

УДК 561:551.763.3(571.65)

## ПОЗДНЕМЕЛОВАЯ АРМАНСКАЯ ФЛОРА МАГАДАНСКОЙ ОБЛАСТИ: ПАЛЕОКЛИМАТИЧЕСКАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ

© 2014 г. А. Б. Герман\*, Р. Э. Спайсер\*\*

\* Геологический институт РАН, Москва  
e-mail: herman@ginras.ru

\*\* The Open University, Milton Keynes, UK  
e-mail: R.A.Spicer@open.ac.uk

Поступила в редакцию 12.04.2012 г., принята после доработки 21.01.2013 г.

В состав арманской флоры из одноименной свиты бассейна р. Армань и междуречья Нельканджа–Хасын входит около 80 видов ископаемых растений. Ее сходство с надежно датированными ископаемыми флорами Северо-Западной Камчатки и хребта Пекульней свидетельствует о турон-коньякском возрасте арманской флоры, что подтверждается изотопным (U–Pb и  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ ) датированием флороносных толщ. Методом CLAMP пересчитаны количественные климатические параметры, согласно которым арманская флора произрастала в умеренном влажном климате с теплыми летними и мягкими зимними сезонами. Этот климат наиболее близок к условиям, рассчитанным по ископаемым растениям туронской пенжинской и коньякским кайваемской и тыльпэгыргынайской флорам Северо-Востока Азии.

*Ключевые слова:* поздний мел, турон, коньяк, Северо-Восток России, Северная Азия, ископаемая флора, палеоклимат, CLAMP.

DOI: 10.7868/S0869592X14030053

### ВВЕДЕНИЕ

Арманскую флору бассейнов рек Армань и Хасын (Северное Приохотье) отличает многочисленность и разнообразие входящих в нее растений. Междуречье среднего и верхнего течения рек Армань и Хасын является одним из наиболее изученных районов Северо-Востока России. Первые исследования были выполнены здесь В.А. Цареградским в 1930 г. Тематические работы, посвященные изучению вопросов стратиграфии и структурных особенностей меловых образований, здесь проводили В.Ф. Белый, В.В. Закандырин, В.А. Зимин, Ю.Г. Кобылянский и А.У. Филиппов, С.В. Пеканов, Л.Н. Пляшкевич, А.Д. Попова, Г.Г. Попов, И.М. Сперанская, И.И. Тучков, В.Н. Юдина и В.Л. Яскевич, В.В. Ярмолук и другие. Изучением растительных остатков из арманской свиты занимались А.Н. Криштофович, В.А. Зимин, А.Д. Попова и А.Ф. Ефимова, В.А. Самылина, Г.Г. Филиппова, С.В. Щепетов, Л.Б. Головнёва и авторы этой статьи.

Наиболее представительные сборы растительных остатков были сделаны летом 1968 г. Ю.Г. Кобылянским, В.А. Самылиной и Г.Г. Филипповой. Часть этой коллекции ныне хранится в Геологическом музее филиала Магаданской области ФГУ “ТФИ” по Дальневосточному федеральному округу, г. Магадан. Основная часть этих сборов хранится в Ботаническом институте РАН (г. Санкт-Петербург):

коллекция № 526 (из арманской свиты) и № 528 (из “нараулийской” свиты). Там же хранятся коллекции, собранные из арманской свиты А.Д. Поповой в 1948 г. (№ 816) и И.М. Сперанской в 1949 г. (№ 533). Кроме указанных, нами были изучены коллекции, собранные С.В. Щепетовым и А.Б. Германом в 1990 г. (Герман, Щепетов, 1994), С.В. Щепетовым в 1993 г. и авторами в 1997 г. Они хранятся в СВКНИИ ДВО РАН (г. Магадан), №№ ПФ-3 (1990 г.) и ПФ-4 (1993 г.).

Данная статья посвящена палеоклиматической интерпретации арманской флоры. Ранее А.Б. Германом (2011а, 2011б) были рассмотрены вопросы систематического состава, возраста и флорогенетической роли этой флоры, а также А.Б. Германом, Л.Б. Головнёвой и С.В. Щепетовым были описаны новые виды входящих в нее хвойных и покрытосеменных растений (Герман и др., 2012). Расчетные параметры палеоклимата, при котором существовала эта флора, приведены в работах А.Б. Германа (2004) и Р.Э. Спайсера и А.Б. Германа (Spicer, Herman, 2010).

### СИСТЕМАТИЧЕСКИЙ СОСТАВ И ВОЗРАСТ АРМАНСКОЙ ФЛОРЫ

В бассейне среднего течения р. Армань распространены верхнемеловые флороносные отложения, которые выделяются в арманскую свиту.

