1–40.
- Laveine J.-P., Hussin A.H.* The Carboniferous flora of Eastern Peninsular Malaysia // *Rev. Paléobiol.* – 2003. – Vol. 22. – P. 811–830.
- Laveine J.-P., Lemoigne Y., Zhang S.* General characteristics and palaeobiogeography of the Parispermaceae (genera *Paripteris* Gothan and *Linopteris* Presl), pteridosperms from the Carboniferous // *Palaeontographica B.* – 1993a. – Bd 230. – S. 81–139.
- Laveine J.-P., Ratanasthien B., Sitirach S.* The Carboniferous flora of Northeastern Thailand // *Rev. Paléobiol.* – 2003a. – Vol. 22. – P. 761–797.
- Laveine J.-P., Ratanasthien B., Sitirach S., Demarque D.* The Carboniferous floras of northeastern Thailand: additional documentation from the Na Duang-Na Klang basin // *Rev. Paléobiol.* – 2009. – Vol. 28. – P. 315–331.
- Laveine J.-P., Zhang S., Huang H., Zhang M., Liu L., Lemoigne Y.* Carboniferous fossil plants from Northern Guangxi Zhuang Autonomous Region, South China // *Rev. Paléobiol.* – 2003b. – Vol. 22. – P. 733–751.
- Laveine J.-P., Zhang S., Lemoigne Y.* Palaeophytogeography and palaeogeography, on the basis of examples from the Carboniferous // *Rev. Paléobiol.* – 2000. – Vol. 19. – P. 409–425.
- Laveine J.-P., Zhang S., Lemoigne Y., Deng G.* The Carboniferous flora of the Huaxian area near Guangzhou, Guangdong Province, South China // *Rev. Paléobiol.* – 1993b. – Vol. Spéc. 6. – P. 113–148.
- Laveine J.-P., Zhang S., Liu L., An D., Zheng Q., Cao J., Lemoigne Y.* The Late Palaeozoic floras of the Hotan area (Xinjiang Uygur Autonomous Region, Northwest China), and their palaeogeographical significance // *Rev. Paléobiol.* – 2003c. – Vol. 22. – P. 473–559.
- Laveine J.-P., Zhang S., Liu L., Gu F., Liu Y., Wen J., Lemoigne Y.* The Late Carboniferous floras of the Delingha area (Wulan County, Qinghai Province, Northwest China), and their palaeogeographical significance // *Rev. Paléobiol.* – 2003d. – Vol. 22. – P. 567–651.
- Laveine J.-P., Zhang S., Liu L., Zhao B., Pan X., Cao J., Liu Z., Lemoigne Y.* The Late Carboniferous floras of the Hulstai area (Alxa Zuoqi Banner, Inner Mongolia Autonomous Region, North China) // *Rev. Paléobiol.* – 2003e. – Vol. 22. – P. 661–716.
- Lele K.M., Maithy P.K.* Precambrian and Palaeozoic floras from the Himalaya: a review // *Palaeobotanist.* – 1982. – Vol. 30. – P. 233–241.
- Li X.* The origin, evolution and distribution of the Cathaysian flora in East Asia // *Acta Palaeontol. Sinica.* – 1997. – Vol. 36. – P. 411–422.
- Li X., Wu X.* The succession of late Palaeozoic and Triassic plant assemblages of eastern China // *J. Southeast Asian Earth Sci.* – 1989. – Vol. 3. – №1–4. – P. 187–200.
- Li X., Wu X.* Late Palaeozoic phytogeographic provinces in China and its adjacent regions // *Rev. Palaeobot. Palynol.* – 1996. – Vol. 90. – P. 41–62.
- Li X., Yao Z.* Carboniferous and Permian floral provinces in East Asia // *C.R. IXth Congr. Intern. Strat. Géol. Carb., Washington and Champaign-Urbana. May 17–26, 1979. Vol. 5.* – Carbondale and Edwardsville: Southern Illinois Univ. Press, 1985. – P. 95–101.
- Menning M., Alekseev A.S., Chuvashov B.I., Davydov V.I., Devuyt 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.
- Metcalf I.* Palaeozoic and Mesozoic tectonic evolution and palaeogeography of East Asian crustal fragments: The Korean Peninsula in context // *Gondwana Res.* – 2006. – Vol. 9. – P. 24–46.
- Mi J., Jin J., Gao L.* Research on the paleoecology and paleoenvironment of Early Carboniferous flora from the Taizi River Valley in Eastern Liaoning Province. – Beijing: Geol. Publ. House, 2001. – 76 pp.
- Morris L.N.* The floral succession in eastern Australia // *C.M. Diaz, R.H. Wagner, C.F. Winkler Prins, L.F. Granados* (eds). *The Carboniferous of the World. II. Australia, Indian subcontinent, South Africa, South America, and North Africa.* – Madrid: I.G.M.E.- E.N.A.D.I.M.S.A., 1985. – P.118–123.
- 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.
- Norin E.* The late Palaeozoic and early Mesozoic sediments of Central Shansi // *Bull. Geol. Surv. China.* – 1922. – №4. – P. 3–80.
- Ohana T., Kimura T., Khoo T.T.* Further discovery of some Carboniferous plant fossils from Tanjung Mat Amin, Trengganu, Peninsular Malaysia // *J. Southeast Asian Earth Sci.* – 1991. – Vol. 6. – P. 93–101.
- Sahni B.* Permo-Carboniferous life provinces, with special reference to India // *Current Sci.* – 1935. – Vol. 4. – №6. – P. 385–390.

