

ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ РАН
МОСКОВСКОЕ ОБЩЕСТВО ИСПЫТАТЕЛЕЙ ПРИРОДЫ



МАТЕРИАЛЫ
Всероссийской палеоботанической конференции
с международным участием

**«Фундаментальные проблемы изучения
ископаемых растений: морфология,
систематика, экология, география,
эволюция, стратиграфическое значение»**

*K 90-летию со дня рождения
Сергея Викторовича Мейена (1935–1987)*

Москва, Геологический институт РАН
17–19 декабря 2025 г.

ГЕОС
2025

УДК 549.903.55(1)

ББК 26.323

М 56

Материалы Всероссийской палеоботанической конференции с международным участием «Фундаментальные проблемы изучения ископаемых растений: морфология, систематика, экология, география, эволюция, стратиграфическое значение». К 90-летию со дня рождения Сергея Викторовича Мейена (1935–1987). Москва, Геологический институт РАН, 17–19 декабря 2025 г. – М.: ГЕОС, 2025. – 159 с. + вкл. 2 с.

ISBN 978-5-89118-906-5

Ответственные редакторы
И.А. Игнатьев, Ю.В. Мосейчик

В оформлении обложки использована реконструкция сеноманского ландшафта Богемии из книги: *Saporta G., de. Le monde des plantes avant l'apparition de l'homme*. Paris: G. Masson, 1879.

© Коллектив авторов, 2025

© Игнатьев И.А., Мосейчик Ю.В., составление и редактирование, 2025

© Мосейчик Ю.В., макет, 2025

Содержание

Жизнь и творческое наследие С.В. Мейена. Общие проблемы палеоботаники, теории эволюции, теоретической морфологии растений

Чебанов С.В. Наследие С.В. Мейена в области развития творческого мышления	6
Кузнецова В.В. Вклад С.В. Мейена в творческое мышление: метод множественных рабочих гипотез Т.К. Чемберлина	9
Поздняков А.А. Особенности представления эволюции русскими учеными	25
Чадов Б.Ф. С.В. Мейен: у истоков синтеза ортогенеза и дарвинизма	31
Брынцев В.А. Вид как эволюционная и экологическая единица	37
Пожидаев А.Е. Структура индивидуальной морфологической изменчивости, или Что должна объяснить теория морфологической эволюции?	40
Игнатьев И.А., Мосейчик Ю.В. С.В. Мейен и его теория «тепличной» эволюции	46
Нотов А.А. Модусы моррофункционального усложнения модульной организации растений	48
Савинов А.Б. Генетические основы активности и дивергентной эволюции растений (с учетом данных палеогеномики)	51
Щербаков Д.Е. О роли растений в происхождении насекомых	55
Смирнов С.Г. Воспоминание о будущем (диалог с С.В. Мейеном в 1980 году)	58
Сумина Е.Л. Эстетика как фактор обучения	64
Пухонто С.К. С.В. Мейен и его вклад в развитие палеоботаники на севере европейской части России	67

Палеоботаника и палинология в стенах Геологического института РАН (к 70-летию лаборатории палеофлористики)

Игнатьев И.А. История и будущность палеоботаники в Геологическом институте РАН	70
Яковлева А.И., Александрова Г.Н. История палинологических исследований в лаборатории палеофлористики ГИН РАН	80

Исследования предков наземных растений

Колосов П.Н., Охлопкова И.Ф. Палеоэкосистема строматолитов позднего венда (эдиакария) Сибирской платформы	87
Рубан Д.А. Палеогеографический контекст находок криптоспор в отложениях среднего кембрия – раннего ордовика	91

Палеоботаника и палинология палеофита

Тельнова О.П., Кочева Л.С., Карманов А.П. Из истории изучения <i>Orestovia</i> -подобных растений	94
Любарова А.П., Снигиревский С.М. Род <i>Caracuboxylon</i> Zalessky et Tchirkova, 1930: типовые материалы в свете новых находок	97
Алексеева Т.В. Находки нематофитов в палеопочвах девона на территории Центрального девонского поля	99
Стукова Т.В. Палинологическая характеристика палеопочв раннего карбона на юго-востоке Пермского Прикамья (северо-восток Волго-Уральского субрегиона)	102
Юрина А.Л. Роль высших растений в установлении живетско-франских зон на Восточно-Европейской платформе	105
Мосейчик Ю.В. Глобальные макрофлористические зоны нижнего карбона	108
Пороховниченко Л.Г. О возрасте стратотипа каэзовского горизонта (средний карбон Кузбасса) по палеоботаническим данным	111
Гоманьков А.В. Необычные представители семейства Rufloriaceae в пермских отложениях Восточно-Европейской платформы	115

Палеоботаника и палинология мезофита

Головнева Л.Б., Золина А.А., Волынец Е.Б., Бугдаева Е.В. Распространение рода <i>Sapindopsis</i> Fontaine (Platanaceae) в мелу Северного полушария и его морфологическое разнообразие	117
Грабовский А.А. Род <i>Arctopteris</i> (Pteridaceae) в меловых флорах Северо-Востока России	121
Селькова А.А. Результаты палинологического изучения раннемеловых отложений в районе Коровинской губы Печорского моря	122
Пещевицкая Е.Б. Баррем-аптские последовательности палиноморф наземного и озерного генезиса в разрезе Белая гора (Забайкалье, Читинский р-н): палеофации и биостратиграфия	126

Палеоботаника и палинология кайнозоя

Гладенков А.Ю. Диатомовые водоросли в детальной стратиграфии морского кайнозоя	128
Wu Y., Kodrul T.M., Zheng Y., Maslova N.P., Ni Z.J., Wu X.K., Jin J.H. Earliest record of <i>Bauhinia</i> s.l. (Fabaceae): a Middle Paleocene naturally folded leaf from South China	131
Zheng Y., Kodrul T.M., Huang L.L., Jin J.H. New materials of the Late Pleistocene mummified fruit and seed fossils from the South China	133
Huang L.L., Li S.F., Huang W.Y., Jin J.H., Oskolski A.A. Late Pleistocene glacial expansion of low-latitude species based on megafossil evidence and modeling	135

Найдина О.Д. Палиноклиматостратиграфия и условия формирования плио-плейстоценовых отложений на севере Кавказско-Каспийского региона	137
Филиппова Н.Ю. Динамика изменений растительности и климата на северо-западе Прикаспия в плейстоцене	139
Трофимова С.С., Бондарев А.А. Новое палеоботаническое местонахождение позднего кайнозоя Западной Сибири (Омское Прииртышье)	142
Иванова А.В., Трофимова С.С. Палеоботанические аспекты изменения концепции возраста неогеновых отложений в разрезе Исаковка (Омская область)	144
Кузьмина О.Б. Пыльца рода <i>Decodon</i> (Lythraceae) в олигоцене и миоцене юга Западной Сибири	147
Кузнецова А.О., Опокина О.Л. Оценка палеоусловий голоцена по растительным сообществам торфяников южной гипоарктической тундры Западной Сибири	150
Тропина П.Д., Попова С.С., Тарасевич В.Ф., Аверьянова А.Л. Климатические интерпретации карнологических и палинологических данных из олиговомиоценовых отложений Казахстана	153
Белоконь Е.В., Степанова А.В., Хотылев А.О. Определение окаменевшей древесины античной Фанагории	155
Алефтина Львовна Юрина (05.11.1931 – 18.08.2025)	158

ЖИЗНЬ И ТВОРЧЕСКОЕ НАСЛЕДИЕ С.В. МЕЙЕНА

Общие проблемы палеоботаники, теории эволюции и теоретической морфологии растений

Наследие С.В. Мейена в области развития творческого мышления

С.В. Чебанов

Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург,
s.chebanov@spbu.ru, s.chebanov@gmail.com

С.В. Мейен (СВМ) в разных областях оставил наследие, развиваемое через подтверждающую детализацию и проясняющее опровержение.

