

В. А. ВАХРАМЕЕВ

РАЗВИТИЕ БОТАНИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ОБЛАСТЕЙ В ТЕЧЕНИЕ ПАЛЕОЗОЯ И МЕЗОЗОЯ НА ТЕРРИТОРИИ ЕВРАЗИИ И ИХ ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ СТРАТИГРАФИИ

Вводные замечания

Изучение ботанико-географической зональности и распределения ботанико-географических областей и провинций в геологическом прошлом представляет не только теоретический, но и значительный практический интерес. Палеоботаник, не знающий основных черт ботанико-географической зональности прошедших геологических периодов, рискует сделать крупные ошибки при определении геологического возраста вмещающих пород по растительным остаткам.

Неодинаковые ископаемые флоры не всегда разновозрастны, они могут быть и одновозрастными, если принадлежат к различным ботанико-географическим зонам, областям или провинциям.

Крупнейший советский палеоботаник А. Н. Криштофович (21, стр. 166) сформулировал это положение так: «Совершенно различные флоры, тем более взаимно далеко удаленные как по долготе, так и особенно по широте, могут иметь один и тот же геологический возраст, т. е. представлять лишь иную растительную зону, пояс, провинцию, сообщество, формацию».

В XIX в. среди палеоботаников господствовало представление об однородности растительности в прошлые геологические периоды для всего земного шара. Ярким выразителем этого мнения был известный швейцарский палеоботаник Геер, рассматривавший листопадные третичные флоры Сибири, Гренландии и Западной Европы как одновозрастные — миоценовые.

Подобное мнение по существу опиралось на плохое знание ископаемых флор всего земного шара, и поскольку к этому времени были относительно хорошо изучены лишь ископаемые флоры Западной Европы, они и принимались за «незыблемый» эталон, к которому и примеривались комплексы ископаемых растений, находимые на других материках. Так, листопадная миоценовая флора Западной Европы явилась тем эталоном, который заставил относить к миоцену листопадные флоры Арктики и Дальнего Востока, на самом деле имеющие более древний, преимущественно эоценовый возраст. Карбоновая флора Западной Европы, богатая древовидными плаунообразными и каламитами, долгое время принималась за эталон каменноугольной флоры земного шара вообще.

Огромную роль в выявлении ботанико-географических областей для отдельных геологических периодов сыграло изучение флор Евразии. Именно в пределах современного континента Евразии в течение геологического времени существовали крупнейшие материковые массивы. В располагавшихся на них впадинах накапливались континентальные, часто угленосные отложения, богатые растительными остатками. Значительные размеры Евразии, обладающей большой протяженностью как в широтном, так и в меридиональном направлениях, обуславливали наличие в ее пределах

для отдельных геологических периодов не одной, а одновременно двух-трех ботанико-географических зон. Особенно важное значение сыграло изучение ископаемых флор СССР, быстро развившееся после Великой Октябрьской социалистической революции, благодаря широкому развертыванию геологоразведочных работ, доставивших огромный палеоботанический материал.

Наиболее крупную роль в критике постулата однородности флор прошлых геологических периодов и выявления ботанико-географических областей на территории Евразии сыграл А. Н. Криштофович (1885—1953 гг.), основная деятельность которого протекала после Октябрьской революции.

На протяжении многих лет в своих многочисленных работах он настойчиво проводил мысль о неоднородности растительного покрова прошлых геологических периодов, обусловленной в основном климатической зональностью. Им были выделены и подробно обоснованы для территории Евразии ботанико-географические области (провинции) для третичного периода (13—16, 19, 22, 23), для верхнего палеозоя (17, 19), а также намечена ботанико-географическая зональность для юрского периода (18, 20). Помимо А. Н. Криштофовича, изучением ботанико-географических областей геологического прошлого для территории Евразии занимался ряд советских палеоботаников: М. Ф. Нейбург (25, 26) и Г. П. Радченко (30, 31) — по каменноугольному и пермскому периодам, В. А. Вахрамеев (6) и В. Д. Принада (29) — юрскому периоду; Т. Н. Байковская (2), В. А. Вахрамеев (5) и А. В. Ярмоленко (41) — меловому периоду; В. И. Баранов (1), В. С. Корнилова (11) и И. М. Покровская (28) — по третичному периоду. Можно смело сказать, что в значительной мере именно советскими палеоботаниками во главе с А. Н. Криштофовичем были заложены основы ботанико-географического районирования Евразии в геологическом прошлом.

Большое значение для проверки правильности выделения ботанико-географических зон и областей, на основании сравнительного исследования ископаемых остатков растений, играют реконструкции палеоклиматической зональности, основанные на изучении распределения различных литологических формаций для отдельных геологических периодов и эпох. Наиболее крупные работы по распределению климатических зон прошлого на основании анализа литологических формаций принадлежат Н. М. Страхову (36—38), А. Б. Ронову и В. Е. Ханну (32, 34), Н. С. Шатскому (39) и Ю. М. Шейнманну (40). Важно отметить, что большинство этих исследований опубликовано лишь за последние 10 лет.

На основании перечисленных выше работ попытаемся показать состояние наших знаний об особенностях распределения ботанико-географических зон и областей на территории Евразии в течение палеозоя и мезозоя, начиная с каменноугольного периода.

Палеозой

Для девонской растительности ботанико-географическая зональность пока еще не подмечена. Этому препятствуют два обстоятельства, отмеченные еще А. Н. Криштофовичем (21, стр. 164): 1) девонская (в особенности средне- и нижнедевонская) растительность появлялась в прибрежных условиях, которые, видимо, были довольно однородными на значительных пространствах; 2) девонские растения, стоявшие на относительно низкой ступени развития, отличались слабо дифференцированным строением. Обе причины и определили достаточно однородный облик флоры на всем земном шаре. Надо полагать, что между отдельными верхнедевонскими флорами, представленными относительно более высокоорганизованными растениями, чем псилофитовые нижнего и среднего девона, в недалеком будущем будут подмечены различия, обусловленные климатической зональностью этого времени, реконструированной Н. М. Страховым (36).

До недавнего времени ботанико-географическая зональность¹ устанавливалась только со среднего карбона (17, 19, 25, 26). Однако в последние годы Г. П. Радченко (30, 31), в связи с постоянно расширяющимся притоком палеоботанических данных, удалось подметить ее и для нижнекаменноугольной эпохи.

Для каменноугольного и пермского периодов в пределах Евразии можно наметить существование трех ботанико-географических зон, в общем совпадающих с палеоклиматическими поясами.

Нижнекаменноугольная эпоха отличается слабой как климатической, так и ботанико-географической дифференциацией. Для нее характерно почти полное отсутствие аридных условий, вследствие чего зона умеренно влажного климата непосредственно переходила в зону также влажного, но уже субтропического и тропического климата. А. Б. Ронов и В. Е. Хаин (33) все же рисуют для этого времени узкую аридную зону, пересекавшую с северо-запада на юго-восток Русскую платформу и уходившую в Южный Казахстан (Бедпак-Дала). Основанием для ее проведения служит присутствие доломитов с включением сульфатов на Русской платформе и гипсоносных красноцветных отложений в Южном Казахстане (Бедпак-Дала), располагающихся там в основании разреза нижнего карбона.

Однако правомерность выделения А. Б. Роновым и В. Е. Хаином аридной зоны нижнекаменноугольной эпохи в пределах Русской платформы можно подвергнуть сомнению, так как на этой же территории, как известно, происходили процессы бокситообразования и формирования углей (Подмосковный бассейн). Можно полагать, следуя за Н. М. Страховым (36), что зона аридного климата Северного полушария, хорошо очерченная в верхнедевонское время на территории Евразии, в нижнекаменноугольную эпоху распадается на отдельные, плохо улавливаемые участки. Однако позже, в среднем и верхнем карбоне, а особенно в пермское время она разрастается, занимая значительное пространство.

В пределах зоны умеренного и влажного климата, занимавшего северную часть Евразии, Г. П. Радченко (31) выделяет для нижнекаменноугольной эпохи Северо-Евразийскую зону. Эту же территорию для верхней части каменноугольного и всего пермского периода А. Н. Криштофович (17) рассматривает как Тунгусскую ботанико-географическую область. Я полагаю, что для этой северной зоны, в пределах которой мы можем выделить пока только одну область, следует сохранить название, данное ей А. Н. Криштофовичем, и именовать ее в дальнейшем Тунгусской областью.

Зона субтропического и тропического климата (в карбоне влажного, а в перми на значительной территории аридного) охватывала Европу, кроме ее северной части, Среднюю и Центральную Азию и Китай. Здесь располагались две ботанико-географические области — Вестфальская на западе и Казахстанская на востоке. Наконец, на крайнем юге Евразии в пределах полуострова Индостан и на материках Южного полушария со второй половины карбона возникла Гондванская ботанико-географическая область, характеризующаяся умеренным (с переходом к холодному) влажным климатом.

Каменноугольные флоры Тунгусской области, изученные, равно как и

¹ Под ботанико-географическими зонами Г. П. Радченко понимает наиболее крупные подразделения, примерно соответствующие климатическим зонам (умеренного, субтропического климата и т. д.). Каждая зона в свою очередь может разбиваться на ботанико-географические области, а области — на провинции. А. Н. Криштофовичем для верхнего палеозоя и третичного периода и мной для мезозоя в качестве наиболее крупных подразделений выделяются непосредственно области, нередко соответствующие зонам. В некоторых своих работах А. Н. Криштофович (23) называет слабо дифференцированные ботанико-географические зоны провинциями (например, гелландская и грелландская провинции в палеоцене, являющиеся, по существу, ботанико-географическими зонами Северного полушария. Как видно из приведенных примеров, здесь не существует достаточно установившейся терминологии.