- Scotese C.R., Boucot A.J., Mckerrow W.S.* Gondwanan palaeogeography and palaeoclimatology // *J. African Earth Sci.* – 1999. – Vol. 28. – №1. – P. 99–114.
- Shen G., Zhang H.* On the division of series in Carboniferous System of China from the point of palaeobotanical view // *J. Lanzhou Univ., Natur. Sci.* – 1982. – Vol. 18 (2). – P. 153–161.
- Singh G., Maithy P.K., Bose M.N.* Upper Palaeozoic flora of Kashmir Himalaya // *Palaeobotanist.* – 1982. – Vol. 30. – P. 185–232.
- Stampfli G.M., Borel G.D.* A plate tectonic model for the Paleozoic and Mesozoic constrained by dynamics plate boundaries and restored synthetic oceanic isochrones // *Earth and Planetary Science Letters.* – 2002. – Vol. 196. – P. 17–33.
- Stockmans F., Mathieu F.-F.* La flore paléozoïque du bassin houiller de Kaiping (Chine). – Bruxelles: Musée Royal d'Histoire Naturelle de Belgique, 1939. – P. 49–165.
- Stockmans F., Mathieu F.-F.* La flore paléozoïque du bassin houiller de Kaiping (Chine). Deuxième partie // *Publ. Ass. Étud. Paléontol. Strat. Houill.* – 1957. – №32. – P. 1–89.
- 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.
- 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.
- Wagner R.H.* Megafloral Zones of the Carboniferous // *C.R. IX^{em} Congr. Intern. Strat. Géol. Carb., Washington and Champaign-Urbana.* May 17–26, 1979. Vol. 2. – Carbondale and Edwardsville: Southern Illinois Univ. Press, 1984. – P. 109–134.
- Wang J.* Late Paleozoic macrofloral assemblages from Weibei Coalfield, with reference to vegetational change through the Late Paleozoic Ice-age in the North China Block // *Intern. J. Coal Geol.* – 2010. – Vol. 83. – P. 292–317.
- Wang Y., Xu H.H.* *Sublepidodendron grabau* comb. nov., a lycopsid from the Upper Devonian of China // *Bot. J. Linnean Soc.* – 2005. – Vol. 149. – P. 299–311.
- White D.* The characters of the fossil plant *Gigantopteris* Schenk and its occurrence in North America // *U.S. Natural. Mus. Proc.* – 1912. – Vol. 41. – P. 493–516.
- Wu S., Hou J., Li P., Zhou T., Yang J., Yan Y., Zhang Z., Shen B.* Succession and province of flora of Late Palaeozoic in Xinjiang. – Xinjiang Science Technology and Hygiene Publishing House (K), 1995. – 166 pp.
- Wu X.* Fossil plants from Yangshan Formation (Early Carboniferous) in Gushi, Henan // *Acta Palaeontol. Sinica.* – 1992. – Vol. 31. – P. 564–584.
- Wu X., Deng B.* Fossil plants from the Caoliangyi Formation of Fengxian, Shaanxi // *Acta Palaeontol. Sinica.* – 1983. – Vol. 22. – P. 183–191.
- Wu X., Lu T., Yang L.* New material of fossil plants from the Teshui Formation of Lianyuan-Lengshuijiang area, Central Hunan // *Acta Palaeontol. Sinica.* – 1986. – Vol. 25. – P. 406–416.
- Wu X., Xi Y., Yan G.* Fossil plants from Penchi Formation (Westphalian) in northwestern Henan // *Acta Palaeontol. Sinica.* – 1987. – Vol. 26. – P. 420–434.
- Wu X., Wang J., Zhang Y.* Characteristics of pre-Late Carboniferous flora of China: A note on Pro-Cathaysian flora // *Acta Palaeontol. Sinica.* – 2008. – Vol. 47. – P. 1–16.
- Wu X., Wang J., Zhang Y., Stevanovic-Walls I.M., Pfefferkorn H.W.* A Viséan flora (Chouniukou Formation) from Jingyuan and Jingtai in Gansu, northwestern China // *Acta Palaeontol. Sinica.* – 2005. – Vol. 44. – P. 175–202.
- Wu X., Zhao X.* Fossil plants from the Kaolishan Formation (Lower Carboniferous) in Jurong, Southern Jiangsu // *Acta Palaeontol. Sinica.* – 1981. – Vol. 20. – P. 50–59.
- Yang S., Lin Y., Yang G., Wang Z., Wu S.* The Lower Carboniferous (Fenginian) of China // *C.D. Diaz, R.H. Wagner, C.F. Winkler Prins, L.F. Granados* (eds). *The Carboniferous of the World. I. China, Korea, Japan & S.E. Asia.* – Madrid: I.G.M.E.–E.N.A.D.I.M.S., 1983. – P. 16–56.
- Yao Z.* Namurian flora from southwestern margin of Tarim Basin // *Acta Palaeontol. Sinica.* – 1991. – Vol. 30. – P. 662–678.
- Yin H.* (ed.). *The palaeobiogeography of China.* – Oxford: Clarendon Press, 1994. – 370 pp.
- Zeiller R.* Les Provinces botanique de la fin des Temps primaires // *Rev. gen. Sci.* – 1897. – T. 8. – P. 5–11.
- Zhang S., Huo F., Cao J., Liu Z., Laveine J.-P., Lemoigne Y.* The Carboniferous flora of the Zhongning District, Ningxia Region, North China // *Rev. Paléobiol.* – 1993. – Vol. Spéc. 6. – P. 1–93.
- Zhang S., Sun G., Zhao Ya.* Preliminary note on the presence of a Carboniferous florule from Jilin // *Acta Palaeontol. Sinica.* – 1987. – Vol. 26. – P. 456–470.
- Zhang S., Zhao X., Wu X.* A Culm florule from the Teshui Series of Shuangfeng Xian, Central Hunan // *Acta Palaeontol. Sinica.* – 1980. – Vol. 19. – P. 220–227.
- Zhao X., Wu X.* Fossil plants from the Tzushan Series in Yudu of Southern Jiangxi // *Acta Palaeontol. Sinica.* – 1982. – Vol. 21. – P. 699–708.
- Zhao X., Wu X.* Carboniferous Macrofloras of South China // *C.R. IX^{em} Congr. Intern. Strat. Géol. Carb., Washington and Champaign-Urbana.* May 17–26, 1979. Vol. 5. – Carbondale and Edwardsville: Southern Illinois Univ. Press, 1985. – P. 109–114.
- Zhao X., Wu X., Chen Q.* Carboniferous flora in Western Zhejiang // *Mem. Nanjing Inst. Geol. Palaeont., Acad. Sinica.* – 1986a. – №22. – P. 1–49.
- Zhao X., Wu X., Gu Q.* Late Devonian flora from southern Ningxia // *Acta Palaeontol. Sinica.* – 1986b. – Vol. 25. – P. 544–559.