Ярчайшими в профессиональной (палеоботанической, палеонтологической, естественнонаучной), философско-методологической и общественной деятельности СВМ были занятия *полиморфизмом как фундаментальным свойством сущего, не требующим объяснения*, хотя объяснять надо его отсутствие или сокращение. Это породило идеи *транзитивного полиморфизма, номотетизации идиографии* путем выявления *рефренов* (повторяющихся полиморфических множеств), *двойственности мерономии и таксономии* в типологии (на основе демонстрации вслед за И.П. Шараповым того, что *стратиграфия оперирует с расчленениями*), принцип предельного тождества универсумов меронов и архетипов, что определяет ликвидацию орган-рода (реализовано) и форм-рода (предложено), концепции мерономизации таксономии и таксономизации мерономии.

На этой базе СВМ ввел *типовую концепцию времени* (развиваемую А.А. Шаровым), трактуя его как аспект полиморфизма, отнесенный к индивиду, последовательно различив время и часы, создал образ *геологического времени*, проявляющий значимость *местных стратиграфических шкал*.

Эти прохладно встреченные идеи стали общим местом (как различение таксономии и мерономии), в Стратиграфическом кодексе РФ *стратиграфические подразделения* сменили стратиграфические классификации, а для типологии кроме разделительных и собирательных категорий понадобились еще *популятивные и вещественные* (С.В. Чебанов).

СВМ логику *temporalного полиморфизма* развивал в исторической геологии и эволюционной биологии. Он продемонстрировал хронологическую взаимозаменяемость признаков (принцип Мейена), относимый ныне к важнейшим для стратиграфии.

Излюбленной идеей (универсальной для реконструкций в палеонтологии, событий истории человечества или биографических подробностей близких людей) СВМ был относимый к основным средствам исторических реконструкций принцип *множественности рабочих гипотез Чемберлина*. Неоднократно переизданная за столетие работа об этом описывает поведение исследователя при решении нестандартных задач, названное Т. Куном научной революцией. Хотя, как сообщил И.А. Игнатьев, в лаборатории был этот текст, подготовленный в бюро переводов по заказу М.Ф. Нейбург, специалистам он был известен в пересказах СВМ до публикации год назад перевода В.В. Кузнецовой.

Методология исторических реконструкций СВМ – не столько предписания действий, сколько предостережения о том, как не надо действовать. Сходно отношение СВМ к профессиональным методологам, от которых он ждал не инструкции ученому, а расширения *возможности действия* в нестандартных ситуациях благодаря знанию прецедентов. При этом СВМ считал *новые факты ценнее общих идей*, что не оправдалось за время после его кончины.

Так, в эволюционной биологии СВМ сделал ставшее значимым безотносительно к подтверждению истинности:

– Превратил *оппозицию тихогенеза и номогенеза в их дополнительность* (в смысле Бора), критика чего потеряла смысл на фоне расширенного эволюционного синтеза (РЭС), охватившем все казавшиеся альтернативными эволюционные концепции, *включая и семиотику*, которую СВМ (будучи ведущим одной из дискуссий Объединенной рабочей встречи «Биология и лингвистика», Тарту, 1978, квалифицированной как первая в мире конференция по биосемиотике) считал необходимой для биологии, но неприемлемой в существующей среде биологов.

Идея СВМ происхождения цветка за счет гамогетеротопии основана на принципах *эпигенеза*, предвещая взрыв внимания к эпигенетике (хотя и в преформистской трактовке) с конца XX века, а его концепция *экостратиграфии* стала основой представления о *филоценогенезе* В.В.Жерихина с соавторами.

Концепция *фитоспрединга*, направленная в finale смертельной болезни СВМ на фиксацию достигнутого, озадачила коллег отказом от транзитивного полиморфизма, восстановленного в работах Ю.В. Мосейчик (с 2004 г.) по географии макроэволюции семенных.

Последние три сюжета иллюстрируют различие СВМ как лидера научной школы *научных школ и партий* – первые основаны на опровержении идей своих единомышленников для освобождения от заблуждения и поиска нового, а вторые – сосредоточены на отстаивании занятой позиции.

В научоведении, оценивая концепцию научных революций и парадигм Т. Куна, СВМ подчеркивал ее применимость в отношении больших наук, вовлекающих сотни тысяч людей. *Малые же науки* (как палеоботаника), представленные десятками, сотнями, редко первыми тысячами лич-

но знакомых специалистов, существуют иначе, завися от частной жизни и личных отношений отдельных ученых.

С этим связан интерес СВМ к *этике в науке*. Статья «Принцип сочувствия» об отношении к новым идеям продолжает привлекать внимание и переиздается, хотя ее влияние на научное сообщество невелико. Да и сам СВМ, будучи эрудитом и блестящим полемистом, порою подвергал незрелые, но возможно эвристические ценные идеи, уничтожающей критике.

В политике СВМ еще в 1970-е годы фактически обсуждал *многополярный мир*.

Еще две сферы поменялись со сменой строя в РФ, отвечая устремлениями СВМ:

– Обретение *свободы философией*, что было для СВМ абсолютной ценностью. В согласии с чаяниями СВМ как его последователям стал доступен широкий круг философской мысли, так и идеи СВМ (о времени, целях, направленности эволюции...) интересуют философов разных направлений.

– Расширение свободы совести позволило привлечь христианство для обретения полноты культуры, включая *возможность христианско-естественнонаучных исследований*, о чем свидетельствуют как переиздания псевдонимной рецензии СВМ на книгу Т. Хайнца «Творение или эволюция?», так и публикации видных палеонтологов и богословов (разных позиций), подобных книге ближайшего ученика СВМ А.В. Гоманькова «Библия и природа. Эволюция, креационизм и христианское вероучение» (2014).

Об этих двух сферах в их нынешнем виде СВМ сказал бы, что разнообразие уже есть, но его организация еще не оптимизирована. Последнее – часть миссии *диатропики* (ср. эволюционную диатропику Ю.В. Чайковского) – дисциплины о полиморфизме с центральной категорией рефrena (в разных трактовках – Ю.В. Чайковского, С.В. Чебанова), которая связывает богословие красоты Григория Нисского, физические главы Григория Паламы, цветущую сложность К.Н. Леонтьева, умозрение в красках Е.Н. Трубецкого и иконостас П.А. Флоренского.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-18-00383, проект «Междисциплинарные методологические основания расширенного эволюционного синтеза в науках о жизни и обществе», выполняемого в ИНИОН РАН.

The legacy of S.V. Meyen in the field of development of creative thinking

S.V. Chebanov

Saint Petersburg State University, St. Petersburg, s.chebanov@spbu.ru,
s.chebanov@gmail.com

Вклад С.В. Мейена в творческое мышление: метод множественных рабочих гипотез Т.К. Чемберлина

В.В. Кузнецова

*Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург,
st099991@student.spbu.ru*

Одной из центральных проблем, которая волновала С.В.Мейена и которая лежала на пересечении нескольких областей его интересов (палеоботаники и палеонтологии в целом, разработки теории стратиграфии, исследований в области эволюционных представлений, работ по методологии науки, богословских размышлений), была проблема исторических реконструкций [Мейен, 1984, 1989]. Среди девяти основных принципов исторических реконструкций, выделяемых Мейеном, четвертым был принцип Чемберлина – множественные рабочие гипотезы [Мейен, 1984, с. 23]. Об этом принципе Сергей Викторович говорил публично и в приватной обстановке всякий раз, когда речь заходила о каких-либо исторических реконструкциях – профессионально значимых (палеонтологических и геологических), имевших общественное значение (например, история России) или относящихся к частной жизни (скажем, к пониманию чьих-то мемуаров). Подробнее всего о принципе Чемберлина Мейен писал в эпохальной для своего времени коллективной монографии, посвященной концепции времени в геологии [Мейен, 1982].