Это сложно построенный комплекс осадочных, вулканогенно-осадочных образований и вулканогенных пород преимущественно среднего, реже умеренно-кислого и кислого состава (Щепетов, 1995). Стратотип свиты был описан Ю.Г. Кобылянским в бассейне р. Армань от устья руч. Магадавен до руч. Утесный по левому борту и до руч. Рябинка по правому борту. Мощность свиты оценивается в пределах 1200–2300 м. В бассейнах рек Нельканджа и Хасын примерно на том же стратиграфическом уровне наблюдается переслаивание флороносных вулканогенно-осадочных отложений и вулканитов преимущественно среднего состава. Эти образования, имеющие линзовидно-слоистое строение, обусловленное невыдержанностью мощности слоев по латерали и их фациальной изменчивостью, ранее относились к нараулийской свите, но позже стали рассматриваться в составе арманской свиты. В стратотипическом районе по р. Армань (ниже по течению от пос. Мадаун) арманская свита подразделяется на три толщи, которые рассматриваются некоторыми исследователями в ранге подсвит (снизу вверх): аргиллито-песчаниковую (до 1100 м), песчанико-конгломератовую (500 м) и осадочно-вулканогенную (400 м) (Щепетов, 1995). Из них были собраны богатые коллекции ископаемых растений, причем большая часть находок происходит из аргиллито-песчаниковой толщи. Растительные остатки были собраны также из арманской свиты междуречья Нельканджа–Хасын.

В состав арманской флоры входит около 80 видов ископаемых растений (Герман и др., 2012), относящихся к печеночникам, хвощовым, папоротникам, кейтониевым, цикадовым, беннеттитовым, гинкговым, лептострбовым, хвойным, голосеменным неясного систематического положения и покрытосеменным.

Возраст арманской флоры долгое время был предметом оживленных и подчас драматических дискуссий. А.Д. Попова (1959) считала, что эта флора существовала в течение всего позднего мела – от сеномана до сенона. По мнению А.Ф. Ефимовой (1957), возраст арманской флоры сеноман-туронский. В.А. Самылина (1974, 1976) датировала данную флору поздним альбом, не исключая, что она захватывает и часть сеномана. Сходного мнения о возрасте арманской флоры придерживались Е.Л. Лебедев (1987) и В.Ф. Белый (1997), тогда как Г.Г. Филиппова датировала ее сеноманом (Филиппова, 1975; Филиппова, Абрамова, 1993), поздним альбом–ранним туроном (Филиппова, 2006) или сеноманом–средним туроном (Филиппова, 2009). А.Б. Герман (2004, 2005, 2011а, 2011б) пришел к выводу о турон-коньякском возрасте арманской флоры. В пользу этого говорит присутствие в данной флоре, часто в числе доминантов, растений, которые сближают арманскую флору с туронской пенжинской и

коньякской кайваямской флорами Северо-Западной Камчатки (Герман, 2011а), а также с раннеконьякской тыльпэгыргынайской флорой хребта Пекульней (Филиппова, Абрамова, 1993; Филиппова, 2005, 2010). Существенно, что перечисленные флоры надежно датированы по корреляции флороносных отложений с морскими слоями.

В образце туфопесчаника (с отпечатком растения) из вулканогенно-осадочных отложений стратотипа арманской свиты на левобережье р. Армань В.В. Акининым (2007; Акинин, Миллер, 2011) U-Pb (SHRIMP) методом было датировано 25 кристаллов циркона, причем для самого молодого обломочного циркона получена дата  $92 \pm 2$  млн лет, из чего сделан вывод о туронском возрасте образца “и арманского флористического комплекса соответственно” (Акинин, 2007, с. 20). В туфах андезитов “нараулийской” свиты был исследован спектр детритовых ксеногенных цирконов, самый молодой из которых имеет U-Pb возраст около 90 млн лет (Акинин, Миллер, 2011). Ранее были получены данные по  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  датированию вулканитов верхов “нараулийской” свиты –  $85.5 \pm 1.3$  и  $85.3 \pm 1.1$  млн лет (Hourigan, Akinin, 2004; Акинин, Миллер, 2011). Таким образом, изотопное датирование флороносных пород арманской свиты и определение возраста арманской флоры по ее составу хорошо соответствуют друг другу, позволяя считать возраст флоры турон-коньякским.