пермские, М. Д. Залесским, М. Ф. Нейбург, Г. П. Радченко, Н. А. Шведовым и другими, известны преимущественно из Сибири (Тунгусский, Кузнецкий, Минусинский бассейны, Тува) и Печорского бассейна. В последнее время они обнаружены и на побережье Охотского моря (Б. М. Штемпель). К этой же области Г. П. Радченко (30) относит пижнекаменноугольную флору Шпицбергена, по его мнению, неверно определенную Натгорстом, который ошибочно установил в ней ряд европейских видов, характерных для Вестфальской области. Плауновидные представлены здесь родами *Lepidodendropsis*, *Tomiodendron*, *Sibiriodendron* (эти три рода не поднимаются выше нижнего карбона), *Lophiodendron*, *Angarodendron*, *Demetria*. Все они отличаются слабо выраженными подушками, к верхней части которых прикреплялись жесткие шиловидные или плоские листья, и отсутствием воздухоносной ткани. Из членисто-стебельных характерны род *Koretrophyllites*, недавно выделенный Г. П. Радченко (30), *Annularia*, *Phyllothesa*. Папоротникообразные представлены преимущественно родами *Angaridium*, *Angaropteridium*, *Gondwanidium*, не известными в вестфальских флорах, а также такими широко распространенными формами, как *Sphenopteris*, *Pecopteris*, *Neuropteris*.

Особенно большое распространение получают со среднего карбона (с основания балахонской серии) кордантовые — *Noeggerathiopsis*. Здесь нет сигиллярий, постоянных каламитов и кордаитов, столь характерных для Вестфальской области и очень мало лепидодендронов. Отсутствие воздухоносной ткани у лепидофитов и наличие четких колец прироста в древесинах указывает на умеренный климат. О его влажности свидетельствуют обширные залежи угля, связанные в основном с отложениями второй половины каменноугольного периода и всей перми.

Каменноугольная флора Тунгусской области, по мнению Г. П. Радченко (30), явилась результатом эволюции верхнедевонской флоры в условиях пониженной влажности и постепенного похолодания климата.

Для раннего карбона Г. П. Радченко предполагает существование так называемой переходной Шотландско-Казахстанской зоны, флора которой включала формы как более южной Вестфальской области (различные лепидодендроны, птеридоспермы — *Adiantites*, *Aneimiles*, *Sphenopteridium* и другие). В средне- и позднекарбовое время Тунгусская область отделилась от Вестфальской широкой, почти сплошной аридной зоной, постепенно суживающейся, а затем и совершенно исчезавшей по направлению к Тихому океану (33). Для этого времени переходные флоры более редки. Одна из них представлена флорой карагиндинской свиты (Караганда), которую некоторые исследователи рассматривают как среднекаменноугольную (М. О. Борсук), а другие — как намюрскую (Г. П. Радченко).

В то время как Вестфальская область подвергалась в течение пермского периода все возрастающей аридизации, климат Тунгусской области по-прежнему оставался влажным, о чем свидетельствует продолжавшееся углеобразование. Это обусловило очень постепенное изменение облика тунгусской флоры на протяжении всего пермского периода.

Пермские флоры Тунгусской области (25, 26, 27 и др.) характеризуются отсутствием древовидных плауновидных. Членисто-стебельные представлены родами *Annulina*, *Annularia*, *Phyllothesa* и с верхней перми *Schizoneura*. Г. П. Радченко добавляет сюда *Koretrophyllites*. Среди папоротникообразных исчезают роды *Gondwanidium*, *Angaridium*, *Angaropteridium*, появляются *Callipteris*, *Zamiopteris*, *Taeniopteris* (здесь это, видимо, птеридосперм). По-прежнему широко распространен род *Noeggerathiopsis*, представленный разнообразными видами, создающими основной фон растительности. Характерным компонентом пермских флор Тунгусской области явились листостебельные мхи, найденные М. Ф. Нейбург (27) в отложениях Печорского, Тунгусского и Кузнецкого бассейнов. В частности, отпечатки, отнесенные М. Д. Залесским к роду *Walchia*, ока-

зались принадлежащими листостебельным мхам. Тем самым существование *Walchia* в тунигусской флоре не подтвердилось. В верхней перми появляются представители гинкговых (?) (*Rhipidopsis*) и цикадофитов (*Javorskya*), имеющие уже мезозойский облик.

М. Ф. Нейбург (25), детально изучившая род *Noeggerathiopsis*, отмечает большую густоту жилкок у верхнепермских видов, возрастающую одновременно с уменьшением величины листовой пластинки, связывая это с проявлением засушливых условий. Очень вероятно, что здесь сказывается влияние пояса аридного климата, располагавшегося южнее и как раз в эпоху верхней перми достигшего наибольшего развития.

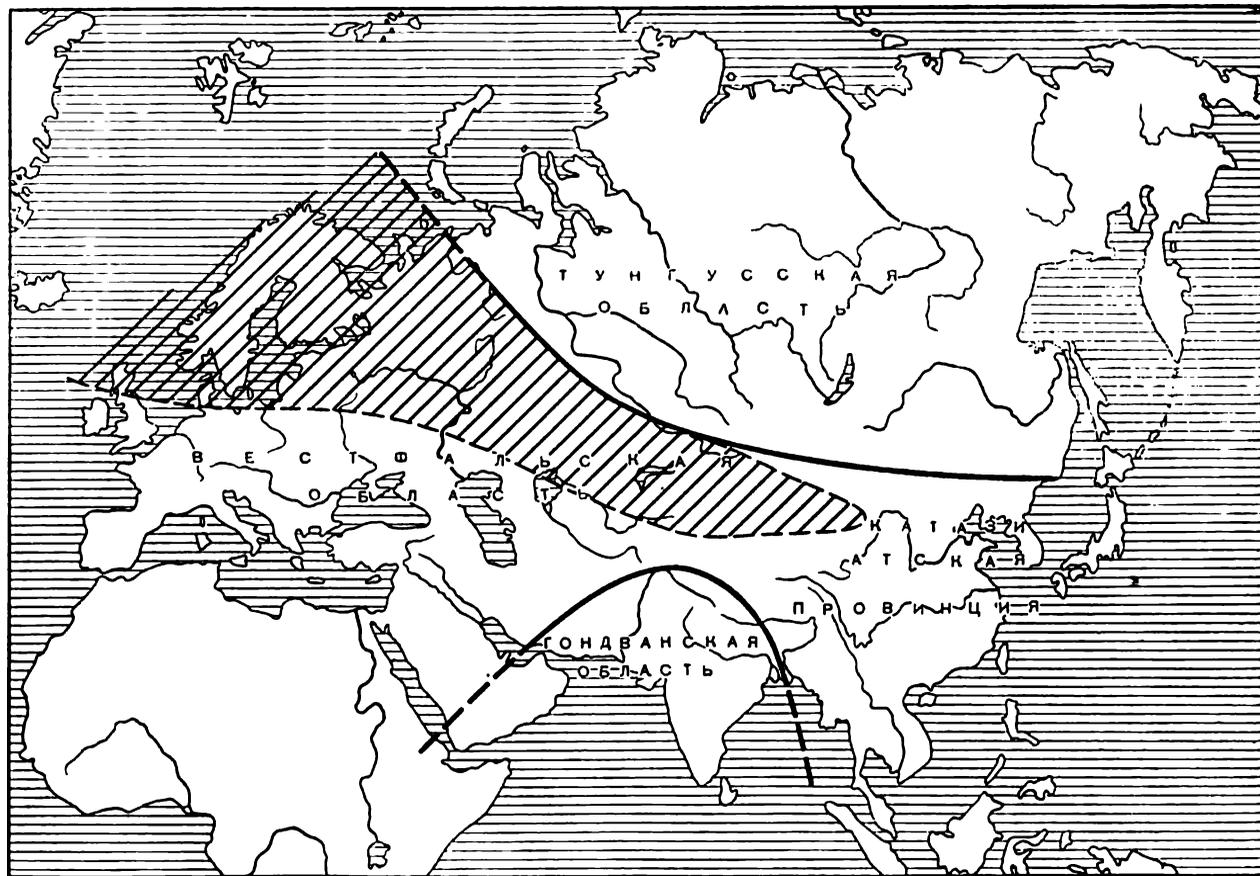
Каменноугольные и пермские флоры Вестфальской области известны из Западной Европы, Донецкого бассейна, Малой и отчасти Средней Азии. Прообразом Вестфальской области в раннем карбоне является Средиземноморская ботанико-географическая зона, выделяемая Г. П. Радченко (30).

Каменноугольная флора этой области характеризуется богатством лепидодендроновых, сигиллярий (последние со среднего карбона) и настоящих каламитов (*Calamites*), а также многочисленных птеридосперм, представленных родами *Alethopteris*, *Neuropteris*, *Odontopteris*, *Mixoneura*, *Mariopteris*. Морфолого-анатомические особенности многих растений: воздухоносная ткань (аэренхима) у лепидодеидронов и сигиллярий, облегчавшая испарение, крупные, но сильно рассеченные листья папоротникообразных, большое число древовидных форм у разных групп растений (лепидофиты, каламиты, многие птеридоспермы, кордаиты), каулифлория, выходящая и ползающие формы, отсутствие колец прироста в древесинах, все это свидетельствует о жарком и влажном климате Вестфальской области, что в свое время было прекрасно показано Г. Потонье. Этот вывод хорошо подтверждается широким развитием процессов углеобразования, говорящих о влажности климата, и мощным развитием в морях этой области известняков, часто рифогенных, образование которых протекало в условиях жаркого климата.