Статья Томаса Кроудера Чемберлина (1843–1928) «Метод множественных рабочих гипотез» впервые¹ была переведена на русский язык для публичного использования в 2023 году и опубликована в московском ежеквартальнике научных трудов «Метод» [Чемберлин, 2023] (см. Приложение). Ее автор – американский геолог и педагог, известный в широких научных кругах преимущественно именно этим текстом, ставшим важной вехой в истории научной методологии. Сегодня этот текст актуален сразу с нескольких точек зрения: во-первых, в нем поднимаются фундаментальные проблемы научной методологии вообще, корни которых видятся лежащими в плоскости самого мыслительного процесса ученого; во-вторых, в нем разрабатывается общий метод научного «исследования-мышления», который может быть распространен фактически на любой феномен и в котором имплицитно предпринимается попытка размежевания терминов «интерпретация» и «реконструкция». Последний аспект значимости подхода Чемберлина является ключевым в современном разговоре о научной методологии, т.к. выбор в пользу интерпретации, совершаемый зачастую

¹ По личному сообщению И.А. Игнатьева, в распоряжении С.В. Мейена имелся перевод, сделанный Всесоюзным Центром переводов, по всей видимости, по заказу его учителя М.Ф. Нейбург.

неосознанно, выступает как следствие некоего почти феноменологического отстранения от изучаемого феномена (феномен как «объект» изучения подменяется феноменом как переживаемым актом содержания – [Гуссерль, 2023]), отстранения, направленного внутрь самого разума, смотрящего в самое себя, а не желающего проникнуть в суть осмыслием им объекта.

Прежде чем подойти к непосредственному обсуждению научной методологии, Чемберлин характеризует два возможных вида научного мышления – «потребительское» («*imitative or acquisitive study*» – [Chamberlin, 1965]) и «творческое» («*creative study*» – там же), которые могут быть представлены в свете общих концепций творческого мышления. Первый вид понимается как мышление, проходящее по ранее заданной, «одномерной» цепочке логических рассуждений, сравнимой с некой «заезженной колеей», в которой каждое последующее суждение предопределено предыдущим суждением и, тем самым, оказывается предсказуемым. Отличительной же особенностью второго вида является, с одной стороны, принципиальная самобытность мышления, а с другой – его многомерная сложность [Аршинов, 2015; Кузнецова, 2023], подразумевающая способность мыслить все возможные «ветви» суждения одновременно во всей полноте качеств того или иного субъекта суждения. Речь фактически идет о способности разума порождать аналитические и синтетические суждения одновременно, как если бы предикат «извне» понятий субъекта, не изменяя своего существенного качества, порождал бы образ в предикате «внутри», оформляясь не в тождество, но в одну из его частей, ибо другие части должны быть заполнены иными возможными предикатами. Итоговое сложностное единство множественных предикатов при этом задается не по «аналогии»², а по «энлогии» как «взаимной активности постигаемого и постигающего» [Чебанов, 1984]³, которые также являются взаимоизменяемыми. Взаимоизменяемость постигаемого и постигающего, вероятно, также определяет *реффренность* мышления постигающего. Реффрен, понимаемый как «повторяющееся полиморфическое множество», был введен С.В. Мейеном в статье, посвященной номотетическим аспектам морфологии растений ([Мейен, 2007]; первая, английская, публикация в 1973 г.). Распространяя идею реффрена на принцип творческого мышления, можно предположить, что реффрен изменения мысли (или точнее, некоего формализованного «мыслеобраза» [Кузнецова, 2023]) основывается на прямых и обратных связях в единстве между постигаемым и постигающим: изменение в постигаемом повторяется в образе изменения мысли постигающего, как если бы разум последнего был уподоблен равноплеч-

² Термин «аналогия» используется в понимании Л. Витгенштейна.

³ Эта статья С.В. Чебанова, в которой была разработана программа общей морфологии, была высоко оценена С.В. Мейеном, как и введение представления об энлоге.

ным весам, не столько измеряющим массу, сколько определяющим равенство масс.

По Чемберлину, именно творческое мышление является фундаментом для построения «метода множественных рабочих гипотез» («the method of multiple working hypotheses» [Chamberlin, 1965]), который подразумевает оперирование множественностью «интерпретаций» и последующее порождение наиболее полного объяснения исследуемого феномена. Термин же «интерпретация», который неизбежно приобретает в современном прочтении герменевтические коннотации (коих у Чемберлина безусловно нет), в данном контексте оказывается синонимом реконструкции: «Сначала подробное изложение фактов, потом – их интерпретация» («First full facts, then interpretations» [Chamberlin, 1965]). Реконструкция – это восстановление отсутствующего или невидимого в данном и видимом в факте⁴, восстановление на основе того, что дано и видимо, т.е. реконструкция выстраивается согласно выявленным имманентным связям между данным и отсутствующим в факте (при этом имманентные связи, на которых основаны реконструкции, не всегда в точности известны, поэтому возможно несколько сравнимо правдоподобных реконструкций; если этот принцип распространять на квантово-механические ситуации, то точное знание деталей ограничивается соотношением неопределенности Гейзенберга, имеющим количественное выражение). Интерпретации же основаны на трансцендентных отношениях между данным и отсутствующим в факте, отношениях, лишенных прямой «чисто» логической связи, выражаемой, например, как связь причины и следствия. Множественность реконструкций в данном контексте может быть описана как множественность, основанная на всех возможных правдоподобных вариантах «восстановления» отсутствующего в факте, причем под «вариантом восстановления» должна пониматься не теория, претендующая на объяснение исследуемого феномена, но рабочая гипотеза, используемая лишь как один из способов представления фактов. Сложность же излагаемых рабочих гипотез будет определяться их множественностью, возникающей вследствие творческого мышления.

В статье «Принципы исторических реконструкций в биологии» С.В. Мейен полной исторической реконструкцией называет «сумму всех сведений [о таксоне], соответствующую триаде „вещь – свойство – отношение“» [Мейен, 1984]. В этом смысле, множественность исторических реконструкций есть множественность «сумм сведений», изложенная в виде рабочего гипотетического описания, многоуровнево дополняемого новыми причинными факторами.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-18-00383, проект «Междисциплинарные методологические основа-

⁴ Из общего контекста статьи Чемберлина можно предположить, что он понимает все случившееся с вещью как факт, ибо случающееся с вещью есть то, что ее видят, осознают, обоняют, даже мыслят; помысленная вещь также есть факт.

ния расширенного эволюционного синтеза в науках о жизни и обществе» в ИНИОН РАН.

Аришинов В.И. Сложностный мир и его наблюдатель. Часть первая // Философия науки и техники. 2015. Т. 20. № 2. С. 70–84.

Гуссерль Э. Идея феноменологии. Пять лекций. СПб.: Издательский Центр «Гуманитарная Академия», 2023. 320 с.

Кузнецова В. В. Вводный текст к статье Т.К. Чемберлина «Метод множественных рабочих гипотез» // Метод. 2023. Т.3. № 3. С. 199–126.

Мейен С.В. Морфология растений в номотетическом аспекте // In memoriam. С.В. Мейен: палеоботаник, эволюционист, мыслитель. М.: ГЕОС, 2007. С. 162–222.

Мейен С.В. Специфика историзма и логика познания в геологии // Развитие учения о времени в геологии. Киев: Наукова думка, 1982. С. 361–381.

Мейен С.В. Принципы исторических реконструкций в биологии // Системность и эволюция. М.: Наука, 1984. С. 7–32.

Мейен С.В. Введение в теорию стратиграфии. М.: Наука, 1989. 216 с.