#### ПАЛЕОКЛИМАТИЧЕСКАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ АРМАНСКОЙ ФЛОРЫ

Для реконструкции позднемиоценового климата, в котором существовала арманская флора, использовался метод Climate Leaf Analysis Multivariate Program (CLAMP) (Wolfe, 1993; Герман, 2004; Spicer et al., 2009; Yang et al., 2011). Он позволяет по сигналам, закодированным в морфологии ископаемых листьев древесных двудольных растений, рассчитать ряд количественных палеоклиматических параметров температуры и влажности: температуры среднегодовой (MAT), средние наиболее теплого (WMMT) и холодного (CMMT) месяцев, продолжительность вегетационного периода (LGS), количество осадков за вегетационный период (GSP), среднемесячное за вегетационный период (MMGSP), за три последовательных наиболее влажных (3WET) и сухих (3DRY) месяца, влажность относительную, специфическую и энтальпию.

В настоящей статье приводятся пересчитанные по сравнению с ранее опубликованными данными (Герман, 2004) параметры палеоклимата, в котором существовала арманская флора. Переоценка климатических параметров стала возможной благодаря существенному усовершенствованию CLAMP (Spicer et al., 2009), при котором стала применяться калибровка метео-

Палеоклиматические параметры, рассчитанные по ископаемым флорам Северной Азии методом CLAMP (Spicer, Herman, 2010, с дополнениями)

| Ископаемая флора<br>(и ее возраст)               | MAT<br>(°C) | WMMT<br>(°C) | СММТ<br>(°C) | LGS<br>(мес.) | GSP<br>(мм) | MMGSP<br>(мм) | ЗВЕТ<br>(мм) | ЗДРЯ<br>(мм) |
|--|-------------|--------------|--------------|---------------|-------------|---------------|--------------|--------------|
| Арманская<br>(турон–коньяк)                      | 8.2         | 18.7         | –2.0         | 5.3           | 481         | 88            | 481          | 143          |
| Пенжинская<br>(поздний турон)                    | 7.7         | 17.7         | –2.4         | 5.1           | 427         | 82            | 466          | 144          |
| Кайваямская<br>(коньяк)                          | 9.6         | 18.3         | 1.1          | 6.0           | 598         | 88            | 519          | 154          |
| Тыльпэгыргынайская*<br>(ранний коньяк)           | 8.4         | 18.8         | –1.6         | 5.4           | 476         | 82            | 493          | 126          |
| Новосибирская<br>(турон)                         | 9.2         | 17.2         | 1.1          | 5.8           | 537         | 79            | 504          | 151          |
| Антибесская**<br>(коньяк–сантон)                 | 13.3        | 21.8         | 5.3          | 7.7           | 1109        | –             | 625          | 207          |
| Гребенкинская<br>(поздний альб–<br>ранний турон) | 12.9        | 20.8         | 5.9          | 7.4           | 823         | 93            | 577          | 145          |
| Барыковская***<br>(ранний кампан)                | 11.2        | 20.3         | 2.5          | 6.7           | 766         | 108           | 558          | 167          |
| Стандартное<br>отклонение (2σ)                   | 1.1         | 1.4          | 1.9          | 0.7           | 196         | 26            | 138          | 32           |

Примечание. \* С использованием данных Н.Д. Craggs (2005); \*\* данные П.И. Алексеева (2012); \*\*\* данные М.Г. Моисеевой и соавторов (Moiseeva et al., 2010).

данных с использованием глобальной климатической сетки. Такой подход заключается в том, что данные по современным климатическим параметрам берутся не непосредственно с метеостанций, а интерполируются (калибруются) с использованием глобальной климатической сетки с ячейками  $0.5^\circ \times 0.5^\circ$ , являющейся производной от используемой в современной метеорологии и климатическом моделировании. Это нововведение позволяет избежать необходимость учитывать только те современные флористические выборки, которые происходят из районов в непосредственной близости от метеостанций, и сложностей в поисках ненарушенной растительности вблизи них, а также позволяет получать количественные характеристики современных региональных климатов, а не микроклиматов районов, в которых непосредственно расположены метеостанции.