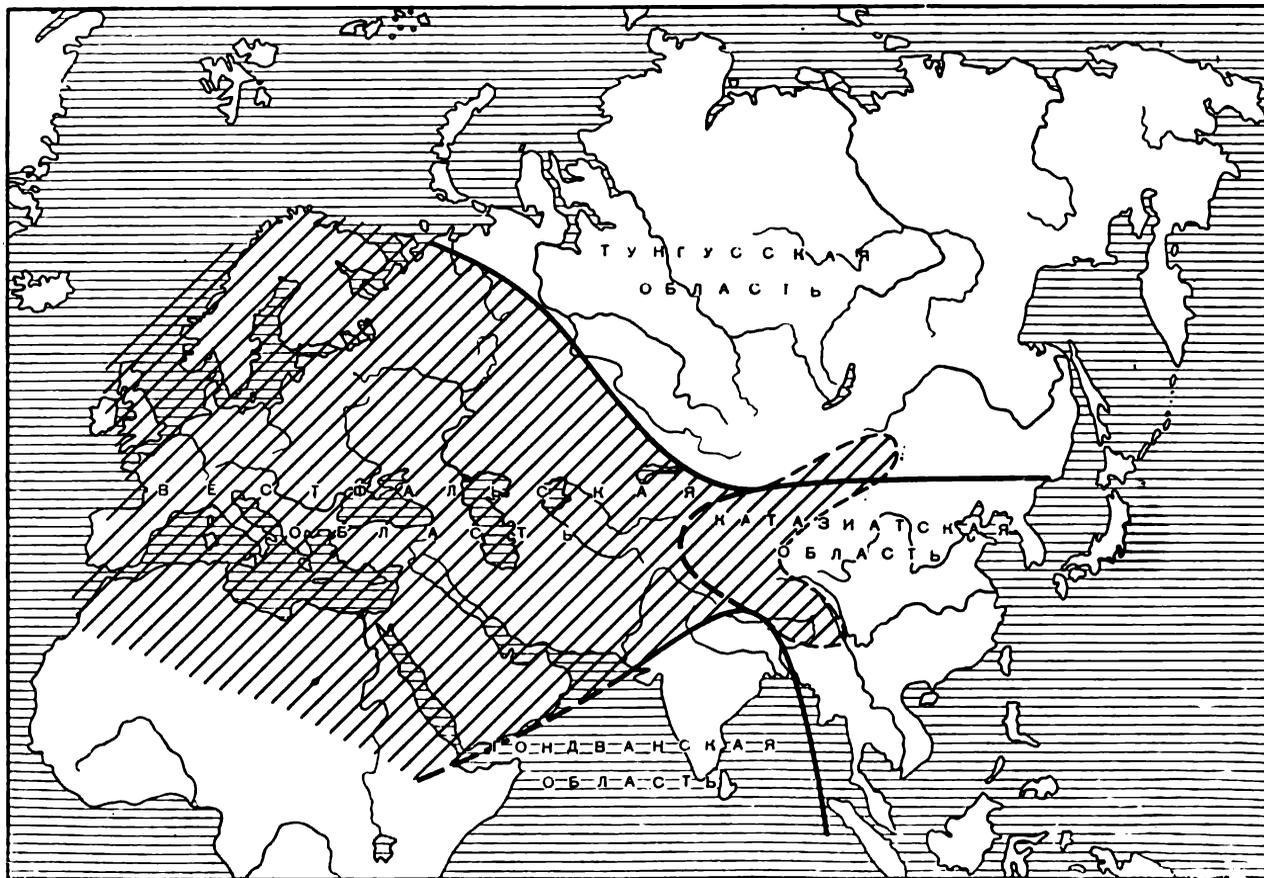
С наступлением пермского периода флора Вестфальской области претерпевает значительные изменения, вызванные постепенным развитием аридных условий. К концу ранней перми аридная зона, отмеченная отложением красноцветов, нередко сопровождаемых гипсами и солями, захватывает почти всю Европу и Урал, за исключением его северной части (Печорский бассейн); далее к востоку она быстро сужается, занимая Ближний Восток, Казахстан и Среднюю Азию. У берегов Тихого океана (Китай, Корея), где в течение перми широко были развиты процессы угленакопления, она не обнаруживается сколько-нибудь ясно.

На рубеже карбона и перми вымирают все лепидодендроновые и эусигиллярии; позднее, к началу ранней перми исчезают субсигиллярии, каламиты, сфенофиллы, кордаиты и большинство птеридоспермов. Среди вновь появляющихся форм следует отметить: *Callipteris* (род, очень характерный для нижней перми), многочисленных хвойных — *Walchia* (ныне *Lebachia*), *Ulmannia*, позднее *Voltzia*, впервые получающих широкое распространение (редкие находки *Walchia* известны в среднем и в верхнем карбоне), первых достоверных гинкговых (*Baiera*), цикадофитов (*Pterophyllum*) и, наконец, целый ряд голосеменных неопределенного систематического положения.

Таким образом, если вестфальская флора ранней перми тесно связана с флорой каменноугольного периода этой области, то сильно обедневшая верхнепермская флора вследствие исчезновения разнообразных каменноугольных элементов и появления относительно немногочисленных новых форм, представленных преимущественно хвойными и некоторыми другими голосеменными, приобретает совершенно иной облик. В этом облике проступают уже черты, свойственные флорам мезофита (господство голосеменных).



Фиг. 1. Схема расположения ботанико-географических областей в среднем и верхнем карбоне. Штриховкой показан пояс аридного климата по данным Н. М. Страхова (36), А. Б. Ронова и В. Е. Хаина (33)



Фиг. 2. Схема расположения ботанико-географических областей на границе нижней и верхней перми.
Штриховкой показан пояс аридного климата по данным Н. М. Страхова (36), А. Б. Ронова и В. Е. Хаина (33)

Катазиатская область располагалась на востоке Азии (Китай, Корея, возможно, Индо-Китай), находясь в пределах той же зоны жаркого климата, что и Вестфальская область. Каменноугольная флора, известная здесь хуже пермской, обнаруживает много сходных черт с вестфальской флорой. Так, позднекарбоновая флора Юэмынгоу содержит лепидодендроны, каламиты, сфенофиллы, кордаиты, а также такие птеридоспермы, как *Neuropteris* и *Alethopteris*. Однако, наряду с широко распространенными видами, известными также из однообразных отложений Вестфальской области, здесь появляется и ряд характерных местных видов (например, *Lepidodendron oculus-felis*). Для пермской флоры Катазиатской области (нижняя и верхняя свиты Шихэцзы) особенно характерно появление разнообразных папоротникообразных *Gigantopteris* и *Taeniopteris* (видимо, относящихся к птеридоспермам), а также таких эндемичных родов, как *Tingia*, *Emplectopteris*, *Protoblechnum*. Из членистостебельных присутствуют *Lebatannularia*, сфенофиллы, редкие лепидодендроны, пекоптериды, калиптериды и кордаиты. Характерно появление мезозойских элементов: *Cladophlebis*, *Baiera*, *Dioonites*, *Nilssonia*. Из верхней перми Северного Китая (свита верхняя Шихэцзы) недавно описана *Walchia* (42). Изучение поперечного среза ее древесины показало, что кольца годового прироста выражены в ней очень плохо.

А. Н. Криштофович (19, стр. 369) указывает на теплый и даже жаркий климат Китая в пермское время, приводя ряд доказательств в пользу этого положения, с которым вполне можно согласиться. Однако в той же работе, несколькими страницами выше (стр. 361) он рассматривает район Китая в качестве Катазиатской ботанико-географической провинции Тунгусской области. Последняя, как известно, лежит в зоне умеренного климата. Мне представляется более правильным рассматривать Восточную Азию для каменноугольного времени как провинцию Вестфальской области, а для пермского — как самостоятельную Катазиатскую область, располагавшуюся вместе с Вестфальской в зоне жаркого климата: субтропического — на севере и тропического — на юге (фиг. 1 и 2).

Можно думать, что резкое обособление Катазиатской области от Вестфальской произошло в связи с сильной аридизацией климата в Европе, уничтожившей большинство влаголюбивых типов растений каменноугольного времени. Вместе с тем на востоке Азии, как и на севере Тунгусской области, климат оставался влажным, поэтому флора Катазии беспрепятственно развивалась, сохраняя в своем составе многие каменноугольные элементы вплоть до второй половины перми. Интересно отметить, что если средне- и верхнекаменноугольные флоры Средней Азии имели вполне вестфальский облик, то флора поздней перми, обнаруженная в нижней части мадыгенской свиты и изученная Т. А. Сикстель (35), имеет в составе такие типичные катазиатские элементы, как *Gigantopteris*.

На формирование мадыгенской флоры оказала, по мнению Т. А. Сикстель, свое влияние и Тунгусская область, на что указывает присутствие папоротникообразных, сближаемых с *Angaridium* и *Angaropteridium*. Таким образом, Средняя Азия в пермское время явилась местом стыка трех основных ботанико-географических областей.

Гондванские флоры в пределах Евразии известны только на полуострове Индостан. Зато они широко распространены в странах Южного полушария (Южная Африка, Южная Америка, Австралия). Состав гондванской флоры Индостана, как, впрочем, и других районов Гондванской области, довольно беден, но очень своеобразен. Наиболее характерными для нее растениями являются различные виды птеридоспермов — *Glossopteris* и *Gangamopteris*, по существу, не выходящие в своем распространении за пределы этой области, а также многочисленные кордаитовые — *Noeggerathiopsis* и некоторые членистостебельные — *Schizoneura* и *Phyllothesa*. Верхнекаменноугольные отложения (свита Талчир и, возможно,

Кархарбари) обладают более бедным комплексом, чем вышележащие пермские отложения (свиты Баракар и Ранигандж), в которых увеличивается видовое разнообразие *Glossopteris* и *Gangamopteris* и появляются такие формы, как *Barakaria* (систематическое положение неясно), *Taeniopteris* (видимо, птеридосперм) и *Rhipidopsis* (гинкговые). М. Ф. Нейбург (26) установила путем тщательного изучения фактического материала, что мнение М. Д. Залесского о присутствии представителей родов *Glossopteris* и *Gangamopteris* в Тунгусской области не подтверждается и что описанные им под этими родовыми названиями отпечатки на самом деле принадлежат родам *Zamipteris* и *Pursongia*, свойственным Тунгусской области.