Чебанов С.В. Представления о форме в естествознании и основания общей морфологии // Orgaanilise Vormi Teoria. Teoreetilise Bioloogia Kevadkool. Tartu Riiklik Ulikool, 1984. С. 25–40.

Чемберлин Т.К. Метод множественных рабочих гипотез (пер. с англ. В.В. Кузнецовой) // Метод. 2023. Вып. 13. Т. 3. № 3. С. 127–140.

Chamberlin T.C. The method of multiple working hypotheses // Science. 1965. Vol. 148. Is. 3671. P. 754–759.

S.V. Meyen's contribution to creative thinking: T.C. Chamberlin's method of multiple working hypotheses

V.V. Kuznetsova

Saint Petersburg State University, Saint Petersburg, st099991@student.spbu.ru

ПРИЛОЖЕНИЕ

Метод множественных рабочих гипотез, избавляющий от опасностей родительской привязанности к любимой теории⁵

Т.К. Чемберлин

Поскольку методы научного исследования составляют основную тему нашего обсуждения, то в качестве измеримо созвучного предмета дискуссии я выбрал метод множественных рабочих гипотез в его связи с проблемой исследования, обучения вообще и проблемой гражданственности.

Есть два основных вида научного мышления. Первый состоит в попытке следовать – путем буквального подражания – подходам предыдущих мыслителей к исследованиям или в запоминании самих результатов их исследований. Этот вид является всего лишь вторичным, имитационным, потребительским. Второй же – главный – вид мышления является творческим. Его основное отличие в том, что ученый мыслит независимо или, по крайней мере, самостоятельно, стремясь открыть новую истину или дать новую интерпретацию уже существующему знанию, или хотя бы выработать некий индивидуальный «набор» истин. Именно так и следует поступать истинному ученому – мыслить один на один с собой, предельно самостоятельно, вне зависимости от того, рассуждает он уже на известные темы или нет. Совершенно необязательно, чтобы предметом размышления было нечто принципиально новое, но сам процесс мышления и его итоги должны быть самобытными: ученый не должен слепо следовать выработанным ранее направлениям мышления, приводящим к заведомо предопределенным результатам. Изложение теоремы Пифагора именно в том виде, в каком она представлена у Евклида, является собой результат первого вида мышления, однако решение той же теоремы согласно собственному методу или в оригинальной манере служит примером для второго, несмотря на то, что сам предмет размышления в обоих случаях лежит в области уже известного и давно разрешенного.

Творческий подход к исследованию первостепенно необходим именно в тех областях знания, где многое уже известно и еще более предстоит узнать. Именно такие поля мы возделываем как ученые-естественноиспытатели. Наша основная задача – разработка усовершенствованных методов творческого анализа.

К настоящему моменту интеллектуальные методы анализа претерпели три стадии развития в истории научного прогресса. Вероятно, это было бы неразумно – предсказывать, как изменятся они в будущем. Однако те три метода, которым посвящена настоящая работа, справедливо кажутся наиболее подлежащими критике и обсуждению: во-первых, метод господствующей

⁵ Первая публикация русскоязычной версии статьи была сделана в Московском ежеквартальнике трудов из обществоведческих дисциплин «МЕТОД» в 2023 году (вып. 13, т. 3, № 3, с. 127–140).

теории, во-вторых, метод рабочей гипотезы и, в-третьих, метод множественных рабочих гипотез.

На заре научного прогресса знание было крайне эксклюзивно и являлось привилегией отдельных личностей, а не общества в целом. Те, кто считали себя мудрецами или хотели таковыми казаться, чувствовали потребность знать или, по крайней мере, знать иллюзорно все то, что уже было известно, чтобы оправдывать само их право называться мудрецами. Большинство же людей, далеких от сферы знаний, также привыкли ожидать, что некая ограниченная группа образованных мудрецов объяснет все, что бы ни появилось нового. Таким образом, гордыня и честолюбие, с одной стороны, и ожидание, с другой, породили образ мнимого мудреца, чья эрудиция не ставилась под сомнение и чей проницательный ум находил объяснение любой новой загадке, возникающей перед ним. Подобное положение дел сформировалось само по себе и дошло до нас в виде некоего представления об интеллектуальной предрасположенности к познанию, хотя сама эта страсть знать уже далека от притворства. Как в прежние времена, так и по сей день некоторые имеют привычку слишком поспешно давать объяснения каждому вновь возникающему явлению. Интерпретировать какой-либо феномен представляется теперь главной обязанностью, что возлагается на мудреца. Как бы ни были похвальны усилия, направленные на объяснения того или иного явления, интерпретация, данная прежде основательного исследования, заслуживает осуждения. Желание выяснить, что из себя в действительности представляет некое событие, должно предшествовать вопросу, достойному похвалы на более позднем этапе – «Почему это произошло?» – и оттеснить его на второй план. Сначала – подробное изложение фактов, потом – их интерпретация.

Предварительные теории

Привычка давать поспешные объяснения порождает предварительные теории. Объяснение, предложенное для конкретного явления, часто – из-за кажущейся очевидности фактов – распространяется на целую группу явлений, которые лишь внешне представляются подобными, и вот уже сформулирована полноценная теория, объясняющая большой класс явлений, сходных с первоначальным. Эта общая теория не подкрепляется никакими дополнительными доказательствами, кроме тех, что были даны при первом поспешном анализе. Какое-то время – на первых этапах исследования – будет казаться, что теория работает и что она достоверна. Из-за этих преждевременных результатов и мнимой достоверности разработанной теории, разум тешит себя уверенностью в безграничности своих возможностей и обманывается мыслью, что он медленно, но верно движется к своей цели – абсолютной истине. Разум не готов признать, что из-за поспешно принятой теории его суждения будут ограничены и пристрастны и что он не сможет вынести верный приговор на суде истины. Уверенность разума в своих возможностях должна оправдываться не медлительностью, с которой делаются выводы, но тщательным, подробным, всесторонним и беспристрастным изучением какого-либо явления или предмета.

На первых этапах исследования появляется некая ослепляющая «привязанность» разума к порожденной им теории. Любовь издавна представляли слепой, и то, что истинно в сфере чувств, зачастую так же истинно в сфере разума. Как бы ни были важны интеллектуальные привязанности, побуждающие к работе или вознаграждающие за выполненную работу, они являются опасными факторами, которые угрожают истинной добросовестности ваших рассуждений. Когда кто-то предлагает оригинальное объяснение того или иного явления, объяснение, которое при этом кажется ему удовлетворительным, то в этот момент возникает привязанность, подобная той, что испытывает родитель к своему ребенку; и по мере того, как объяснение оформляется в полноценную теорию, растет и родительская привязанность к интеллектуальному отпрыску, все более и более любимому. Теория, принятая изначально лишь как пробная, временная, очень быстро становится теорией, от которой трудно беспристрастно отказаться. Как только родительская привязанность овладевает разумом, порожденная им теория из статуса временной и пробной переходит в статус главенствующей. Разум также бессознательно склонен искажать факты: он преувеличивает явления, согласующиеся с выдвинутой теорией, и пренебрегает теми, что ей противоречат. Он с удовольствием со средотачивает свое внимание на фактах, подтверждающих его теорию, и с естественной холодностью отвергает те, что не поддаются его объяснениям. Инстинктивно им вырабатывается методика отбора фактов, ибо разум руководствуется своими желаниями. Он также оказывает давление на саму теорию – пытается привести ее в соответствие с фактами, которые ей противоречат. Когда у разума появляется склонность к предвзятости, он опускается до пристрастного патернализма. Поиск фактов, наблюдение за явлениями и их интерпретация делятся до тех пор, пока автору излюбленной теории или ее стороннику не покажется, что теория в общем-то состоялась. Тогда теория принимает господствующее положение, и дальнейшие исследования, наблюдение и интерпретация контролируются и направляются именно ею. Из чрезмерно избалованного ребенка она быстро становится хозяином и руководит своим автором так, как пожелает. Будущее такого разума предопределено – он станет рабом порожденной им идеи.