Приложение 1

Распространение видов ископаемых растений, сохранившихся в форме отпечатков и фитолейм, в локальных флорах катазиатских блоков во время *Sublepidodendron* (турнейский век): А – эндемичные виды; Б – широко распространенные виды; номера локальных флор соответствуют номерам на рис. 1

№	Локальная флора	Источник	Эндемичные виды
3	Северо-Западный Китай, северный склон Цзяньшаня: провинция Ганьсу, южная часть автономного района Внутренняя Монголия и Нинся-Хуэйский автономный район (свита Цзяньхэшань)	[Yang et al., 1983; Wu X. et al., 2008]	Нет
13	Южный Китай: провинция Цзянсу (свита Гаолишань)	[Wu X., Zhao, 1981; Wu X. et al., 2008]	<i>Eolepidodendron jurongense</i> , <i>Sublepidodendron tanshanense</i> , <i>Sphenophyllum lungtanense</i> , <i>Hamatophyton verticillatum</i> , <i>Telangium</i> sp., <i>Rhodeopteridium hsianghsiangense</i> , <i>Sphenopteris taihuensis</i> , <i>Coenosophyton tristichus</i> , <i>Helicophyton dichotomum</i> , <i>Multifurcatus tenellus</i>
14	Южный Китай: провинция Чжэцзян (свита Чжучжану)	[Zhao et al., 1986a]	<i>Lepidodendropsis</i> cf. <i>hirmeri</i> , <i>Bothrodendron fuyangense</i> , <i>Sphenophyllum</i> sp.
16	Южный Китай: провинция Цзянси	[Wu X. et al., 2008]	Нет
17	Южный Китай: Гуанси-Чжуанский автономный район (свита Шицзечу)	[Laveine et al., 2003b]	Нет
18	Южный Китай: провинция Гуандун (свита Дау)	[Feng et al., 1982]	<i>Lepidodendropsis</i> sp., <i>Sublepidodendron wengtansense</i>
21	Северо-Восточная Япония (свита Хикороичи)	[Asama et al., 1985]	<i>Archaeocalamites radiatus</i> , <i>Rhodeopteridium</i> sp.