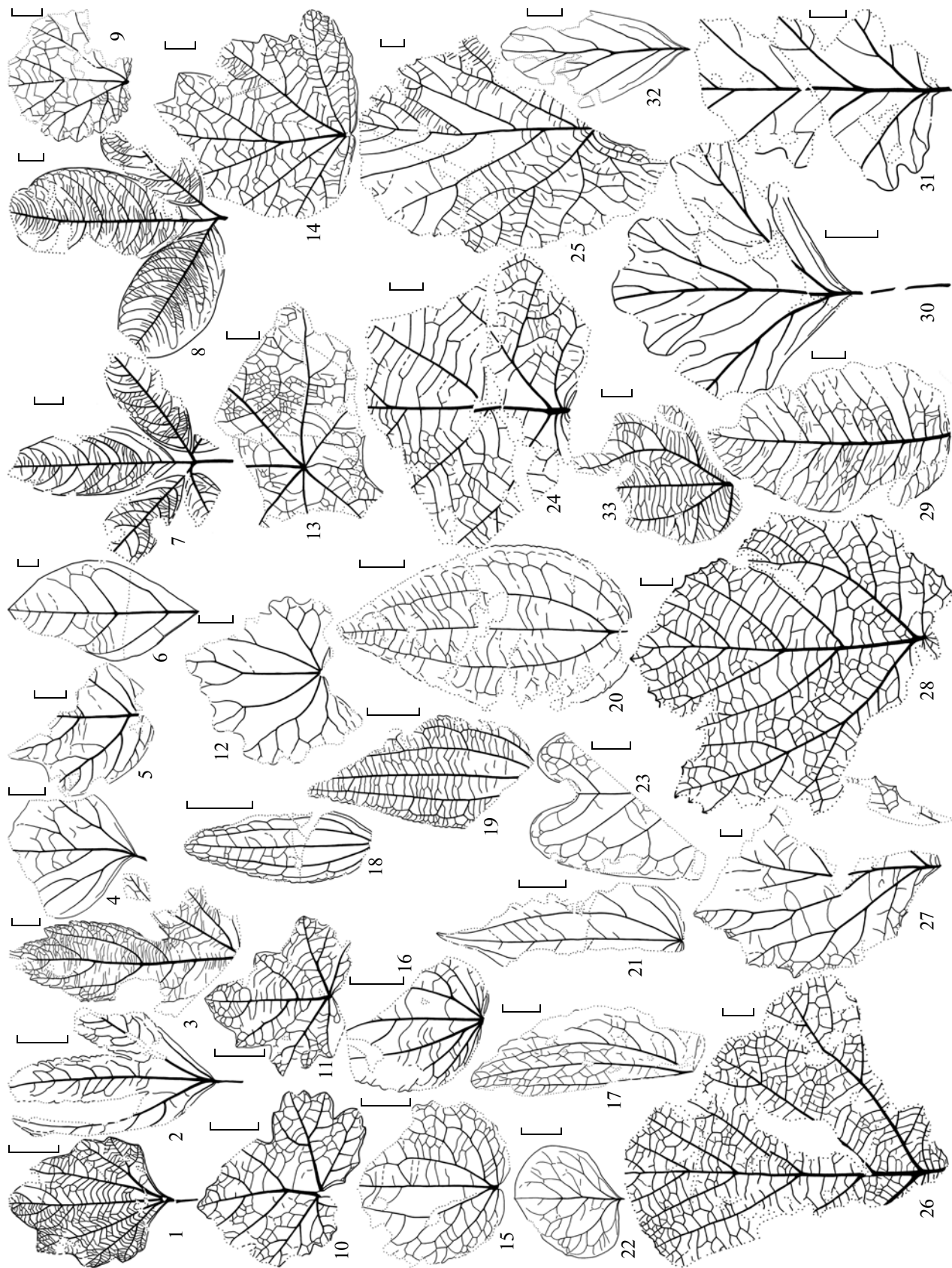
Для расчета параметров палеоклимата использовались данные о морфологии двудольных покрытосеменных арманской флоры (рис. 1): *Araliaephyllum montanum* Philippova, *A. armanensis* Herman, *A. subitum* Philippova, *Araliaephyllum* sp. 1–2, *Magnoliaephyllum* sp., *Myrtophyllum acuminatum* (Philippova) Herman, *Scheffleraephyllum venustum* (Philippova) Philippova, *Cissites bidentatus* (Philippova) Herman, *C. cordatus* Philippova, *Menisperm*

*mites* ex gr. septentrionalis Hollick, *M. sibiricus* (Heer) Golovneva, *Terechovia philippovae* Herman, *Trochodendroides armanensis* Philippova, *T. budantsevii* Golovneva, *Trochodendroides* sp. 1, *Trochodendroides* (?) sp. 2, *Ziziphoides* (?) *microphylla* (Philippova) Herman, *Arthollia pacifica* Herman, *Paraprotophyllum* sp., *Ettingshausenia louravetlanica* (Herman et Shczepetov) Herman et Moiseeva, *Pseudoprotophyllum boreale* (Dawson) Hollick, *Celastrophyllum orientalis* Philippova, *C. latifolium* Fontaine, *Dalembia pergamentii* Herman et Lebedev, *Dalbergites* sp., *Parvileguminophyllum samylinae* Herman, *Dicotylophyllum* sp.