Если вкратце резюмировать все вышеизложенные рассуждения, то происходит следующее: поспешно данные объяснения порождают предварительную теорию, которая впоследствии принимается за основную, а затем – становится господствующей.

Когда последняя стадия достигнута, а теория при этом не оказалась верной, то ожидать достоверных результатов своего исследования – бесполезно. Справедливости ради, истина все же может быть открыта даже при условии, что исследователь находится во власти ложных идей. Сами его ошибки могут стимулировать других людей на исследования. Однако общее положение вещей остается плачевным. Муха, которая должна была быть просеяна от мусора, оказалась смешанной с пылью и мякиной.

Эпоха господствующих теорий слишком затянулась

Как уже было предположено выше, в те времена, когда научное исследование как способ познания еще только зарождалось, метод господствующей

теории был основным. Подобное является следствием того, что разум – всего лишь ребенок, и ребенком он остается даже в высшей своей деятельности, ибо дети увлекаются значительно сильнее, чем старики.

К сожалению, по мере развития научного прогресса разум так и не избавился от собственного инфантилизма, эта его слабость дошла до наших дней и довольно широко распространена и среди в высшей степени образованных людей, и среди псевдоученых.

Недостатки метода господствующей теории очевидны, а ошибки, совершаемые по его вине, велики. Если говорить о психологических причинах того, почему данный метод несостоителен, то я бы обвинил в этом так называемую «интеллектуальную привязанность», которая была допущена к тем областям деятельности нашего разума, где должна доминировать беспристрастная интеллектуальная честность.

До тех пор, пока интеллектуальный интерес был связан главным образом со сферой нематериального, то привычка пристрастно мыслить еще могла выжить и даже сохранять свое господство, так как абстрактные явления, будучи в значительной степени субъективными, легко переплавлялись в тигле господствующей идеи; однако, как только интерес мыслителей всерьез обратился к природе, явления которой материальны, свойства которой незыблемы, а законы – строги, недостатки метода господствующей теории стали очевидны, и тогда последовала попытка его реформации. Первое начинание на этом пути было репрессивным. Сторонники реформы настаивали на том, чтобы теоретический аспект исследования был сведен к минимуму, а основные усилия направлены лишь на выявление однозначных фактов. Вместо того, чтобы искать способы применения логического анализа, сторонники реформы пытались превратить научное исследование в фикцию. Поскольку узконаправленное и ограниченное отвлеченное рассуждение привело в своем итоге ко злу, теоретизирование как таковое было осуждено. Реформа, на которой настаивали, заключалась не в том, чтобы контролировать отвлеченное рассуждение, а в том, чтобы подавлять его на корню. Нам не нужно возвращаться в прошлое более чем на двадцать лет, чтобы оказаться в эпицентре первой попытки реформации. Реформа была однобокой и нелепой, ведь нет более благородного устремления нашего разума, чем желание постичь истинную суть вещей. Похвально уже само стремление задавать вопросы, искать объяснения и выстраивать теории. Предосудительна лишь его бесконтрольность. Исследование обречено на смерть, если его цель сводиться лишь к оперированию мертвыми и лишенными какого-либо смысла фактами.

Неэффективность реформы также стала вскоре очевидной, и за ней последовали попытки усовершенствовать метод рабочей гипотезы. Многие утверждают, что это научный метод современности, но я с этим не согласен. Отличие метода рабочей гипотезы от метода господствующей теории состоит прежде всего в том, что первый направлен на выявление фактов и имеет своей главной задачей предложить одно из возможных направлений исследования. Однако преимущество в том, что благодаря этому методу научное исследование не упрощается только до поиска фактов. Метод господствующей теории предполагает отбор фактов в поддержку определенной теории. Метод же ра-

бочей гипотезы подразумевает поиск фактов с целью того, чтобы на их основе сделать выводы, причем сама гипотеза используется лишь как средство изложения выявленных фактов и их взаимосвязей, а также как способ упорядочивания материала для последующего представления окончательных выводов.

Далее в работе будет отмечено, что различие между методом рабочей гипотезы и методом господствующей теории довольно тонкое, т.к. первый с легкостью может выродиться во второй. Интеллектуально «привязаться» к гипотезе можно так же, как и к теории, а радость от того, что подтверждение гипотезе было найдено, может быстро превратиться в ослепляющую страсть к избранной идее

Семья гипотез

Использовать метод рабочей гипотезы добросовестно – значит делать верные шаги на пути улучшения метода господствующей теории, однако метод рабочей гипотезы все же не лишен своих недостатков – недостатков, проистекающих из той легкости, с которой гипотеза становится для мыслителя господствующей теорией. Чтобы этого избежать, следует обратится к т.н. методу множественных рабочих гипотез. Он отличается тем, что подразумевает множественность выстраиваемых на первых этапах исследования концепций и предварительных интерпретаций. Его цель довольно радикальна – окончательно избавиться от главного изъяна двух предыдущих методов, а именно – от «привязанности» разума к порожденной им теории. Задача состоит в том, чтобы сфокусировать свое внимание на каждом из возможных рациональных объяснений какого-либо явления и на их основе разработать каждую из возможных рациональных гипотез, охватывающих и причину, и историю этого явления. В таком случае исследователь не может привязаться только лишь к одному своему ребенку, ибо родительские отношения связывают его уже с целой семьей. По сути, сама опасность, исходящая от привязанности разума к любимой теории, оказывается нейтрализованной, и в этом коренное различие между этим методом и двумя предыдущими. Исследователь с самого начала проникается сердечным сочувствием к своим интеллектуальным детям и вступает в родительские отношения (если не как автор-отец, то как усыновитель) с каждой гипотезой, сколько-нибудь применимой к предмету исследования. Усмирив таким образом эмоциональные порывы своего разума, он с некоторой вынужденной, но при этом и естественной беспристрастностью приступает к исследованию. И он прекрасно осознает, что некоторые из его интеллектуальных детей умрут, так и не достигнув совершеннолетия, и также неосознанно предчувствует, что некоторые из них смогут выжить по окончании итогового анализа, т.к. зачастую не одна, а несколько причин объясняют происхождение того или иного явления. Если разум следует лишь одной выбранной гипотезе, то он неизбежно приходит только к одной объясняющей некий феномен концепции. Но достоверное объяснение часто предполагает вовлеченность сразу нескольких факторов, которые в разной степени повлияли на происхождение данного феномена. Истинное объяснение того или иного явления, таким образом, всегда вынуждено иметь комплексную природу. Комплексность предложенного объяснения – главная черта метода множе-

ственных рабочих гипотез, составляющая главное его достоинство. Мы привыкли думать, что одна причина порождает одно следствие (и наоборот), поэтому, обнаружив один фактор происхождения того или иного явления, удовлетворяясь этим и уже не в состоянии признать, что одна найденная причина может оказаться второстепенной и недостаточной для полноценного и достоверного объяснения. Возьмем в качестве примера проблему происхождения системы Великих озер. Существует две разные гипотезы, объясняющие причину их возникновения и являющиеся предметом серьезных споров. Обе подкреплены фактами и в определенной степени справедливы. Одна из них гласит, что бассейны Великих озер изначально представляли собой долины рек, устья которых были заблокированы вследствие ледникового выпахивания. Данная гипотеза находит фактическое подтверждение, поэтому ее можно назвать отчасти достоверной. Однако можно доказать и то, что земная кора прогибалась под давлением ледника, а когда ледник начал таять, возвращала свою прежнюю форму, т.е. происхождение бассейнов Великих озер может объясняться деформацией земной коры. Однако я глубоко убежден, что ни одна, ни другая гипотезы в отдельности не дают комплексного объяснения. Они должны быть взяты вместе и, возможно, дополнены третьей гипотезой, предполагающей влияние еще и третьих геологических сил на образование системы Великих озер. Таким образом, истинная проблема состоит не столько в определении, под действием каких именно сил происходило формирование озерных бассейнов, сколько в том, чтобы понять, в какой степени каждая из этих сил принимала участие в данном процессе. Вряд ли это удастся понять тем, чья рабочая гипотеза ограничивается лишь предположениями о доледниковой или ледниковой эрозии или же о деформации земной коры. Однако те ученые, что принимают во внимание все эти факторы, а также и другие, которые имеют сколько-нибудь обоснованное отношение к данному процессу, в состоянии дать исчерпывающее объяснение.