Провинция	Центрально-Катазиатская						
	21	3	16	18	13	14	17
<i>Archaeocalamites</i> sp.				+	+		
<i>Sublepidodendron mirabile</i>		+	+	+	+	+	
<i>Sublepidodendron grabaui</i>	+	+	+		+	+	
<i>Sphenopteridium</i> sp.						+	+
<i>Lepidodendron gaolishanense</i>					+		+

Приложение 2

Распространение видов ископаемых растений, сохранившихся в форме отпечатков и фитолейм, в локальных флорах катазиатских блоков во времена *Cardiopteridium* и *Paripteris* (визейский век): А – эндемичные виды; Б – широко распространенные виды (штриховкой показаны характерные виды областей); номера локальных флор соответствуют номерам на рис. 1; полужирным шрифтом выделены виды, появляющиеся в зоне *Paripteris*

№	Локальная флора	Источник	Эндемичные виды
3	Северо-Западный Китай, северный склон Цзяньшаня: провинция Ганьсу, южная часть автономного района Внутренняя Монголия и Нинся-Хуэйский автономный район (верхняя часть свиты Чжоунюгоу)	[Yang et al., 1983; Wu X. et al., 2005]	<i>Lepidodendron gansuense</i> , <i>L. jingyuanense</i> , <i>L. ciyaoense</i> , <i>L. dichotomum</i> , <i>Cathaysiodendron jingyuanense</i> , <i>C. cf. insertum</i> , <i>Hamatophyton verticillatum</i> , <i>Rhacopteris plumosa</i> , <i>Rhodeopteridium distansum</i> , <i>R. chinghaiense</i> , <i>R. multibifidum</i> , <i>Linopteris</i> sp. , <i>Neuropteris schlehani</i>
4	Восточный Тибет (свита Мачала)	[Zhao, Wu X., 1985]	<i>Lepidodendron machalaense</i> , <i>Sphenopteris changduensis</i>
9	Северный Китай: провинция Ляонин (нижняя часть свиты Беньси)	[Mi et al., 2001]	<i>Sublepidodendron benxiense</i> , <i>S. bicostae</i>
11	Южный Китай: южная часть провинции Шэньси (свиты Эрнуэ и Цаолянь-и)	[Deng, 1978; Wu X., Deng, 1983; Wu X. et al., 2008]	<i>Rhodeopteridium sublipoldi</i> , <i>R. fengxiangense</i> , <i>Sphenopteris schillingsi</i> , <i>S. parabaeumleri</i> , <i>Neuropteris</i> cf. <i>scheuchzeri</i> , <i>Linopteris brongniartii</i> , <i>Pecopteris plumosa</i> , <i>Qinlingopteris orientalis</i>
12	Южный Китай: южная часть провинции Хэнань (свита Яньшань)	[Wu X., 1992; Wu X. et al., 2008]	<i>Lepidodendron dabieshanense</i> , <i>L. gushiense</i> , <i>Bothrodendron flabellatum</i> , <i>Pothocites</i> sp., <i>Triphylopteris gushiensis</i> , <i>Aneimites</i> sp., <i>Sphenopteris</i> cf. <i>gracilis</i> , <i>Eusphenopteris</i> cf. <i>scribanii</i> , <i>Telangium</i> sp.
14	Южный Китай: провинция Чжэцзян (нижняя часть свиты Иечиатан)	[Zhao et al., 1986a]	<i>Lepidodendron</i> sp., <i>Rhacopteris</i> cf. <i>transitionis</i> , <i>R. kaihuaensis</i> , <i>Aneimites dichotomous</i> , <i>Sphenopteris</i> sp.
15	Южный Китай: провинция Хунань (свита Цзэйшуй)	[Zhang et al., 1980; Wu X. et al., 1986, 2008]	<i>Lepidodendropsis</i> sp., <i>Sublepidodendron mirabile</i> , <i>Lepidodendron lengshuijiangense</i> , <i>Archaeocalamites prolixus</i> , <i>Rhodeopteridium</i> cf. <i>giganteum</i> , <i>R. cf. bifidum</i> , <i>Sphenopteris affinis</i> , <i>Aneimites szei</i>

Ранне- и среднекаменноугольные флоры Китая и Юго-Восточной Азии

16	Южный Китай: провинция Цзянси (нижняя часть свиты Пзышань)	[Zhao, Wu X., 1982; Wu X. et al., 2008]	<i>Lepidodendron yuduense</i> , <i>Sigillaria brardii</i> , <i>Sphenophyllostachys tenerrimus</i> , <i>Trigonocarpus ellipticus</i>
17	Южный Китай: Гуанси-Чжуанский автономный район (свита Сымэн)	[Lavein et al., 2003b; Wu X. et al., 2008]	<i>Mesocalamites cistiformis</i>
18	Южный Китай: провинция Гуандун (свита Цзейшуй, средняя часть свиты Чжонсин)	[Feng et al., 1982; Lavein et al., 1993b; Wu X. et al., 2008]	<i>Lepidodendron sophoroides</i> , <i>L. velheimii</i> , <i>Bothrodendron circulare</i> , <i>Diplothemema cf. patentissimum</i> , <i>D. adiantoides</i> , <i>Triphylopteris sp.</i> , <i>Neuropteris shaoguanensis</i> , <i>Potonia racemicarpa</i> , <i>P. turbinata</i> , <i>Rhacopteris angusta</i> , <i>R. ovata</i> , <i>Archaeopteridium shaoguoense</i> , <i>Rhodeites lanceolata</i> , <i>Pecopteris sp.</i> , <i>Taeniopteris ? sp.</i> , <i>Sphenopteris cf. launoiti</i> , <i>S. cf. praecedens</i> , <i>S. cf. foliolata</i> , <i>Rhodeopteridium cf. parasparsum</i> , <i>R. chunanense</i> , <i>Adiantites lianpingensis</i> , <i>A. matouensis</i> , <i>Karinopteris (Mariopteris) acuta</i> , <i>Samaropsis sp.</i>
19	Таиланд (свита Док Ду)	[Lavein et al., 2003a, 2009]	<i>Lepidodendron timsuwani</i> , <i>Adiantites cf. spectabilis</i> , <i>Sphenopteris cf. hollandica</i> , <i>Cyclopteris cf. orbicularis</i> .
20	Восточная часть Малайского полуострова (свита Чару)	[Ohana et al., 1991; Lavein, Hussin, 2003]	<i>Lepidodendron acuminatum</i> , <i>Lepidodendropsis vandergrachtii</i> , <i>Annularia sp.</i> , <i>Sphenopteris hibberti</i> , <i>Sphenopteridium crassum</i> , <i>Neuropteris cf. obliqua</i> , <i>Walchia sp.</i>