Полученные результаты приведены в таблице. Из данных расчетов можно заключить, что арманская флора произрастала в умеренном влажном климате с теплым летом и мягкой зимой и слабо выраженной сезонностью выпадения осадков.

#### ТУРОН-КОНЬЯКСКИЙ КЛИМАТ СЕВЕРНОЙ АЗИИ

В первой половине позднего мела Азия представляла собой обширную сушу, окруженную морскими бассейнами (рис. 2). Вдоль ее северо-восточной окраины протягивалось вулканическое нагорье окраинно-континентального Охотско-Чукотского вулканического пояса, к востоку от которого располагалась область прибрежных ал-



←  
**Рис. 1.** Ископаемые покрытосеменные арманской флоры, использованные для расчета палеоклиматических параметров методом CLAMP.

1 – *Araliaephyllum montanum* Philippova; 2 – *A. armanensis* Herman; 3 – *A. subitum* Philippova; 4 – *Araliaephyllum* sp. 1; 5 – *Araliaephyllum* sp. 2; 6 – *Magnoliaephyllum* sp.; 7, 8 – *Scheffleraephyllum venustum* (Philippova) Philippova; 9 – *Cissites bidentatus* (Philippova) Herman; 10, 11 – *C. cordatus* Philippova; 12 – *Menispermities* ex gr. *septentrionalis* Hollick; 13 – *M. sibiricus* (Heer) Golovneva; 14 – *Terechovia philippovae* Herman; 15, 16 – *Trochodendroides armanensis* Philippova; 17 – *Trochodendroides* sp. 1; 18, 19 – *Zizophoides* (?) *microphylla* (Philippova) Herman; 20 – *Trochodendroides budantsevii* Golovneva; 21 – *Trochodendroides* (?) sp. 2; 22 – *Parvileguminophyllum samylinae* Herman; 23 – *Dalbergites* sp.; 24 – *Arthollia pacifica* Herman; 25 – *Paraprotophyllum* sp.; 26, 27 – *Ettingshausenia louravetlanica* (Herman et Shczepetov) Herman et Moiseeva; 28 – *Pseudoprotophyllum boreale* (Dawson) Hollick; 29 – *Celastrophyllum orientalis* Philippova; 30, 31, 32 – *Dalembia pergamentii* Herman et Lebedev; 33 – *Dicotylophyllum* sp. 1. Длина масштабной линейки 1 см.

лювиальных равнин и низменностей, а к западу – низменные или в разной степени всхолмленные равнины. Растения арманской флоры произрастали в межгорной впадине в пределах этого вулканического нагорья.

Все проанализированные нами туронские и коньякские флоры Азии (таблица) существовали в условиях климата, который классифицируется как влажный теплоумеренный. Для этого типа климата характерна температура наиболее холодного месяца от  $-3^{\circ}\text{C}$  до  $+18^{\circ}\text{C}$  (The Times..., 1999). Однако, учитывая возможную ошибку расчетов, можно допустить, что арманская, пенжинская и тыльпэгыргынайская флоры отражают холодно-умеренный климат (его относительно теплый вариант), для которого температура наиболее холодного месяца может опускаться ниже  $-3^{\circ}\text{C}$ . Также, с учетом ошибки метода, нельзя исключить того, что растения антибесской флоры росли в субтропическом климате, для которого характерно жаркое лето, температура наиболее теплого месяца выше  $+22^{\circ}\text{C}$  и более четырех месяцев с температурой выше  $+10^{\circ}\text{C}$  (The Times..., 1999). По данным В.А. Вахрамеева (Vakhrameev, 1991), рассматриваемые флоры относятся к флорам Сибирско-Канадской области позднего мела, характеризовавшейся влажным умеренно-теплым климатом.