Особое достоинство метода множественных рабочих гипотез заключается в том, что по самой своей природе он побуждает исследователя к скрупулезному анализу. Разработка нескольких рабочих гипотез позволяет расширить область своего размышления и увидеть те направления исследования, которые в противном случае могли бы быть просто упущены или не замечены. В этом также состоит значимая ценность метода. Факты, сами по себе кажущиеся несущественными, приобретают свое значение благодаря той гипотезе, через призму которой их интерпретирует автор, и благодаря связи с теми явлениями, на которые эти факты могут указывать. Показательным в данном случае будет пример дарвиновской теории эволюции – теории, оказавшей феноменальное влияние на исследования последних двух десятилетий. Однако единственная рабочая гипотеза вынуждает исследователя идти лишь в одном направлении, пренебрегая другими, не менее важными. Таким образом, даже если исследование продвинулось в определенном, заданном одной рабочей гипотезой направлении, то оно, исследование, все равно оказывается лишенным полноты. Однако если все сколько-нибудь удовлетворительные гипотезы прорабатываются в одинаковой мере, то скрупулезность, с которой изучается

какое-либо явление, будет неизбежным качеством ученого – в силу самой множественности рабочих гипотез.

При использовании метода множественных рабочих гипотез одна гипотеза может подтверждать другую, а взаимная их противоречивость позволяет дать более точную аргументацию каждой из них. Сам процесс исследования и проработка доказательной базы получают ту полноту, которой не хватало им прежде, от скоординированной работы с каждой из гипотез.

Плодотворность исследования также является естественным итогом применения метода множественных рабочих гипотез. Каждая гипотеза располагает собственными критериями и методами установления истины, а также собственной доказательной базой; и если в своей совокупности разработанные теории способны описать явление всесторонне, то итоговый вывод по исследованию будет наиболее достоверным и обстоятельным.

Регулярное использование метода множественных рабочих гипотез позволяет выработать своеобразные привычки в мышлении, что заслуживает внимания в настоящей работе, т.к. данный метод не только предлагает определенный подход к исследованию, но и является неким способом образовываться, способом, чья дисциплинарная ценность исключительна. При добровольном применении метода в течении нескольких лет вырабатывается умение мыслить так, как это предлагает делать метод, т.е. мыслить сложно, удерживая в голове две взаимоисключающие идеи одновременно. Человек избавляется от привычки простого линейного мышления и вместо этого развивает в себе способность судить сразу с нескольких точек зрения. Разум, по-видимому, учится анализировать и обобщать одновременно. Подобный способ мышления можно сравнить отчасти с тем, как художник создает пейзаж: сознание наполняется мириадами идей, которые предстают перед ним одновременно, создавая сложный, детализированный ландшафт, наблюдаемый и изучаемый во всей его полноте. Мое описание этого процесса мышления очевидно непрофессионально, и если бы я на нем настаивал, как на несомненном факте, то вызвал бы шквал негодования со стороны психологов старшей школы; однако я сейчас обращаюсь в первую очередь к ученым-естественноиспытателям, которые, как мне кажется, исходя из собственного опыта, способны оценить описанные мною переживания.

Недостатки метода множественных рабочих гипотез

Тем не менее, метод множественных рабочих гипотез имеет свои недостатки, ведь ничто не может быть совершенным. Предлагаемый методом способ мышления, хоть и является бесценным приобретением для исследователя вообще, все же создает определенные трудности в выражении: его нельзя облечь в слова. Мы не можем описать на языке более одной мысли одновременно; и даже в этом случае мысль будет подчинена особенностям языка, а сам темп выражения будет относительно медленным. Когда привычка сложно мыслить не выработана, то разум избирает для себя одно ведущее направление мысли, которое подчиняет себе другие, и тогда трудность в выражении мыслей не достигает серьезных масштабов; но когда способность разума «видеть» предмет со всех сторон одновременно развита так, что яркость мыслей, идущих в противоположных направлениях, почти равносильна, то возникает

закономерное затруднение в подборе слов и языковых конструкций, возникает уже само нежелание попытаться выразить что-либо. Более того, невозможность облечь мыслительную операцию в слова приводит к тому, что сам процесс мышления становится бессловесным, и, следовательно, умирает та глубинная связь между словами и мыслями, которую привыкли поддерживать те, чье бессловесное и впоследствии обретшее языковую форму мышление изначально протекает линейно — по вербальной магистрали. Таким образом, мыслитель, практикующий данный метод, скорее будет молчать, чем говорить.

С той же сложностью мы сталкивается и при работе со студентами. Для них гораздо проще и, я полагаю, в целом намного интереснее найти подтверждение одной теории или же дать простую интерпретацию явлению, чем комплексно изучить сразу несколько факторов, требуемых для достоверного объяснения феномена. Например, они скорее предпочтут быть убежденными в том, что формирование бассейнов Великих озер объясняется ледниковым вы刨ыванием, чем исследовать сразу несколько крупных теорий и выяснить, как много истинного в каждой из них. Сложное и комплексное исследование не очаровывает молодого студента так, как опытного ученого.

Метод множественных рабочих гипотез и его практическое применение

Мы не привыкли думать, что метод множественных рабочих гипотез применим к обучению или к практическим сторонам жизни. Обычно он обсуждается исключительно в контексте науки. Однако я полагаю, что он также может получить ценное практическое применение — в зависимости от важности поставленных практических задач. Я имею в виду, прежде всего, те задачи, которые предшествуют фактической реализации какого-либо начинания. Методы, успешные в научных исследованиях, также могут быть успешными в исследованиях, необходимых для разумного ведения дел. Но я могу лишь вкратце охарактеризовать этот вопрос.

В образовании, как и в науке, опыт служил основой для создания теории. Поиск методов обучения часто проводился исходя из предположения, что существует некий однозначный и наглядный способ организации учебного процесса — так, чтобы каждый учащийся смог получить образование и иметь при этом максимально высокие результаты. Следовательно, педагогические исследования в прошлом преимущественно ориентировались только на вопрос «Каков наилучший метод?», тогда как вопрос «В чем состоит ценность каждого из методов и как использовать каждый из них в различных аспектах образовательного процесса?» оставался незатронутым. Педагогическую доктрину прошлого можно сравнить, таким образом, с одним из основных методологических подходов в естественных науках — с принципом униформизма. Однако способности и функции разума почти, если не так же, разнообразны, как свойства и функции материи. Пожалуй, предполагать, что при любых обстоятельствах только один конкретный метод обучения эффективен, а все остальные — нет, так же абсурдно, как считать, что каждому явлению природы можно найти объяснение. В силу того, что существует бесконечное разнообразие форм мышления и восприятия, преимущество применения раз-

личных методов обучения в различных условиях очевидно. Перед учителем поставлена задача выбрать подходящий метод и адаптировать его для решения проблемы каждого конкретного случая. Поэтому учитель должен иметь представление о всех возможных видах устройства человеческого разума, чтобы, столкнувшись с одним из них на практике, он был в состоянии распознать этот вид и был готов к возможным чрезвычайным ситуациям.