Б

Область (во время <i>Paripteris</i>)	?	Катазиатская										
		Северо-Синийская	Центрально-Катазиатская									Южно-Катазиатская
Провинция	9	4	16	12	14	3	15	18	11	17	19	20
Локальная флора	+	+		+	+	+	+	+	+		+	+
<i>Archaeocalamites radiatus</i>	+			+	+	+	+	+	+		+	+
<i>Paripteris gigantea</i>			+			+	+	+	+	+	+	
<i>Mesocalamites sp.</i>			+				+	+	+		+	
<i>Hexagonocarpus sp.</i>										+	+	
<i>Lepidostrobus sp.</i>							+	+				
<i>Sublepidodendron cf. robertii</i>	+						+					
<i>Pecopteris aspera</i>	+					+		+				
<i>Rhacopteris sp.</i>						+						+
<i>Cardiopteridium sp.</i>					+							+
<i>Adiantites sp.</i>									+			+
<i>Sphenophyllum tenerrimum</i>		+	+		+			+	+			+
<i>Rhodeopteridium hsianghsiense</i>				+		+	+	+	+			+
<i>Cyclopteris sp.</i>									+			+
<i>Rhodeopteridium tenue</i>		+				+						+
? <i>Cordaites sp.</i>										+		+
<i>Bothrodendron sp.</i>									+			+
<i>Rhodeopteridium parasparsum</i>								+	+	+		
<i>Palmatopteris subgeniculata</i>								+	+	+		
<i>Cardiopteris ? sp.</i>								+	+	+		
<i>Sphenopteris leei</i>								+	+	+		
<i>Lepidodendron quadratum</i>			+					+	+	+		
<i>Cardiopteridium nanum</i>		+						+	+	+		
<i>Triphylopteris collombiana</i>		+						+	+	+		
<i>Cardiopteridium spetsbergense</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	+		
<i>Lepidodendron shanyangense</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	+		
<i>Adiantites gothanii</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	+		
<i>Cardiopteridium podozamioides</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	+		
<i>Lepidodendron aolungpylukense</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	+		
<i>Neuropteris sp.</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	+		
<i>Sphenopteris obtusiloba</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	+		
<i>Rhodeopteridium lipoldi</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	+		
<i>Bothrodendron ruchengense</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	+		
<i>Rhacopteris petiolata</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	+		
? <i>Cordaites principalis</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	+		
<i>Lepidodendron volkmanianum</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	+		

Приложение 3

Распространение видов ископаемых растений, сохранившихся в форме отпечатков и фитолейм, в локальных флорах катазиатских блоков во время *Linopteris* (серпуховский век): А – эндемичные виды; Б – широко распространенные виды (штриховкой показаны характерные виды областей); номера локальных флор соответствуют номерам на рис. 1

А

№	Локальная флора	Источник	Эндемичные виды
1	Северо-Западный Китай, Таримский бассейн: Синьцзян-Уйгурский автономный район (нижняя часть свиты Калаун)	[Laveine et al., 2003c]	<i>Asterophyllites sp.</i>