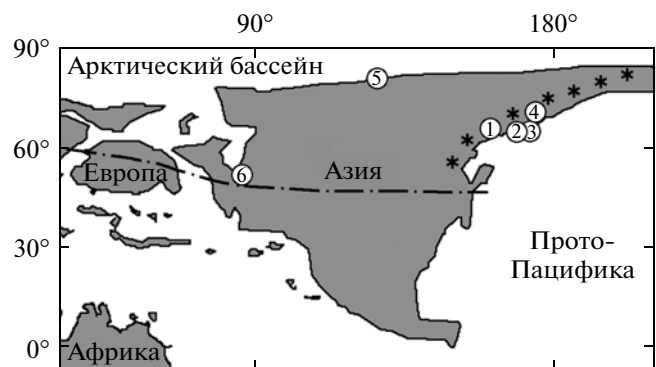
Параметры палеоклимата, в котором существовала арманская флора, наиболее близки к параметрам, рассчитанным по ископаемым растениям туронской пенжинской и коньякским кайваямской и тыльпэгыргынайской флорам Северо-Востока Азии (таблица), обитавшим в приморских низменностях к востоку от вулканического пояса (рис. 2). Вероятно, местообитание арманской флоры располагалось на сравнительно небольшой высоте над уровнем этих низменностей – во всяком случае, она не отразилась на параметрах арманского палеоклимата.

Следует отметить, что туронский и коньякский века были сравнительно холодным интервалом палеоклиматической истории Северо-Востока Азии. В таблице для сравнения приведены климатические параметры, рассчитанные для более древней позднеальбской–раннетуронской гребенкинской и более молодой раннекампан-

ской барыковской флоры региона. Из этих данных следует, что во время существования этих флор климат был несколько более теплым и влажным, чем в туроне и коньяке.

Наиболее северная из проанализированных нами ископаемых флор – туронская флора острова Новая Сибирь (рис. 2) – обитала в климате более теплом и с меньшей температурной сезонностью, чем арманская флора (таблица). Для объяснения этого феномена была предложена гипотеза (Herman, Spicer, 1996, 1997; Герман, 2004), согласно которой в туронский и коньякский века климат Северной Азии контролировался относительно тепловодным Арктическим бассейном, аномально повышавшим среднегодовые и особенно зимние температуры на территории современной Чукотки.

В связи с вышесказанным, интерес представляет турон-коньякская чаунская флора, местонахождения которой приурочены к северной части Охотско-Чукотского вулканического пояса. Ко-



**Рис. 2.** Палеогеографическая схема (распределение суши и морских бассейнов) района Евразии для начала позднего мела (по Spicer et al., 2008, с изменениями).

Цифрами в кружках обозначены местонахождения ископаемых флор: 1 – арманской, 2 – пенжинской, 3 – кайваямской, 4 – тыльпэгыргынайской, 5 – новосибирской, 6 – антибесской; звездочками обозначен Охотско-Чукотский вулканический пояс; прерывистой линией с точками обозначена граница между Сибирско-Канадской и Евро-Синийской палеофлористическими областями (по Vakhrameev, 1991).

личество видов двудольных в этой флоре недостаточно для CLAMP, однако многочисленность и высокое разнообразие цикадофитов в ее составе красноречиво свидетельствуют о теплолюбивом характере чаунской флоры (Kelley et al., 1999; Герман, 2004). Это также находит объяснение в гипотезе о тепловодном позднемеловом Арктическом бассейне, вблизи побережья которого растения чаунской флоры существовали.

Наиболее южной и теплолюбивой из турон-коньякских флор Северной Азии является антибесская флора Чулымо-Енисейского бассейна (Алексеев, 2012). Климат, в котором она существовала (таблица), отличался большим количеством осадков, приходившимся на летний вегетационный период, причем осадки за три наиболее влажных месяца втрое превышали осадки за три наиболее сухих месяца. Вероятно, такое распределение осадков отражает ситуацию, сходную с таковой районов с современным муссонным климатом. Можно предположить, что летом или весной и летом из-за нагрева суши вблизи местобитания антибесской флоры формировалась область низкого атмосферного давления, в которую ветры приносили значительное количество влаги со стороны прилегающих к этой суши морских бассейнов. Однако этот летневлажный климат не может быть причислен к муссонному, поскольку для последнего характерны более высокие температуры и наличие короткого сухого сезона, который компенсируется сильными дождями в остальное время года.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Арманская флора происходит из вулканогенно-осадочной арманской свиты бассейна р. Армань, а также из вулканогенных и вулканогенно-осадочных образований междуречья Нельканджа–Хасын. В ее состав входит около 80 видов ископаемых растений, относящихся к печеночникам, хвощовым, папоротникам, кейтониевым, цикадовым, беннеттитовым, гинкговым, лептострбовым, хвойным, голосеменным неясного систематического положения и покрытосеменным.

Сходство арманской флоры с надежно датированными пенжинской и кайваямской флорами Северо-Западной Камчатки и тыльпэгыргынской флорой хребта Пекульней позволяет датировать арманскую флору туронским и коньякским веками, что подтверждается данными по изотопному ( $U-Pb$  и  $^{40}Ar/^{39}Ar$ ) определению возраста флороносных толщ.