Точно так же, как ученый, вооруженный целым арсеналом рабочих гипотез, с большей вероятностью откроет истинную природу вещей и проникнет в суть явлений, так и учитель, располагающий всей полнотой разработанных гипотез, готовых к применению, будет в большей степени способен без труда распознать те сложности, с которыми он может столкнуться в процессе преподавания, точнее оценит их важность и адекватнее подойдет к выбору необходимого для ситуации метода.

Применение метода множественных рабочих гипотез в социальной сфере так же разнообразно, как сама жизнь, но некоторые способы его использования можно назвать типичными для целого. Все вышеизложенное касательно метода обучения применимо – с простым уточнением терминов – для любого другого начинания, за какое мы бы ни взялись. В большинстве случаев мы беремся за какое бы то ни было дело, не имея полного представления обо всех факторах, которые могут повлиять на его развитие, и как сам ход этого дела изменится в будущем. Поэтому крайне важно заранее быть готовым правильно распознать природу и возможное направление изменения этих непредвиденных факторов в тот момент, когда мы с ними столкнемся напрямую. Если наше видение ситуации будет искажено одной предвзятой теорией, то мы почти наверняка неправильно истолкуем факты и неверно оценим возникшую перед нами проблему. Однако если мы будем иметь в виду различные гипотетические прогнозы возможных непредвиденных трудностей, то у нас будет больше шансов понять истинные причины этих трудностей, когда они перед нами возникнут. Вместо того, чтобы предвзято оценивать ситуацию, разум будет открыт и бдителен в своем ожидании непредсказуемого, а также приобретет способность правильно распознать суть предшествующей перед ним проблемы. Разум, таким образом, больше не вынужден направлять корабль своего мышления в жестко определенное на карте место и стремиться туда безоговорочно – вне зависимости от того, лежат на его пути скалы или нет; наоборот, разум, с уверенностью держа штурвал, готов изменять курс, если это необходимо – из-за штормов или же из-за золотых кладов.

Однако это подчас правда, что придерживаться одного неизменного курса, невзирая на препятствия или неблагоприятные условия, – значит идти в верном направлении. Простое и решительное упрямство иногда может спасти все дело. Однако в иных случаях подобный подход может обернуться сокрушительными бедствиями, в то время как разумное отношение к непредвиденному могло бы привести к успеху. Таким образом, великим открытиям, совершенным благодаря упорству и слепой верности определенному курсу, следует противопоставить великие провалы, которые в равной степени являются результатами этой приверженности.

Пагубность сомнения

Разум, привыкший работать сразу с множеством гипотез, склонен выбирать то или иное направление исследования, исходя из того, насколько убедительно звучит аргументация каждого из них. В этом и состоит вся суть метода. И этот подход в целом верен. Однако есть опасность, что подобная покорность перед верной аргументацией может выродиться в бесполезную суету – «штатание» от одной теории к другой. Разум не всегда способен найти золотую середину в процессе сопоставления доказательной базы каждой из гипотез и в разгар работы определить, какова степень истинности всех аргументов в пользу той или иной идеи. Трудности создают опасность поддаться им, свернув с намеченного ранее курса, который, возможно, и был самым верным. Именно поэтому применение этого метода не может быть бесконтрольным, т.к. иногда, медленно, но верно идя по пути более слабой аргументации, можно достичь более значительных результатов, чем если бы разум колебался между сильнейшими из гипотез.

Применение метода также может сулить еще одну опасность, которая тесно связана с самой его природой. Метод предполагает ученого наличие разума, чувствительного к каждой, даже самой мизерной крупице истины, которую можно найти в том или ином аргументе. Процесс сопоставления разработанных гипотез должен напоминать чащу весов, чувствительную к каждой песчинке доказательств. Однако чувствительность может оказаться чрезмерной в делах, которые ведутся в суровых жизненных реалиях. Лабораторные весы, измеряющие массу мельчайших частиц с минимальной погрешностью, непригодны для взвешивания кирпичей. В чрезвычайных ситуациях гораздо важнее быстро принимать решения, чем делать верный выбор. Разум слишком увлекается в своем желании производить точные расчеты для уравновешивания весов истины и поэтому чересчур долго колеблется. Возможно, в суровых жизненных реалиях следует, в первую очередь, быть оперативным, а уже потом беспокоиться о верности сделанного выбора. Быстрые решения, хоть и могут в основе своей содержать крупицы заблуждений или ошибок, все же лучше верных решений, принятых слишком поздно.

Метод множественных рабочих гипотез может также благотворно применяться в сфере общественных и гражданских отношений, ибо они во многом строятся на том, каковы наши суждения о других людях, каково наше понимание природы их поступков, а также мотивов и целей их поведения. В данном случае мы можем наблюдать, что целая пропасть противоречий разделяет метод множественных рабочих гипотез и остальные два метода – господствующей теории и одной рабочей гипотезы. Многие страдают от примитивной привычки судить о поступках других людей, основываясь лишь на собственном мировоззрении. Еще в детстве нам привили убеждение, что есть истинно хорошо, а что есть истинно плохо. И ребенок верит: свет несет добро, тьма – зло. Допускать же, что ясность дня может стать вестником печали, а покров ночи оказаться спасительным, – значит взросльть. К сожалению, в вопросах, касающихся социальных и гражданских отношений, очень многие наши сограждане так и остались детьми, верящими в господствующую теорию, привитую им с детства.

Есть, однако, и те, кто продвинулся дальше и использует метод, аналогичный методу рабочей гипотезы. У них есть определенное предположение касательно поведения окружающих их людей, и то, что они видят, рассматривается через призму этого предположения. Они действительно не мыслят так, как это делают дети, свято веря, что добрый человек всецело означает хороший, а злой – всецело плохой, но тем не менее в их сознании существует довольно сильное убеждение, что тот, о ком у них сложилось дурное мнение, будет всегда поступать дурно. И нужна целая серия убедительных и неоспоримых доказательств, чтобы опровергнуть это убеждение, подобное рабочей гипотезе.

Метод множественных рабочих гипотез в самом широком смысле предполагает, что поведение другого человека может быть разнообразным, как и мотивы его поступков, их цели. Человек сложен в своем нравственном облике: он может поступать хорошо, даже если характер его мы назвали бы дурным, и наоборот, он может поступать плохо, будучи при этом самым добрым человеком. Применение метода множественных рабочих гипотез – это первая попытка нашего разума увидеть, что в действительности представляет собой то или иное действие, не затуманенное нашей господствующей теорией или нашей рабочей гипотезой. Осознавая, что действия, подобные внешне, могут иметь при этом разную природу, разум более свободен увидеть истинную суть вещей. Итак, опять же, метод побуждает нас объяснять мотивы и цели того или иного поступка, исходя из предположения, что за ними может стоять все что угодно, поэтому необходимо выяснить причину поступка в каждом конкретном случае индивидуально. Таким образом, мы будем склонны справедливо оценивать все факты и признавать то объяснение действия другого человека, которое имеет место быть на самом деле, а не потому, что оно укладывается в парадигму нашей господствующей теории или рабочей гипотезы. Результат – более правдивое наблюдение и более справедливая интерпретация.

Несовершенство знания

Есть и еще одно последствие применения метода множественных рабочих гипотез. При его использовании мы с большей вероятностью обнаружим, что знание человека о мире несовершенно, ибо по мере того, как будет расти осознание неповторимости природных или общественных явлений, пусть даже и схожих внешне, наша уверенность в полноте знания будет все мельчать. Кроме того, ошибочность наших суждений о мотивах и целях поступков других людей станет очевиднее на фоне неоспоримых доказательств, позволяющих соотносить причину и следствие. Неизбежным результатом будет меньшая склонность делать выводы на основе собственных субъективных представлений. К тому же, мы более не будем склонны подстраивать факты под удобные для нас идеи или мнения, ибо разум будет придерживаться одновременно нескольких гипотез, и будет трудно настаивать на одной гипотезе, когда совершенно очевидно, что приведенные аргументы справедливы для другой.