Гондванская флора произрастала в условиях влажного умеренного, вплоть до холодного климата, вызванного оледенением Южного полушария в верхнем палеозое.

Мезозой

Широко распространившиеся в ранне- и среднетриасовую эпоху аридные условия обусловили сравнительную редкость местонахождений растительных остатков этого времени. Имеющийся материал все же намечает по крайней мере три ботанико-географические области, четкие границы которых очертить пока еще затруднительно. Одна из этих областей примерно совпадала с распространением преимущественно аридного, субтропического и тропического климата, пояс которого захватывал почти всю Европу, Урал, Среднюю Азию, страны Ближнего Востока, Центральную Азию и Китай (10, 40). В пользу существования здесь преимущественно аридных условий свидетельствует широкое развитие карбонатных красноцветов, сопровождаемых местами залежами гипса. Связанный с этим поясом обедненный флористический комплекс наиболее хорошо представлен в отложениях пестрого песчаника Западной Европы (нижний триас). По составу нижнетриасовый комплекс Западной Европы в основном является производным от верхнепермской флоры Вестфальской области. Наиболее характерным растением этого комплекса было невысокое древовидное плауновидное — *Pleuromeia*, обнаруживающее генетическую связь с пермскими сигилляриями. Остатки этого рода, представленного двумя-тремя видами, известны в настоящее время из нижнего и среднего триаса Западной Европы (Франция, Германия), центральной части Русской платформы (Тульская и Ярославская области), Ферганы, а также Южного Приморья¹.

Как полагают многие палеоботаники, *Pleuromeia* являлась типичным суккулентом, обитавшим по побережью морских и пресноводных бассейнов.

Вместе с *Pleuromeia* в Западной Европе встречены остатки папоротников и, возможно, птеридоспермов (*Psaronius*, *Pecopteris*, *Neuropteridium*, *Apopteris*), членистостебельных (*Schizoneura*, *Equisetites*), кордантовых (*Yuccites*), хвойных (*Albertia*, *Voltzia*). Эта растительная ассоциация, видимо, развивалась в аридной зоне, образуя своеобразные оазисы. В Фергане совместно с *Pleuromeia*, найденной в верхней части мадыгенской свиты (уже нижнетриасового возраста), собран довольно богатый комплекс остатков растений, среди которых Т. А. Сикстель (35) определены папоротники (*Danaeopsis*), членистостебельные (*Equisetites*, *Shizoneura*, *Lobatannularia*, *Phyllothea*), разнообразные птеридоспермы (*Aipteris*, *Gigantopteris*, *Thinnfeldia*, *Madygenia*), цикадофиты (*Pterophyllum*, *Ptilozamites*, *Nilssonia*), гинкговые (*Baiera*, *Sphenobaiera*), кордантовые (*Cordaites*, *Yuccites*), хвойные (*Albertia*, *Voltzia*). Несмотря на ряд сходных с пестрым песчаником Западной Европы форм, флора верх-

¹ Определение *Pleuromeia* из Ярославской области (район Рыбинска) сделано М. Ф. Нейбургом. Описание этой находки еще не опубликовано.

ней части мадыгенской свиты обнаруживает и заметные черты отличия (например, присутствие *Gigantopteris*). По мнению Т. А. Сикстель, предшественницей мадыгенской флоры была вестфальская флора, однако присутствие *Gigantopteris* несомненно указывает на влияние катазиатской флоры при ее формировании. Эти различия заставляют рассматривать западноевропейскую и мадыгенскую нижнетриасовые флоры как принадлежащие к разным провинциям. В Южном Приморье вместе с *Pleuromeia* обнаружены скудные остатки *Thinnfeldia* и *Equisetales*.

В пределах северной ботанико-географической области, совпадающей с зоной умеренного и влажного (известно угленакопление) климата, занимавшей север Евразии, мы знаем пока только два местонахождения флор раннего триаса. Одно из них связано с корвунчанской свитой Тунгусского бассейна, а другое — с мальцевской свитой Кузнецкого бассейна.

Для флор корвунчанской и мальцевской свит характерно обилие папоротников *Cladophlebis*, гинкговых типа *Sphenobaiera* и араукарноподобных хвойных, т. е. явно мезозойских элементов. Такие формы, как *Pleuromeia* и *Voltzia*, характерные для более южной области, здесь отсутствуют.

В Индии, где намечается третья ботанико-географическая область нижнего и среднего триаса, ископаемые флоры этого времени (серия Панчет) обнаруживают тесную связь с верхнепермскими флорами Гондваны, о чем говорит наличие *Noeggerathiopsis*, *Glossopteris* и *Gangopteris*. Вместе с ними присутствует и ряд мезозойских родов *Danaeopsis*, *Dicroidium*, широко развившихся позднее. *Pleuromeia* здесь, как и на севере, не найдена.

Нижне- и среднетриасовые эпохи представляют переломное время, в течение которого флора Евразии окончательно теряет свой палеозойский облик (вымирают последние древовидные плауновидные — *Pleuromeia*, палеозойские птеридоспермы, кордаиты и хвойные) и приобретает мезозойские черты. Для этой эпохи ботанико-географические области верхнего палеозоя (вестфальская, тунгусская и гондванская) в основном еще сохраняют свое расположение. Вестфальская флора порождает флору с *Pleuromeia*, верхнепалеозойская флора Гондваны — флору серии Панчет, а флора Тунгусской области — флоры корвунчанской и мальцевской свит.

Начиная с верхнего триаса, флора Евразии и всего земного шара приобретает уже вполне мезозойский облик. Аридная зона Северного полушария заметно сокращается в размерах, совершенно исчезая к концу триаса — в рэтский век (40). На севере Евразии, примерно на месте Тунгусской области возникает так называемая Сибирская область, намеченная еще А. Н. Криштофовичем (18), который не дал ей специального названия, а затем подробно обоснованная В. Д. Принадой (29). Дальнейшая разработка основных черт и истории развития Сибирской области в юрское и меловое время дана мной (6). Сибирская область примерно соответствовала зоне умеренного климата, представляя по существу целую ботанико-географическую зону. К югу от нее располагалась область, захватывающая Западную Европу (за исключением северной части), южную половину Европейской части СССР, Кавказ, Туркестан, страны Ближнего Востока, Индию и большую часть Китая. Эту область я предложил в 1955 г. именовать Индо-Европейской (6). Она по существу также является целой ботанико-географической зоной, соответствуя поясу жаркого субтропического и тропического климата. Границы этих областей, как мы увидим дальше, на протяжении мезозоя значительно смещались в ту или другую сторону.

Характерными чертами Сибирской области в целом на протяжении всего верхнего триаса, юры и нижнего мела являлись бедность цикадофитами, а также преобладание разнообразных гинкговых (особенно *Sphenobaiera*, *Phoenicopsis*, *Czekanowskia*) и некоторых родов хвойных (*Podozamites*, *Pityophyllum*), образовывавших, по выражению А. Н. Криштофовича, хвойно-гинкговую тайгу. Индо-Европейская область характеризовалась: обилием и систематическим разнообразием цикадофитов, широким

распространением хвойных с шиловидными (*Araucarites*, *Elatocladus*, *Pagiophyllum*) или чешуйчатыми (*Breachyphyllum*) листьями, присутствием матониевых и мараттиевых папоротников, а также обилием папоротников из семейства *Dipleridaceae* (рэт — лейас).

Верхнетриасовые флоры Сибирской области мало известны. К ним можно отнести флоры рэтского возраста Богословского и Челябинского угольных бассейнов на восточном склоне Урала (7, 24) и довольно бедный комплекс растений из восточных отложений Таймыра (4). В составе этих флор почти полностью отсутствуют цикадофиты (на Таймыре указан *Anotozamites*, а в Челябинске — *Taeniopteris*). Здесь присутствуют характерные для Сибирской области гинкговые (*Ginkgo*, *Sphenobaiera*, *Phoenicopsis*, *Czekanowskia*) и хвойные (*Podozamites*, *Pityophyllum*). Папоротники представлены преимущественно различными *Cladophlebis*. Богословская флора содержит большое количество птеридоспермов *Thinnfeldia* и *Fugusula*, что сближает ее с флорой восточного побережья Гренландии (Скорсби). Восточная часть Сибирской области лишена верхнетриасовых флор, за исключением юго-восточной окраины, откуда известна так называемая монгугайская флора, приуроченная к двум свитам: нижнемонгугайской, относящейся к пизам карнийского яруса, и верхнемонгугайской, расположенной в пизах норийского яруса. Флора, заключенная в этих свитах, в настоящее время подробно изучена И. Н. Сребродольской. В ней, наряду с гинкговыми и хвойными, характерными для Сибирской области, присутствуют многочисленные *Dipteridaceae* (*Dictyophyllum*, *Camptopteris*, *Clathropteris*) и разнообразные *Taeniopteris*, более характерные для Индо-Европейской области. Это отражает положение монгугайской флоры на стыке Сибирской и Индо-Европейской областей.