Усовершенствованным методом CLAMP пересчитаны количественные климатические параметры, согласно которым арманская флора произрастала в умеренном влажном климате с теплым летом и мягкой зимой и слабо выраженной

сезонностью выпадения осадков. Параметры этого климата наиболее близки к условиям, рассчитанным по ископаемым растениям туронской пенжинской и коньякским кайваямской и тыльпэгыргынской флорам Северо-Востока Азии.

По данным В.А. Вахрамеева (Vakhrameev, 1991), туронские и коньякские флоры Северной Азии относятся к флорам Сибирско-Канадской области позднего мела, характеризовавшейся умеренным гумидным климатом. Приведенные количественные палеоклиматические параметры говорят о том, что эти флоры существовали в условиях влажного теплоумеренного климата, крайние вариации которого по температурным параметрам были близки к умеренно-холодному и субтропическому климатам.

*Благодарности.* Арманская флора изучалась нами совместно с В.А. Самылиной, С.В. Щепетовым и Л.Б. Головнёвой (Ботанический институт РАН). С В.Ф. Белым (СВКНИИ ДВО РАН) авторы обсуждали систематический состав и возраст этой флоры. В полевых исследованиях района распространения пород с арманской флорой вместе с авторами участвовали С.В. Щепетов и А. Альберг (Лундский университет, Швеция). Г.Г. Филиппова (СВКНИИ ДВО РАН) предоставила для изучения коллекции ископаемых растений, хранящиеся в Магадане. Перечисленным коллегам авторы выражают искреннюю признательность.

Исследования поддержаны грантом РФФИ 12-05-00483 и Госконтрактом № 16.740.11.0050.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Акинин В.В.* Охотско-Чукотский вулканогенный пояс: новые данные U-Pb SHRIMP-датирования как ограничение возраста главных деформаций континентальной окраины Северо-Востока России // Тектоника и металлогения Северной Циркумпацифики и Восточной Азии. Хабаровск: ДВО РАН, 2007. С. 19–20.
- Акинин В.В., Миллер Э.Л.* Эволюция известково-щелочных магм Охотско-Чукотского вулканогенного пояса // Петрология. 2011. Т. 19. № 3. С. 249–290.
- Алексеев П.И.* Реконструкция климата раннего сенона Западной Сибири на основании палеоботанических данных // Международная конференция, посвященная 100-летию В.А. Вахрамеева, Москва, 1–3 февраля 2012 г. Тезисы докладов. С. 14.
- Белый В.Ф.* К проблеме флостратиграфии и палеофлористики среднего мела Северо-Восточной Азии // Стратиграфия. Геол. корреляция. 1997. Т. 5. № 2. С. 51–59.
- Герман А.Б.* Позднемеловой климат Евразии и Аляски. М.: Наука, 2004. 157 с.
- Герман А.Б.* Палеоэкологические аспекты инвазии покрытосеменных в альбские–позднемеловые флоры Арктики // Современные проблемы палеофлористики, палеофитогеографии и флостратиграфии. Труды Международной палеоботанической конференции,