2	Северо-Западный Китай, Цайдамский бассейн: провинция Цинхай (верхняя часть свиты Хуайтоутала)	[Laveine et al., 2003d]	<i>Calamites</i> sp., <i>Calamostachys</i> sp., <i>Margaritopteris</i> cf. <i>conwayi</i>
3	Северо-Западный Китай, северный склон Цялиньшаня: провинция Ганьсу, южная часть автономного района Внутренняя Монголия и Нинся-Хуэйский автономный район (свита Чжонвэй и нижняя часть свиты Цинъюань)	[Yang et al., 1983; Zhang et al., 1993; Wu X. et al., 2008]	<i>Eleutherophyllum mirabile</i> , <i>E. waldenburgense</i> , <i>E. drepanophyciforme</i> , <i>Lepidodendron selagenoides</i> , <i>Synchysidendron subrhombicum</i> , <i>Bothrodendron minutifolium</i> , <i>B. microscare</i> , <i>B. qilianense</i> , <i>B. zsei</i> , <i>B. ruchengense</i> , <i>Calamites carinatus</i> , <i>Mesocalamites ramifer</i> , <i>Sphenophyllum multifolium</i> , <i>S. jingyuanense</i> , <i>Asterophyllites tenuifolius</i> , <i>Noeggerathia jingyuanensis</i> , <i>Triphylopteris collombiana</i> , <i>Adiantites</i> cf. <i>cardiopteroides</i> , <i>Pseudadiantites sessilis</i> , <i>Cardiopteridium jingyuanense</i> , <i>C. podozamioides</i> , <i>C. spetsbergense</i> , <i>Alloiopteris essinghii</i> , <i>A. feminaeformis</i> , <i>A. gansuensis</i> , <i>A. angustissima</i> , <i>Palmatopteris furcata</i> , <i>P. subgeniculata</i> , <i>Diplopteridium affine</i> , <i>Rhodeopteridium paraspasum</i> , <i>R. chinghaiense</i> , <i>Sphenopteris launoi</i> , <i>S. cf. delmeri</i> , <i>S. parabaeumleri</i> , <i>Eusphenopteris brieopinnata</i> , <i>Neuropteris tenuifolia</i> , <i>N. antecedens</i> , <i>Linopteris linearis</i> , <i>L. cf. musteri</i> , <i>L. jingyuanensis</i> , <i>L. simplex</i> , <i>Crossotheca potoniaeformis</i> , <i>Discopteris orientalis</i> , <i>Pecopteris plumosa</i> , ? <i>Cordaites principalis</i>
9	Северный Китай: провинция Ляонин (нижняя часть свиты Беньси)	[Mi et al., 2001]	<i>Neuropteris pseudobliss</i> , <i>Sphenopteris changduensis</i>
12	Южный Китай: южная часть провинции Хэнань	[Wu X. et al., 2008]	<i>Cathaysiodendron yangshanense</i> , <i>Bothrodendron flabellatum</i>
14	Южный Китай: провинция Чжэцзян (верхняя часть свиты Иечиатан)	[Zhao et al., 1986a; Wu X. et al., 2008]	<i>Lepidodendron quadratum</i> , <i>L. jiandeense</i> , <i>Bothrodendron ellipticum</i> , ? <i>Sigillaria</i> sp., <i>Mesocalamites jiangshanensis</i> , <i>Rhacopteris</i> sp., <i>Sphenopteris leei</i> , <i>S. cf. schatzlarensis</i> , <i>Neuropteris</i> cf. <i>rarinervis</i> , <i>N. zhejiangensis</i> , <i>N. schlehanii</i> , <i>Rhodeopteridium machaneki</i> , <i>R. cf. nematophyllum</i> , <i>R. quxianense</i> , <i>R. multibifidum</i> , <i>R. chunanense</i> , <i>Linopteris</i> sp., <i>Cyclopteris</i> spp., <i>Trigonocarpus</i> spp., <i>Hexagonocarpus ellipticus</i>
16	Южный Китай: провинция Цзянси (верхняя часть свиты Цзышань)	[Zhao, Wu, 1982; Wu X. et al., 2008]	<i>Lepidodendron</i> cf. <i>obovatum</i> , <i>Sigillaria brardii</i> , <i>Mesocalamites</i> sp., <i>Odontopteris</i> ? <i>lopingensis</i> , <i>Lopinopteris intercalata</i> , <i>Rhodeopteridium</i> cf. <i>subpetiolatum</i> , <i>Cordaites</i> sp.

Б

Область	Катазиатское						
	?	Северо-Катазиатская		Северо-Синийская	Центрально-Катазиатская		
		Северо-Западно-Синийская	3		14	16	12
Локальная флора	1	2	3	9	14	16	12
<i>Paripteris gigantea</i>	+	+	+	+	+	+	
<i>Hexagonocarpus</i> sp.		+	+				
<i>Potonia adiantiformis</i>			+		+		
<i>Sphenophyllum tenerrimum</i>		+	+		+	+	+
<i>Archaeocalamites radiatus</i>			+			+	
<i>Lepidodendron aolungpylukense</i>		+	+		+		+
<i>Rhodeopteridium hsianghsiangense</i>				+	+		
<i>Sphenopteris obtusiloba</i>			+	+		+	
<i>Pecopteris aspera</i>	+/+	+/+	+/+	+/+			
<i>Conchophyllum richthofenii</i>			+/+	+/+			
<i>Tingia trilobata</i>			+/+	+/+			
<i>Lepidodendron ninghsiaense</i>			+/+	+/+			
<i>Mesocalamites cistiformis</i>			+/+	+/+			
<i>Linopteris brongnartii</i>		+/+	+/+				
<i>Sphenopteris neuropteroides</i>		+/+	+/+				
<i>Bothrodendron circulare</i>		+				+/+	
<i>Lepidodendron</i> cf. <i>velthemii</i>			+		+/+	+/+	+/+
<i>Rhodeopteridium tenue</i>			+		+/+	+/+	+/+
<i>Rhodeopteridium lipoldi</i>	+				+/+	+/+	+/+
<i>Karinopteris (Mariopteris) acuta</i>					+/+	+/+	+/+