Верхнетриасовые флоры Индо-Европейской области значительно более широко известны, чем одновозрастные флоры Сибирской. Укажем из них флоры Швейцарии (Базель), Австрии (Лунц), Донбасса, Армении (Веди-чай), Южного Урала (Суракай), Западного Казахстана (р. Илек), Ферганы (Камыш-баши), Китая (Яньчжан — Северное Шэньси), Северного Вьетнама (Тонкин).

Наиболее характерными компонентами перечисленных флор являются папоротники: *Bernoullia*, *Danaeopsis* (эти роды исчезают в рэте), *Camptopteris*, *Clathropteris*, *Dictyophyllum* (последние два особенно характерны для рэта, переходя в лейас); птеридоспермы: *Lepidopteris* и ряд видов *Thinnfeldia* и разнообразные цикадофиты: *Pterophyllum*, *Sphenozamites*, *Dioonitocarpidium*, *Taeniopteris*, *Drepanozamites*, *Otozamites*, *Nilssonia*.

Несомненно, что в верхнетриасовую эпоху в пределах Индо-Европейской области существовали отдельные провинции, которые еще недостаточно четко очерчиваются.

В верхнетриасовых отложениях Индии (серия Махадева) определенных растительных остатков не найдено. Однако можно утверждать, что в триасовый период резкие отличия, существовавшие между гондванской и вестфальской флорами в верхнем палеозое, начали сглаживаться, поскольку юрские флоры Индии, Европы и Средней Азии обнаруживают настолько значительные черты сходства, что их следует относить к одной ботанико-географической области.

Если в течение нижнего и среднего триаса климатическая зональность, вследствие существования аридного пояса, была очень резко выражена, то, начиная с верхнего триаса, в результате его постепенного исчезновения, она начала несколько затушевываться. Уже в рэтский век зона умеренно-влажного климата пришла в непосредственное соприкосновение с зоной влажного, но жаркого субтропического, а южнее — тропического климата. Об этом свидетельствует распространение в нижне- и среднеюрские эпохи процессов углеобразования и почти полное отсутствие связанных с этим временем красноцветных карбонатных пород, которые указывали бы на существование засушливых условий. Этим объясняется и

некоторая условность границы между соответствующими ботанико-географическими областями в ниже- и среднеюрские эпохи.

Типичными ниже- и среднеюрскими в Сибирской области являются флоры Чулым-Енисейского, Канского и Иркутского бассейнов, а также ниже- и среднеюрские флоры Казахстана и Урала. Продолжение этой области на востоке остается неясным, так как на северо-востоке Азии и в Приморье ниже- и среднеюрские флоры неизвестны, но есть основания полагать, что эти территории входили в Сибирскую область.

В Сибирской области гинкговые были представлены родами: *Ginkgo*, *Baiera*, *Sphenobaiera*, *Phoenicopsis* и *Czekanowskia*. Два последних рода сбрасывали листья целыми пучками. Среди хвойных преобладали древние типы: *Podozamites* и *Pityophyllum*. Нижний ярус в этих лесах составляли разнообразные папоротники, среди которых были особенно распространены представители родов *Cladophlebis*, *Coniopteris* и *Raphaelia*. Последний известен только в пределах Сибирской области. Кроме папоротников, произрастали мелкие хвощи и редкие цикадофиты (преимущественно *Nilssonia*, *Apomezamites*, редкие *Pterophyllum*, *Ctenis*); характерно отсутствие таких родов, как *Otozamites*, *Zamites*, *Dictyozamites*, *Ptilophyllum*. Количество цикадофитов заметно увеличивалось по мере движения к югу.

В более позднее нижнемеловое время, как мы увидим ниже, Сибирская область несколько обогащается цикадофитами. Древовидные формы папоротников здесь, видимо, не произрастали. Древесины хвойных и гинкговых из Сибирской области обнаруживают отчетливые годичные кольца.

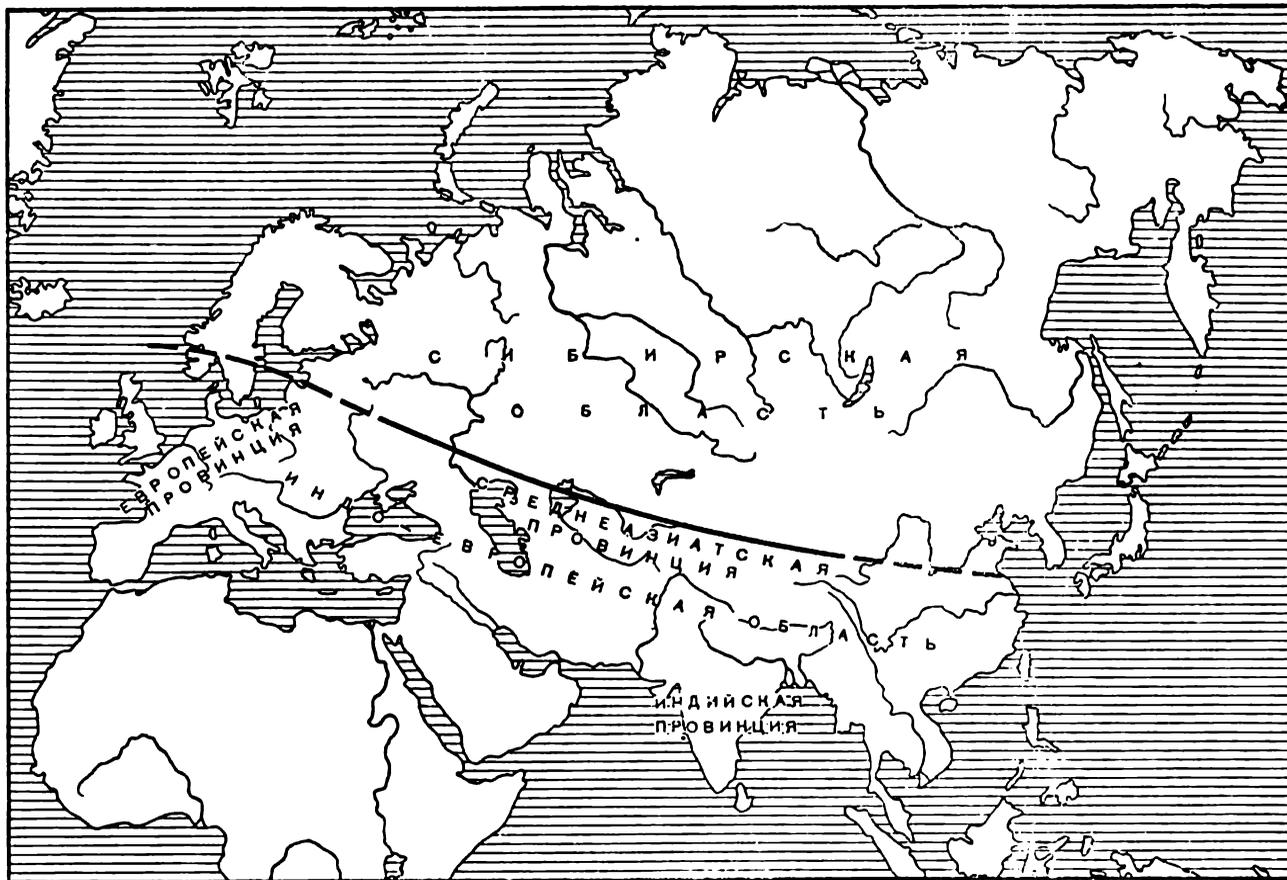
К Индо-Европейской области следует отнести ниже- и среднеюрские флоры Западной Европы, Донбасса (Каменки), Кавказа и многочисленных флор Средней Азии и Индии. К этой же области относилась, видимо, и большая часть территории Китая. Для данных флор характерно присутствие матониевых, мараттиевых и циатейных, нередко древовидных, папоротников, большое родовое и видовое разнообразие цикадофитов (особенно разнообразно представлены роды *Pterophyllum*, *Otozamites*, *Zamites*, *Taeniopteris*), а также наличие хвойных, близких к современным араукариевым. Наоборот, гинкговые в составе растительности Индо-Европейской области имели подчиненное значение. Так, среди европейских и индийских флор не встречены *Phoenicopsis* и очень редки *Czekanowskia* и *Sphenobaiera*. Отсутствует здесь и *Pityophyllum*, заметно реже встречаются подозамиты.

В пределах Индо-Европейской области можно наметить несколько провинций: Европейскую, Индийскую и Средне-Азиатскую, точные границы которых было бы еще преждевременно очерчивать.