- Москва, 17–18 мая 2005 г. Вып. 1. М.: ГЕОС, 2005. С. 64–77.
- Герман А.Б. Альбская–палеоценовая флора Северной Пацифики. М.: ГЕОС, 2011а. 280 с. (Труды Геол. ин-та РАН. Вып. 592).
- Герман А.Б. Арманская флора Магаданской области и развитие флор в альбе–палеоцене Северной Пацифики // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2011б. Т. 19. № 1. С. 72–87.
- Герман А.Б., Щенетов С.В. Предварительные результаты палеонтологических исследований стратотипа арманской свиты летом 1990 г. // Материалы по стратиграфии континентального мела Северо-Востока Азии. Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 1994. С. 41–48.
- Герман А.Б., Головнёва Л.Б., Щенетов С.В. Позднемеловая арманская флора Магаданской области: состав, возраст и новые виды растений // Палеонтол. журн. 2012. № 6. С. 82–91.
- Ефимова А.Ф. Стратиграфия верхнемеловых отложений Северо-Востока СССР // Труды Межведомственного совещания по разработке унифицированных стратиграфических схем Северо-Востока СССР. Магадан: Кн. изд-во, 1957. С. 318–327.
- Лебедев Е.Л. Стратиграфия и возраст Охотско-Чукотского вулканогенного пояса. М.: Наука, 1987. 175 с.
- Попова А.Д. Палеоботаническое обоснование стратиграфии верхнемеловых отложений Северо-Востока Азии (по материалам А.Н. Криштофовича и работам геологов Колымы) // Труды III сессии Всесоюзного палеонтол. общества. 1959. С. 194–199.
- Самылина В.А. Раннемеловые флоры Северо-Востока СССР (к проблеме становления флор кайнофита) // XXVII Комаровские чтения. Л.: Наука, 1974. 56 с.
- Самылина В.А. Меловая флора Омсукчана (Магаданская область). Л.: Наука, 1976. 207 с.
- Филиппова Г.Г. Ископаемые покрытосеменные из бассейна р. Армань // Ископаемые флоры Дальнего Востока. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1975. С. 60–75.
- Филиппова Г.Г. Стратиграфия и флора меловых отложений северной части хребта Пекульней (Чукотка) // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2005. Т. 13. № 3. С. 79–99.
- Филиппова Г.Г. О возрасте арманского флористического комплекса в бассейне р. Армань (Северное Приохотье) // Вестник СВНЦ ДВО РАН. 2006. № 3. С. 17–28.
- Филиппова Г.Г. О возрасте меловых флористических комплексов Верхояно-Охотско-Чукотского региона (Северо-Восток Азии) // Вестник СВНЦ ДВО РАН. 2009. № 2. С. 14–22.
- Филиппова Г.Г. Стратиграфия и флора меловых отложений северной части хребта Пекульней (Чукотка). Магадан: Сев.-Вост. комплекс. НИИ ДВО РАН, 2010. 203 с.
- Филиппова Г.Г., Абрамова Л.Н. Позднемеловая флора Северо-Востока России. М.: Недра, 1993. 348 с.
- Щенетов С.В. Стратиграфия континентального мела Северо-Востока России. Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 1995. 122 с.
- Craggs H.J. Late Cretaceous climate signal of the Northern Pekulney Range flora of northeastern Russia // Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol. 2005. V. 217. P. 25–46.
- Herman A.B., Spicer R.A. Palaeobotanical evidence for a warm Cretaceous Arctic ocean // Nature. 1996. V. 380. № 6572. P. 330–333.
- Herman A.B., Spicer R.A. New quantitative palaeoclimate data for the Late Cretaceous Arctic: evidence for a warm polar ocean // Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol. 1997. V. 128. P. 227–251.
- Hourigan J.K., Akinin V.V. Tectonic and chronostratigraphic implications of new  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  geochronology and geochemistry of the Arman and Maltan-Ola volcanic fields, Okhotsk-Chukotka volcanic belt, northeastern Russia // Bull. Geol. Soc. Am. 2004. V. 116. № 5/6. P. 637–654.
- Kelley S., Spicer R.A., Herman A.B. New  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  dates for Cretaceous Chauna Group tephra, North-Eastern Russia, and their implications for the geologic history and floral evolution of the North Pacific region // Cretaceous Res. 1999. V. 20. № 1. P. 97–106.
- Moiseeva M., Herman A., Spicer R. Cretaceous floras of the Ugol'naya Bay: systematics, age and palaeoclimatic implications // 8th European Palaeobotany–Palynology Conference, July 6–10, 2010, Budapest, Hungary. 2010. Program and Abstracts. P. 171–172.
- Spicer R.A., Herman A.B. The Late Cretaceous environment of the Arctic: a quantitative reassessment based on plant fossils // Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol. 2010. V. 295. № 3–4. P. 423–442.
- Spicer R.A., Ahlberg A., Herman A.B. et al. The Late Cretaceous continental interior of Siberia: a challenge for climate models // Earth Planet. Sci. Lett. 2008. V. 267. № 1–2. P. 228–235.
- Spicer R.A., Valdes P.J., Spicer T.E.V. et al. New developments in CLAMP: calibration using global gridded meteorological data // Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol. 2009. V. 283. P. 91–98.
- The Times Atlas of the World. London: Times Books Group Ltd., 1999. 179 maps + 111 pp.
- Vakhrameev V.A. Jurassic and Cretaceous Floras and Climates of the Earth. Cambridge: Cambridge University Press, 1991. 318 p.
- Wolfe J.A. A method of obtaining climatic parameters from leaf assemblages // U.S. Geol. Surv. Bull. 1993. V. 2040. 73 p.
- Yang J., Spicer R.A., Spicer T.E.V., Li Ch.-S. “CLAMP Online”: a new web-based palaeoclimate tool and its application to the terrestrial Paleogene and Neogene of North America // Palaeobiodiversity and Palaeoenvironments. 2011. V. 91. № 3. P. 163–183; DOI: 10.1007/s12549-011-0056-2

Рецензент М.А. Ахметьев