Приложение 4

Распространение видов ископаемых растений, сохранившихся в форме отпечатков и фитолейм, в локальных флорах катазиатских блоков во время *Conchophyllum* (средний карбон): А – эндемичные виды; Б – широко распространенные виды (штриховкой показаны характерные виды провинций); номера локальных флор соответствуют номерам на рис. 1

А

№	Локальная флора	Источник	Эндемичные виды
1	Северо-Западный Китай, Таримский бассейн: Синьцзян-Уйгурский автономный район (верхняя часть свиты Калауи)	[Yao, 1991; Lavein et al., 2003c]	<i>Lepidodendron</i> cf. <i>volkmanianum</i> , <i>Sigillariostrobus</i> sp., <i>Mesocalamites haueri</i> , <i>M. cf. approximatiformis</i> , <i>Sphenophyllum</i> cf. <i>dixii</i> , <i>Asterophyllites</i> sp., <i>Calamostachys</i> cf. <i>haasensis</i> , <i>Adiantites</i> sp., <i>Rhodeopteridium lipoldi</i> , <i>Cardiopteridium spetsbergense</i> , <i>Alethopteris</i> cf. <i>lonchitica</i> , <i>Dicranophyllum gallicum</i>
2	Северо-Западный Китай, Цайдамский бассейн: провинция Цинхай (свита Келоке)	[Lavein et al., 2003d]	<i>Mariopteris</i> sp., <i>Neuropteris</i> cf. <i>semireticulata</i>

Ранне- и среднекаменноугольные флоры Китая и Юго-Восточной Азии

3	Северо-Западный Китай, северный склон Цилиньшаня: провинция Ганьсу, южная часть автономного района Внутренняя Монголия и Нинся-Хуэйский автономный район (верхняя часть свиты Цинъюань и свита Янфоукоу)	[Zhang et al., 1993; Chen F. et al., 1995; Laveine et al., 2003e]	<i>Calamites</i> cf. <i>schutzei</i> , <i>Mesocalamites ramifer</i> , <i>Annularia</i> cf. <i>galioides</i> , <i>A.</i> cf. <i>aculeata</i> , <i>Asterophyllites</i> cf. <i>equisetiformis</i> , <i>A.</i> cf. <i>charaeformis</i> , ? <i>Macrostachya</i> sp., <i>Adiantites</i> cf. <i>cardiopteroides</i> , <i>Rhodeopteridium tenue</i> , <i>R. parasparsum</i> , <i>Potonia</i> cf. <i>adiantiformis</i> , <i>Alloiopteris essinghii</i> , <i>A. plumosaeformis</i> , <i>Diplothema</i> cf. <i>stocesianum</i> , <i>Sphenopteris</i> cf. <i>delmeri</i> , <i>S.</i> cf. <i>footmeri</i> , <i>S.</i> cf. <i>schatzlarensis</i> , <i>S.</i> cf. <i>mixta</i> , <i>S.</i> cf. <i>chaerophylloides</i> , <i>S.</i> cf. <i>quadridactyles</i> , <i>Kariopteris (Mariopteris) acuta</i> , <i>Neuropteris tenuifolia</i> , <i>Linopteris simplex</i> , <i>Discinites orientalis</i> , <i>Pecopteris plumosa</i> , <i>P.</i> cf. <i>pennaeformis</i> , <i>Lonchopteris</i> cf. <i>silesiaca</i> , <i>Palmatopteris subgeniculata</i> , <i>P. furcata</i> , <i>Pecopteris</i> cf. <i>pennaeformis</i> , <i>P.</i> cf. <i>volkmannii</i> , <i>Cordaicarpon</i> sp.
5	Северный Китай: центральная часть провинции Шэньси (верхняя часть свиты Беньси)	[Wang J., 2010]	<i>Mariopteris</i> cf. <i>lungwangkouensis</i> , <i>Alethopteris</i> cf. <i>decurrens</i> , <i>Paripteris</i> cf. <i>jongmansii</i> , <i>Trigonocarpus schultzeanus</i>
6	Северный Китай: северная часть провинции Хэнань (верхняя часть свиты Беньси)	[Wu X. et al., 1987]	<i>Lepidodendron huixianense</i> , <i>L. ophiurus</i> , <i>L.</i> cf. <i>canobianum</i> , <i>Archaeosigillaria</i> sp., <i>Mesocalamites</i> sp., <i>Samaropsis gutbieri</i>
7	Северный Китай: провинция Шаньси (верхняя часть свиты Беньси)	[Cleal, Wang Z., 2002]	<i>Selaginella benxiensis</i> , <i>Achlamydocarpon taiyuanensis</i> , <i>Calamites taiyuanensis</i> , <i>Conchophyllum suboblongifolium</i> , <i>Lobatopteris</i> sp.
8	Северный Китай: бассейн Кайпин (верхняя часть свиты Беньси)	[Stockmans, Mathieu, 1939, 1957]	<i>Kaipingia sinica</i> , <i>Sphenopteris taiyuanensis</i> , <i>S. eurasiatica</i> , <i>S. marchalii</i> , <i>S. neuropteroides</i> , <i>S. tenuis</i> , <i>Telangium</i> (?) <i>acuminatum</i> , <i>Dicranophyllum latum</i> , <i>Poacordaites linearis</i> , <i>Cordaianthus</i> sp.
9	Северный Китай: провинция Ляонин (верхняя часть свиты Беньси)	[Huang, 1987]	<i>Lepidostrobophyllum</i> spp., <i>Tingia</i> cf. <i>carbonica</i>