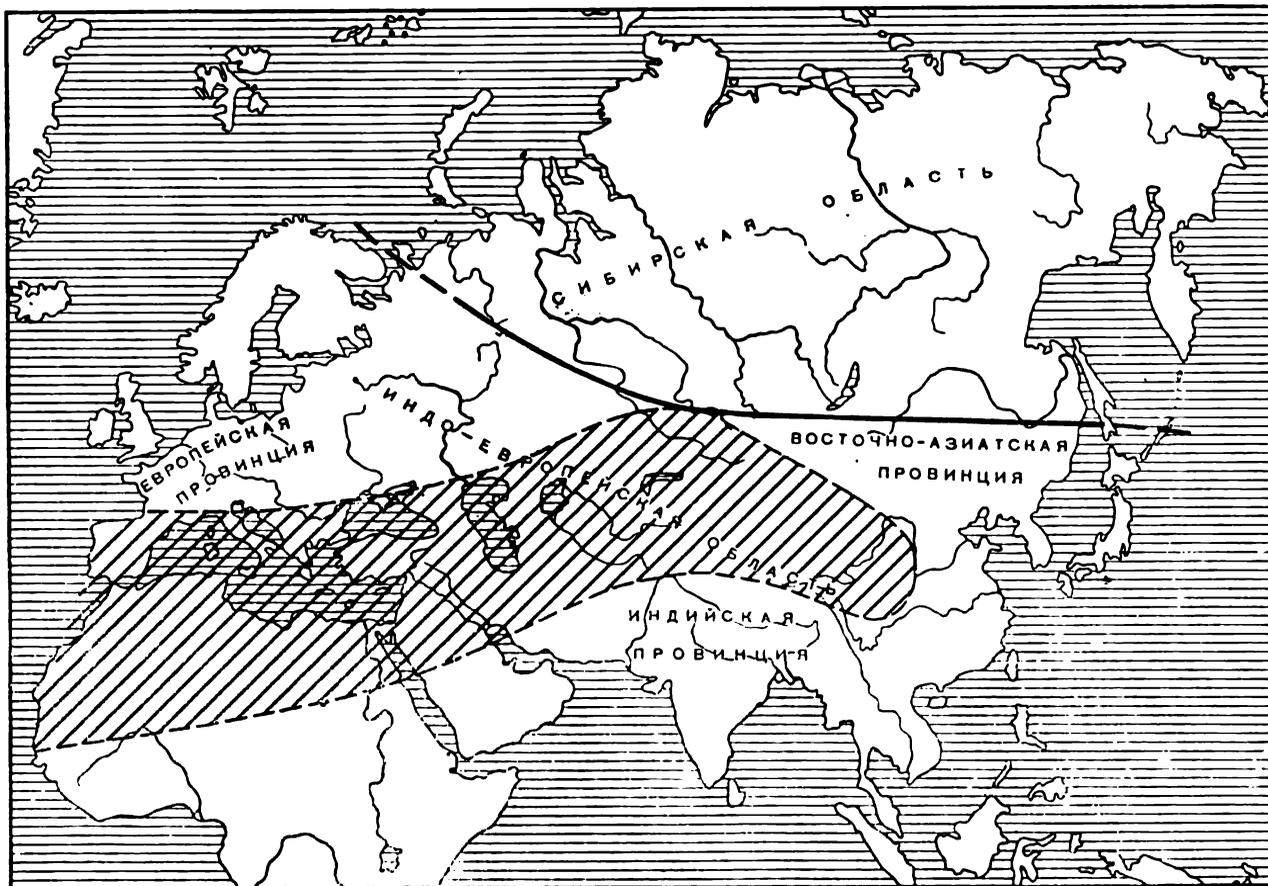
В продолжение верхней юры и нижнего мела Сибирская флористическая область сохранила самостоятельность, однако размеры ее несколько сократились вследствие того, что во второй половине верхнеюрской эпохи территория Казахстана и южной части Западной Сибири была занята засушливым поясом, в пределах которого отлагались осадки, практически лишенные остатков растений. Верхнеюрские флоры данной области известны только из Якутии и Забайкалья. Характерными для верхнеюрских флор Якутии являются *Cladophlebis aldanensis* и *Cl. serrulata* в сочетании с *Raphaelia diamensis*, известной также и из среднеюрских отложений.

Значительно лучше изучены нижнемеловые флоры Сибирской флористической области: бассейна Хатанги, нижнего и среднего течения р. Лены и ее притоков Вилюя и Алдана, Колымы, Чукотки, Забайкалья. К Сибирской области следует отнести флоры рек Амура, Зеи и Бурсы, а также Удской депрессии.

В составе растительности Сибирской области в нижнемеловую эпоху преобладали папоротники, гинкговые и хвойные. Цикадофиты, относительно многочисленные во флорах южной окраины Сибирской области (Алдан, среднее течение р. Лены и особенно р. Бурья), где они представ-



Фиг. 3. Схема расположения ботанико-географических областей в нижней и средней юре



Фиг. 4. Схема расположения ботанико-географических областей в нижнем мелу (неоком, Штриховкой показан пояс аридного климата)

лены рядом родов (*Taeniopteris*, *Pterophyllum*, *Anomozamites*, *Aldania*, *Jacutiella*, *Turmia*, *Ctenis*, *Heilungia*, *Schmidtia*), очень редки в наиболее северных флорах низовьев р. Лены, островов Шницбергена и Земли Франца-Иосифа. Некоторые из перечисленных родов (*Aldania*, *Heilungia*, *Jacutiella*, *Schmidtia*) встречены пока только в пределах Сибирской области.

Сравнительно небольшие изменения, происшедшие в составе растительности Сибирской области при переходе от юрского к меловому периоду, объясняются более или менее однородными физико-географическими условиями как в юрское, так и в нижнемеловое время. Близкое сходство нижнемеловых и юрских флор Сибирской области приводило исследователей к неоднократным ошибкам в определении их возраста.

Скудные остатки верхнеюрской растительности Индо-Европейской области (Кара-Тау, Южная Европа), дошедшие до нас, показывают, что с верхнеюрского времени осушение климата вызвало в растительности южной части Европы и Казахстана заметные изменения, выразившиеся в усилении роли хвойных (особенное значение приобретает род *Brachyphyllum*) и сокращении папоротников. Отмеченные черты резко отличают эту растительность от пока немногочисленных верхнеюрских флор Сибирской области.

На юге Индо-Европейской области, в Индии, отделенной от засушливого пояса морем Тетис, продолжала произрастать влаголюбивая растительность (серия Джабалпур), очень близкая по составу предшествующей ей средней и нижнеюрской (серия Раджмахал).

Основной особенностью Индо-Европейской ботанико-географической области в нижнемеловую эпоху было широкое распространение папоротников *Opuchiopsis*, *Ruffordia*, *Gleichenia*, *Hausmannia*, *Matonidium*, *Phlebopteris* и *Weichselia*, известных как среди нижнемеловых отложений Европы, так и в Восточной Азии. Некоторые из них известны и в Индии (*Weichselia*, *Matonidium*).

Растительность этой области стала значительно менее однородной в нижнемеловую эпоху, чем в среднеюрскую, что в большой мере обусловлено аридизацией климата на значительных территориях. Поэтому ее следует разделить по крайней мере на три довольно значительно изолированные друг от друга провинции: Европейскую, Индийскую и Восточно-Азиатскую, которые в дальнейшем, вероятно, можно будет рассматривать как самостоятельные области.

Характерно, что и различия между флорами Сибирской и Индо-Европейской областей в конце юры и в нижнем мелу проявляются значительно более резко, чем в ранней и средней юре.

Восточно-Азиатская провинция, в состав которой входят нижнемеловые флоры Приморья, Японии и Северного Китая, отличаются от флор Европейской или Индийской провинций присутствием многочисленных *Podozamites* и некоторых гинкговых (*Ginkgo*, *Baiera*). Из папоротников, помимо перечисленных выше, характерных для всей Индо-Европейской области, часто встречается *Adiantites*. Отмечается значительное разнообразие папоротников формального рода *Cladophlebis*. Среди многочисленных цикадофитов наиболее распространены и разнообразны по видам роды *Pterophyllum*, *Taeniopteris*, *Ctenis*, *Nilssonia*, *Dictyozamites*. Хвойные представлены *Cuparassidium*, *Elatocladus*, *Elatides*, *Pagiophyllum*, *Cephalotaxopsis*.

Европейская провинция, помимо ранее перечисленных черт, свойственных всей Индо-Европейской области, отличается сильным сокращением гинкговых и исчезновением хвойного *Podozamites*, игравших заметную роль в растительности нижней и средней юры этой провинции. Среди хвойных многочисленны *Brachyphyllum*, *Thuites*, *Sphenolepidium*, *Pagiophyllum*, *Cuparassidium*, среди цикадофитов — *Pterophyllum*, *Taeniopteris*, *Otozamites*, *Glossozamites*, *Ctenis*, *Nilssonia*. Известны также стволы беннеттитов (*Cycadeoidea*) прекрасной сохранности и древовидных папорот-

ников. Нижнемеловые флоры Европейской части СССР (Московская и Воронежская области) отличаются от флор Западной Европы бедностью цикадофитами.

Растительность Индийской провинции нижнемеловой эпохи сравнительно мало известна (12). К ней относят растительные остатки из свиты умия (полуостров Кач), находящиеся в слоях между морскими отложениями с фауной киммериджа и апта. Обнаруженная флора, среди которой преобладают цикадофиты и хвойные, очень близка к юрской, содержит *Ptilophyllum*, представленный несколькими видами и известный из юрских отложений Европейской провинции, но вымерший там к началу нижнемеловой эпохи, а также характерные хвойные Индии — *Brachyphyllum expansum*, *Agasacites cutchensis*, тоже встречающиеся в юрских отложениях. В другом месте Индии (Айдар) найдены папоротники *Mattonidium* и *Weichselia*, характерные для нижнемеловых отложений Индо-Европейской области (12). Видимо, песчаники с этими папоротниками моложе слоев с растительными остатками свиты умия (фиг. 3, 4).

В конце нижнемеловой эпохи (альбский век) происходит некоторое сокращение засушливой зоны. Так, на территории Казахстана красноцветные отложения со стяжениями карбонатов (неоком) сменяются аллювиальными и озерными осадками апт-альба. Значительное сокращение засушливой области в западной ее половине связано с сеноманской трансгрессией.

В самом конце нижнемеловой эпохи происходит крупнейшая перестройка растительного покрова Земли, выразившаяся в быстром распространении покрытосеменных растений. В начале верхнего мела эта группа уже заняла господствующее положение в составе растительности. Одновременно вымерло большинство гинкговых (кроме самого *Ginkgo*), цикадофитов (все *Bennettitales* и многие из *Cycadales*). Исчез ряд характерных для мезофитов папоротников (*Coniopteris*) и хвойных (*Podozamites*, *Pityophyllum*).

Это интереснейшее явление освещено в ряде работ (5, 8, 38).

Рассмотрение верхнемеловой растительности Евразии позволяет и здесь выделить ботанико-географические области, распространение которых связано с климатической зональностью. Основные материалы, подтверждающие выделение этих областей, более подробно рассмотрены в работах Т. Н. Байковской (2), В. А. Вахрамеева (5) и А. В. Ярмоленко (41).

Для этого времени намечается более северная флористическая область, которую для удобства можно по-прежнему называть Сибирской. Она охватывала всю северную часть Евразии к северу от линии, проходящей через Южную Скандинавию к северному побережью Каспийского моря и далее на восток через Южный Казахстан и Монголию к Корее. Характерная особенность этой области — преобладание хвойно-широколиственных лесов, в составе которых были особенно многочисленны представители семейства платановых *Platanus*, *Protophyllum*, *Credneria*, *Aspidiophyllum*. Начиная с сенона, их вытесняли различные *Trochodendroides*, максимально развитые в датское время. Из других покрытосеменных для первой половины верхнемеловой эпохи значительную роль играли *Agalia*, *Sassafras*, *Cissites*, *Menispermies*, *Dalbergites*, для второй половины — *Macclintockia* (сенон), *Viburnum*, *Nordenskioldia*. Широко был распространен на протяжении всего верхнего мела род *Zizyphus*. В конце верхнего мела появились различные сережкоцветные (*Alnus*, *Corylus*, *Quercus*), из хвойных — представители семейства таксодневых (различные *Sequoia* и *Cephalotaxopsis*), и сосновых (сосна, ель, кедр, пихта).

В нижнем ярусе хвойно-широколиственных лесов произрастали папоротники, принадлежащие преимущественно родам *Asplenium*, *Gleichenia*, *Aneimia*, *Cladophlebis*. Позднее появились *Onoclea*, *Woodwardia*. Исследование спор показывает резкое возрастание значения семейства Ро-

lyrodiaсеае на протяжении всей верхнемеловой эпохи. Цикадофиты очень редки (сеноман — турон) и представлены преимущественно родом *Nils-sonia*.

Этапы развития климатической и ботанико-географической зональности в верхнем палеозое и мезозое на территории Евразии

Этапы	Геологическое время	Характеристика климата	Характеристика ботанико-географической зональности
Второй этап	нижняя пермь — средний триас верхняя юра — нижний мел	Расширение пояса аридного климата, занимавшего постепенно большую часть пояса влажного жаркого климата предыдущего этапа. В конце этапа размеры аридного пояса сокращаются, наступает новое увлажнение климата	Северная (умеренная) и южная (субтропическая) ботанико-географические области резко отграничены друг от друга, переходные флоры редки. Флора северной области, развиваясь в условиях почти не изменившегося влажного умеренного климата, сохраняла многие черты флоры предыдущего этапа. Здесь продолжалось углубление. Основные типы растений южной области в связи с возрастающей сухостью климата вымирали, но не одновременно для всей территории, дольше всего сохраняясь в районах, не затронутых аридизацией. Появляются новые типы растений (хвойные, гинкговые, цикадофиты — в перми, покрытосеменные — в нижнем мелу). Начало становления новых флор следующего цикла.
Первый этап	карбон верхний триас — средняя юра	Климатическая зональность в начале этапа не резкая. Сокращение пояса аридного климата вплоть до его полного исчезновения в отдельные моменты (нижний карбон; рэт-средняя юра). Пояс умеренного влажного климата нередко непосредственно переходит в пояс влажного и жаркого климата.	Ботанико-географическая зональность в начале этапа не резкая. В области соприкосновения северной (умеренной) и южной (субтропической и тропической) ботанико-географических областей возникали флоры смешанного состава, включающие элементы обеих областей. Максимальное развитие лесных влаголюбивых флор данного цикла (полихронных по А. Н. Криштофовичу).

Флористический состав Сибирской области был довольно однообразен и, возможно, только большое обилие папоротников на Сахалине и Анадыре позволяет выделить этот район в самостоятельную провинцию. Листопадность большинства покрытосеменных показывает, что климат Сибирской области, как и прежде, был умеренно-теплым и влажным. На востоке Азии (Сахалин, отчасти Приморье) с континентальными отложениями этого времени связаны залежи угля.

Для более южной области приходится отказаться от ее старого наименования (Индо-Европейская область) ввиду того, что верхнемеловые флоры Индии неизвестны, и назвать ее Кавказско-Европейской (5). В составе флор этой области среди покрытосеменных преобладающее значение имеют вечнозеленые формы (*Magnoliaceae*, *Laugaceae*, *Myrtaeae*), часто узколистные (например, флоры Португалии и Закавказья), в то время как листопадные формы встречаются реже. Это свидетельствует о более жарком и, быть может, местами засушливом климате этой области. Отметим, что широко известные флоры Чехии, в составе которых

встречается много листопадных форм (платаны), видимо, располагались у северной границы этой области.

Верхнемеловые флоры в Средней Азии, Китае, Монголии и Индии до сих пор не обнаружены, если не считать одиночных отпечатков. В Индии в верхнем мелу происходили интенсивные излияния базальтов. В Средней Азии, Монголии, Китае в верхнемеловую эпоху отлагались преимущественно красноцветные отложения, местами заключающие пласты гипса, показывающие, что здесь, как и в нижнемеловую эпоху, господствовал преимущественно засушливый климат.

История развития ботанико-географических областей в третичном периоде недавно подробно рассмотрена ныне покойным А. Н. Криштофовичем (23), подведшим итог своим многолетним исследованиям в этой области.

Выводы

В истории развития климатов и ботанико-географических областей Евразии на протяжении верхнего палеозоя и мезозоя можно уловить два цикла, в некоторой степени повторяющих друг друга.

Первый из них охватывает время с нижнего карбона по конец среднего триаса, второй — с начала верхнего триаса по конец нижнемеловой эпохи. Для краткости мы будем называть первый из этих циклов верхнепалеозойским (хотя он и охватывает большую часть триаса), а второй — мезозойским. Каждый цикл разбивается на два этапа (см. таблицу).

Первая половина первого этапа как верхнепалеозойского, так и мезозойского циклов характеризуется постепенным сокращением зоны аридного климата вплоть до ее полного исчезновения, вследствие чего в это время климатическая и ботанико-географическая зональность сглаживаются. Зона умеренно-влажного климата непосредственно переходит по направлению к югу в зону влажного, но более жаркого климата. Естественно, что сглаживаются и границы между соответствующими ботанико-географическими зонами и областями.

В полосе стыка возникают переходные по составу флоры, заключающие элементы как северной ботанико-географической, так и более южной области, причем трудно решить, к какой из этих областей относить данную флору (флоры Шотландско-Казахстанской зоны Г. П. Радченко в нижнем карбоне, флоры нижней и средней юры Средней Азии и Эмбы). Для этого времени мы совершенно не знаем флор ксероморфного облика. Во второй половине первого этапа палеозойского цикла возникает неширокая полоса аридного климата, разделяющего Тунгусскую и Вестфальскую области этого времени, но ее воздействие на характер растительности, видимо, было еще небольшим (появление хвойных на восточном склоне Среднего Урала в отложениях среднего карбона и т. д.). С первым этапом связывается время максимального расцвета лесных влаголюбивых флор, особенно в области южной ботанико-географической зоны, соответствующей поясу субтропического и тропического климата, и интенсивное развитие процессов углеобразования.

Наступление второго этапа отмечается быстрым расширением пояса засушливого климата, захватывающего в основном территории, которые были заняты на протяжении предыдущего этапа областью влажного жаркого климата.

В пределах северной зоны, соответствующей поясу умеренного климата Северного полушария, сохраняется влажный и умеренный климат (Тунгусская область палеозоя, Сибирская область мезозоя), что обуславливает постепенное развитие растительности при переходе от первого ко второму этапу (верхний карбон — нижняя пермь; средняя юра — верхняя юра). В растительности второго этапа сохраняется много реликтов. Процессы углеобразования продолжают. Северная зона обычно представ-

ляет единую ботанико-географическую область, почти не дифференцированную на отдельные провинции.

Несколько иная картина наблюдается в южной ботанико-географической зоне. Расширение засушливого пояса происходило здесь относительно постепенно, одни участки были захвачены им раньше, другие позже. Особенно наглядно это видно на примере перми. К концу нижнепермской эпохи климат Западной Европы стал заметно сухим, что вызвало прекращение углеобразования и резкое обеднение растительности; в Восточной Азии сухие условия наступили только к окончанию перми.

Это привело к резкой дифференциации растительности южной ботанико-географической зоны на отдельные области и провинции. На территориях, климат которых стал заметно сухим, влаголюбивая растительность первого этапа уступила место новой, обычно более обедненной. Основные типы влаголюбивой растительности, достигшей максимального развития в первом этапе, начали быстро вымирать, на смену им пришли новые типы (гинкговые, цикадофиты и особенно хвойные в палеозойском цикле; новые типы хвойных и покрытосеменные в мезозойском цикле). Именно с южной ботанико-географической зоной надо связывать центры появления и расселения большинства новых типов растений, так как именно здесь происходило резкое изменение условий среды, способствующих выработке новых приспособлений и быстрой эволюции.

В тех из районов южной зоны, которые не были затронуты аридизацией, продолжала развиваться влаголюбивая растительность, в составе которой, наряду с новыми формами, сохранялось много реликтов (верхнепермские флоры Китая сохраняли много реликтов каменноугольной флоры и т. д.).

С концом второго этапа и всего цикла связывается новое сокращение аридного пояса, расширение областей влажного климата в южной ботанико-географической зоне и становление нового типа растительности, довольно быстро завоевывающей всю территорию Евразии. В отличие от конца палеозойского цикла, когда аридный пояс практически совершенно исчез (рэт), в конце мезозойского цикла он продолжал существовать в верхнемеловое время, сохранившись главным образом в Восточной Азии, где в это время преобладали континентальные условия.