Б

Царство Область Провинция Локальная флора	Катазиатское							
	Северо-Катазиатская							
	Северо-Синийская				Северо-Западно-Синийская			
	9	8	7	5	6	2	3	1
<i>Linopteris brongniartii</i>	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Paripteris gigantea</i>	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Conchophyllum richthofenii</i>		+	+	+			+	+
<i>Cordaites principalis</i>		+		+		+	+	
<i>Synchysidendron galeatum</i>		+	+	+			+	
<i>Calamites cistii</i>			+	+			+	
<i>Sphenopteris parabaeumleri</i>				+			+	
<i>Tingia trilobata</i>				+			+	
<i>Annularia pseudostellata</i>				+			+	
<i>Lepidodendron posthumii</i>			+				+	
<i>Asterophyllites grandis</i>			+				+	
<i>Sphenophyllum tenerrimum</i>					+		+	
<i>Lepidostrobos</i> sp.					+			+
<i>Palaeostachya</i> sp.					+		+	+
<i>Lepidodendron aolungpylukense</i>					+		+	+
<i>Pecopteris aspera</i>					+		+	+
<i>Sphenopteris obtusiloba</i>	+						+	
<i>Calamites carinatus</i>		+				+	+	
<i>Lepidodendron oculus-felis</i>		+		+			+	
<i>Rhodeopteridium</i> sp.		+				+		
<i>Pecopteris</i> sp.		+	+			+		
<i>Sphenopteris</i> sp.			+			+		
<i>Synchysidendron subrhombicum</i>			+			+		
<i>Hexagonocarpus</i> sp.						+	+	+
<i>Bothrodendron circulare</i>						+	+	+
<i>Lepidodendron ninghsiaense</i>						+	+	+
<i>Alloiopteris angustissima</i>						+	+	+
<i>Mesocalamites cistiformis</i>						+	+	+
<i>Sigillaria brardii</i>						+	+	+
<i>Asterophyllites longifolius</i>						+	+	+
<i>Sphenophyllum cuneifolium</i>						+	+	+
<i>Neuropteris</i> cf. <i>obliqua</i>						+	+	+
<i>Sphenophyllum emarginatum</i>						+	+	+
<i>Dicranophyllum</i> sp.						+	+	+
<i>Alloiopteris</i> sp.		+	+	+	+			
<i>Cathaysiodendron nanpiaoense</i>		+	+	+	+			
<i>Calamites suckowii</i>		+	+	+	+			
<i>Tingia</i> sp.		+	+	+	+			
<i>Synchysidendron tripunctatum</i>		+	+	+	+			
<i>Sphenophyllum oblongifolium</i>		+	+	+	+			
<i>Boweria</i> sp.		+	+	+	+			

Early and Middle Carboniferous floras of China and South-East Asia: origin, phytogeographical position and evolution

Yu.V. Mosseichik

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

Viewpoints on the origin and phytogeographical position of the Early and Middle Carboniferous floras of China and South-East Asia (so-called cathaysian flora) are analyzed. Existing phytogeographical reconstructions of this territory during that time are discussed.

It is shown, that in the Tournaisian and Early Viséan in the region at least 3 phytogeographical units named by the author Northern Sinian, Central Cathaysian, and Southern Cathaysian provinces existed. In the Middle Viséan, due to the expansion of endemic family of pteridosperms Parispermaceae, these provinces formed a phytogeographical unit of the higher rank – Cathaysian region. The Serpukhovian palaeogeographical changes having promoted on the one hand the isolation of some microcontinents and territories, and on the other hand the plant migrations led to the formation of a three-level system of phytogeographical units: the Cathaysian realm having consisted of at least 2 regions and 3 provinces was formed. In particular, the Northern Cathaysian region included the Northern Sinian and Northwestern Sinian provinces, and the Central Cathaysian region included the Southern Sinian province.

The palaeogeographical barriers having separated those phytogeographical units evidently confined the distribution of cryptogamous plants, but badly contained the expansion of gymnosperms. Such barriers could be small epicontinental seas and/or not high mountains. In the Early and Middle Carboniferous, mutual movements of the continental blocks were insignificant. The duration of geographical isolation from the other palaeophytogeographic realms permits to assume that the cathaysian “neuropterids” (family Parispermaceae), cordaites and noeggerathians originated autochthonously as a result of parallel evolution.

For the Lower and Middle Carboniferous of China and South-East Asia, a succession of megafloral zones reflecting the main evolutionary stages of cathaysian phytogeographical units is established. These zones are correlated with the global megafloral zones.