Можно попытаться подметить оба рассмотренных этапа и на примере развития верхнемеловой и третичной растительности, характеризующейся господством покрытосеменных. Первый этап охватывал верхний мел и самое начало палеогена. В это время ботанико-географическая зональность была выражена менее резко. С этим этапом связано широкое распространение лесной влаголюбивой растительности, листопадной на севере (гренландская провинция палеоцена А. Н. Криштофовича) и листопадно-вечнозеленой на юге (гелинденская провинция палеоцена А. Н. Криштофовича).

Второй этап начался с эоцена, когда дифференциация растительности Евразии на отдельные области и провинции стала более резкой. А. Н. Криштофович выделял для этого времени две основные области: северную — Тургайскую и южную — Полтавскую. Последняя подразделяется в настоящее время на ряд провинций (Туркменская, Казахстанская, Полтавская). Развивающееся иссушение климата и одновременно похолодание привело к появлению на западе Евразии пояса степей, захвативших в миоцене территорию Казахстана и Южной Европы. Своего максимума ботанико-географическая дифференциация достигла в четвертичное и настоящее время, когда на севере Евразии появились зоны тундр и тайги, ранее не известные.

В заключение отметим, что дальнейшее изучение ботанико-географического районирования нашей страны в геологическом прошлом может быть достигнуто только путем совместного изучения как результатов исследования растительных макроостатков, так и спорово-пыльцевых

комплексов. При этом данные палеофлористики должны постоянно сопоставляться и дополняться материалами, полученными при изучении распределения литологических формаций, многие из которых являются хорошими индикаторами климата.

Одной из первых задач, стоящих перед советскими палеоботаниками, является, на мой взгляд, установление и обоснование ботанико-географической зональности для верхнего девона, существование которой мне представляется в высшей степени вероятным, поскольку климатическая зональность этого времени выражена достаточно ярко.

Из сказанного очевидно, что разработка биостратиграфических схем континентальных отложений на основе палеоботанических данных должна производиться с учетом существования в геологическом прошлом ботанико-географических областей и провинций. Для континентальных отложений каждой из них должна быть разработана своя биостратиграфическая схема, основанная на учете своеобразия флоры этой области или провинции и присущих ей особенностей развития.

Только после разработки таких биостратиграфических схем по отдельным областям и провинциям они могут быть сопоставлены между собой и привязаны к международной стратиграфической шкале. Подобная работа уже давно проводится советскими палеоботаниками.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баранов В. И. Этапы развития флоры и растительности СССР в третичном периоде. Уч. зап. Казанск. ун-та т. 108, кн. 3. Ботаника, вып. 7, 1948.
2. Байковская Т. Н. Верхнемеловая флора северной Азии. Тр. Ботан. ин-та АН СССР, сер. VIII. Палеоботаника, вып. 2, 1956.
3. Брик М. И. Первая находка нижнетриасовой флоры в Средней Азии. Тр. Геол. ин-та АН СССР, т. 1, 1936.
4. Василевская Н. Д. К биостратиграфии верхнепалеозойских и мезозойских отложений Енисейско-Ленского края. Труды Ин-та геол. Аркт., т. 53, 1953.
5. Вахрамеев В. А. Стратиграфия и ископаемая флора меловых отложений Западного Казахстана. Региональная стратиграфия СССР, т. 1. Изд.-во АН СССР, 1952.
6. Вахрамеев В. А. Ботанико-географическая и климатическая зональность на территории Евразии в юрское и меловое время. Тр. 1-й сессии. Всес. палеонт. об-ва, 1957.
7. Владимирович В. П. Нижнемезозойская флора и ее значение для стратиграфии угленосных отложений восточного склона Среднего Урала. Автореф. дисс., Л., 1953.
8. Голенкин М. И. Победители в жизненной борьбе за существование. О причинах и условиях завоевания земли покрытосемянными растениями в середине мелового периода. Изд.-во Ассоц. науч.-иссл. ин-тов при физ.-мат. фак. 1 МГУ, 1927.
9. Зауэр В. В., Кара-Мурза Э. Н., Седова М. А. Основные этапы в развитии растительности на территории СССР в мезозойское время (по данным палинологического анализа). Ботан. журн., т. 39, № 2, 1951.
10. Кипарисова Л. Д., Хабарков А. В. Триасовый период. Большая Советская Энциклопедия, т. 43, 1956.
11. Корнилова В. С. О полтавской флоре Казахстана. ДАН СССР, т. 101, № 1, 1955.
12. Кришнан М. С. Геология Индии и Бирмы. Изд.-во ин. лит-ры, 1954.
13. Криштофович А. Н. Основные черты развития третичной флоры Азии. Изв. Ботан. сада АН СССР, т. 49, вып. 3—4, 1930.
14. Криштофович А. Н. Ангарская свита (Байкальский отдел). Тр. Всес. геол.-разв. объедин., вып. 326, 1933.
15. Криштофович А. Н. Развитие ботанико-географических провинций с конца мелового периода. Сов. ботан., № 3, 1936.
16. Криштофович А. Н. Основные пути развития флоры Азии. Учен. зап. Лен. гос. ун-та, т. 9, сер. геол.-почв., географ., вып. 2, 1936.
17. Криштофович А. Н. Ботанико-географическая и климатическая зональность в конце палеозойской эры. Природа, № 2, 1937.
18. Криштофович А. Н. Байкальские или континентальные мезозойские отложения СССР. Тр. XVII Сессии Междунар. геол. конгр. т. 1, 1939.
19. Криштофович А. Н. Палеоботаника. 3-е издание. Госгеолиздат, 1911.
20. Криштофович А. Н. Происхождение и развитие мезозойской флоры. Тр. Юбилейн. научн. сессии Лен. ун-та, секция геол.-почв. наук, 1916.
21. Криштофович А. Н. Задачи и методы изучения ископаемой флоры для целей

- стратиграфии. Мат. Всес. научн.-иссл. геол. ин-та. Палеонология и стратиграфия, сб. 5, 1948.
22. Криштофович А. Н. Эволюция растений по данным палеоботаники. Проблемы ботаники, вып. 1. Изд-во АН СССР, 1950.
 23. Криштофович А. Н. Развитие ботанико-географических областей Северного полушария с начала третичного периода. Вопросы геологии Азии, т. 2. Изд-во АН СССР, М., 1955.
 24. Криштофович А. Н. и Принада В. Д. О рэто-лейасовой флоре Челябинского бурогольного бассейна Восточного Урала. Тр. Всес. геол.-разв. объедин. НКТП СССР, вып. 346, 1933.
 25. Нейбург М. Ф. Верхнепалеозойская флора Кузнецкого бассейна. Палеонтология СССР, т. XII, ч. 3, вып. 2, 1948.
 26. Нейбург М. Ф. Опыт фито-стратиграфического сопоставления верхнепалеозойских отложений Ангарида и Гондваны (Индия). Вопр. геол. Азии, т. 1, 1954.
 27. Нейбург М. Ф. Открытие листостебельных мхов в пермских отложениях СССР. ДАН СССР, т. 107, № 2, 1956.
 28. Покровская И. М. Основные этапы в развитии растительности на территории СССР в третичное время (по данным палинологического анализа). Ботан. журн., т. 39, № 2, 1954.
 29. Принада В. Д. О мезозойской флоре Сибири. Иркутск. обл. изд-во, 1944.
 30. Радченко Г. П. Морфолого-анатомические особенности некоторых раннекаменноугольных растительных типов Кузнецкой провинции. Сборн. памяти А. Н. Криштофовича, 1957.
 31. Радченко Г. П. К вопросу о первом проявлении ботанико-географической и климатической зональности в Северной Евразии. Тр. 1-й сессии Всесоюз. палеонт. об-ва, 1957.
 32. Ронов А. Б. и Хаин В. Е. Девонские литологические формации мира. Сов. геол., сб. 41, 1941.
 33. Ронов А. Б. и Хаин В. Е. Каменноугольные литологические формации мира, Совет. геол., сб. 48, 1955.
 34. Ронов А. Б. и Хаин В. Е. Пермские литологические формации мира. Сов. геол. сб. 54, 1956.
 35. Сикстель Т. А. Стратиграфия и флора мадыгенской свиты (Южная Фергана) Автореф. дисс. Л., 1955.
 36. Страхов Н. М. Климатическая зональность в верхнем палеозое на северо-западе Евразии. Сов. геология, сб. 6, 1945.
 37. Страхов Н. М. Известково-доломитовые фации современных и древних водоемов. Тр. Ин-та геол. наук. АН СССР, вып. 124, 1947.
 38. Страхов Н. М. Основы исторической геологии. Госгеолиздат, 1948.
 - 38а. Тахтаджян А. Л. Происхождение покрытосеменных растений. Сов. наука, 1954.
 39. Шатский Н. С. Фосфоритносные формации и классификация фосфоритных залежей. Совещ. по осадоч. породам, вып. 2, 1955.
 40. Шейнманн Ю. М. Верхнепалеозойские и мезозойские климатические зоны Восточной Азии. Бюлл. Моск. общ. испыт. прир., отд. геол., нов. сер., т. 59, № 6, 1954.
 41. Ярмоленко А. В. Верхнемеловая флора северо-западного Кара-Тая. Тр. Сред.-Аз. ун-та, сер. 8. Ботаника, вып. 28, 1935.
 42. Sze H. C. a. Lee H. H. On the presence of *Walchia* in the Upper Shihhotze series in North China. Sci. Rec., vol. 4, 1950.
-