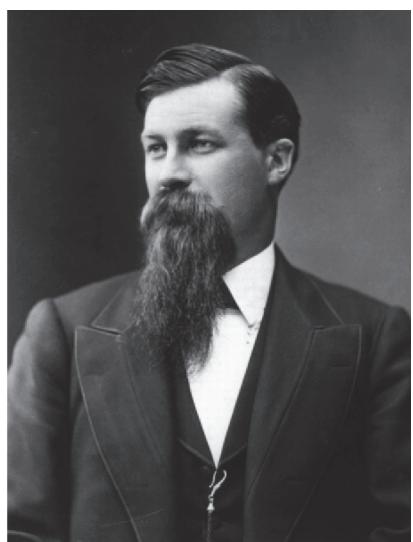
Общим итогом использования метода можно считать большую скрупулезность в работе с фактами, а также большую избирательность и осторожность в выводах. Именно поэтому я уверен, что широкое применение этого метода в делах общественной и политической жизни помогло бы в значительной мере устраниить недоразумения, предотвратить неверные суждения и прекратить искажение информации, которые представляют в современном мире самое распространенное зло – источник неизмеримых страданий для тонких и чувствительных душ. Неправильные наблюдения, переиначенные заявления, ошибочные толкования и жизненные невзгоды могут, конечно, заставлять нас страдать не так сильно, чем другие несчастья, но эти, будучи более универсальными и более незаметными, все же причиняют нам боль. Лекарство от подобных болезней действительно отчасти заключается в милосердии к страждущим, но в большей степени – в правильных интеллектуальных привычках, в преобладающем, вездесущем устремлении видеть вещи такими, какие они есть, и судить о них непредвзято – воздерживаться от каких-либо выводов, пока доказательств недостаточно, и наоборот, уметь признать правду тогда, когда с фактами более нельзя спорить.

Я полагаю, что это наших руках – совершить одну из величайших нравственных революций, которая последует за повсеместным внедрением в социальную и политическую жизнь той специфической привычки мыслить, которая известна в научном мире под названием «метод множественных рабочих гипотез».

Перевод с английского В.В. Кузнецовой

Об авторе

Томас Чемберлин (1843–1928) – американский геолог и педагог. На момент составления материалов настоящей лекции занимал пост президента Университета Висконсина. Впоследствии стал профессором Чикагского университета, а затем получил пост директора Музея Уокера. В 1893 году основал геологический журнал «Journal of Geology», главным редактором которого был до самой своей смерти. В 1903 году получил должность президента Американской ассоциации содействия развитию науки (AAAS).



Особенности представления эволюции русскими учеными

А.А. Поздняков

*Институт систематики и экологии животных СО РАН,
pozdnyakov61@gmail.com*

О присущности науке национальных особенностей писали Н.Я. Данилевский, А.А. Еленкин, Ю.В. Чайковский и другие авторы. Характерной чертой русской эволюционистики называют идею взаимопомощи и отрицание борьбы за существование [Todes, 1989; Vucinich, 1989], а также номогенез. На первый взгляд, между закономерным развитием и взаимопомощью прямая связь не прослеживается, однако, если синтезировать представления русских эволюционистов, то выстраивается вполне логичная схема, основывающаяся на четырех элементах: закономерности эволюционного процесса, природе организма, контролирующем факторе и взаимопомощи.

О закономерности эволюционного процесса писали многие русские эволюционисты. Так, В.О. Ковалевский описал закономерную редукцию скелета конечностей копытных, считая, что такой редуцированный скелет позволяет более эффективно исполнять ограниченный набор двигательных функций [Kowalevsky, 1873; русский перевод: Ковалевский, 1960]. Упрощение конечностей в различных группах копытных комбинируется с усложнением их жевательного аппарата. Как только метаподии редуцируются до одной кости, то дальнейшая редукция становится невозможной и наступает *кульминационный пункт* в эволюции группы, обретенной на вымирание при смене условий обитания. Однако после прохождения кульминационного пункта могут развиваться *признаки роскоши* – разнообразные нарости на лобных костях [Ковалевский, 1960].

Как полагал Л.С. Берг, направленность изменений обусловлена внутренними силами (факторами), заставляющими организм изменяться в определенном направлении, в пользу чего свидетельствуют явления, обозначаемые как филогенетическое ускорение, параллелизмы и конвергенции. Эти силы могут образовать признаки, которым нельзя приписать никакую пользу и никакую целесообразность. Нередко, не считаясь с внешними условиями, эволюция идет в направлении, оканчивающимся вымиранием: «Каждая группа организмов в течение определенного промежутка времени достигает расцвета, а затем, повинуясь внутренним, скрытым в конституции организма причинам, вымирает или отступает на задний план, оставляя свое место другим» [Берг, 1922, с. 47].

Д.Н. Соболев [1924] определил эволюцию как *органический рост*, характеризующийся накоплением энергии и материи, ее агломерацией и конденсацией. В соответствии с законом органического роста организмы

эволюционируют в одном и том же направлении, образуя *параллельные ряды* сходных форм, характеризующиеся одними и теми же стадиями развития. В противовес понятию деградации Д.Н. Соболев [1929] ввел понятие *проградации*, заключающейся в усилении автономности от внешней среды, что позволяет достичь большего морфологического усложнения.

По мнению Д.Н. Соболева [1929]), формообразующие процессы осуществляются в поле органического роста, примером которого может служить эмбриональное поле А.Г. Гурвича. Используя аналогию Ж. Кювье о жизни как вихре молекул, Д.Н. Соболев рассматривал живую систему как саморегулирующийся вихрь, в свою очередь, состоящий из большого количества вихрей, стремящийся сохранить свою форму, определяемую его движением, и вовлекающий в свой круговорот материю и энергию. Поле в целом формируется путем взаимодействия частных полей, и оно должно представляться очень сложной и запутанной картиной, однако в ней можно выявить некоторые закономерности.

Процесс эволюции В.И. Талиев [1925] интерпретировал как движение живых существ в одном и том же направлении, но не все из них достигли «конечного пункта» из-за отсутствия необходимых средств для удовлетворения все увеличивающихся потребностей. Поэтому во время движения произошло распределение живых существ по этому пути. Так как эволюция основывается на *принципе наибольшей продуктивности*, то ее главной целью является осуществление как можно большей массы живого на Земле.

Как и Л.С. Берг, В.И. Талиев трактовал эволюцию как *творчество*, то есть сначала появляются новые формы, свойства и состояния, а потом для них находится применение. Причем новое может быть явно отмечено чертами нерациональности, нецелесообразности.

Также В.М. Шимкевич полагал, что поиск *закономерностей* является основной задачей биологической науки. Одним из выражений закономерности являются *параллелизмы*, зависящие от сходства природы организмов [Шимкевич, 1940, с. 100].

Идея эволюции связывалась С.В. Мейеном с идеей времени как естественно упорядоченного набора фаз изменчивости объекта, в качестве которого может выступать либо отдельный индивид, либо класс индивидов (таксон). В случае таксонов инвариант такой изменчивости С.В. Мейен [1984] обозначил как *хроноархетип*. С типологической точки зрения характеристика класса (таксона) представляет собой архетип, понимаемый как закон. Тогда эволюционные законы следует трактовать как разворачивание во времени архетипа – характерных свойств таксона данного ранга. Инвариант такой временной последовательности изменения свойств таксона – это и есть хроноархетип.

Итак, закономерность эволюции выражается в *параллелизме* развития отдельных групп живых существ. В частности, параллелизм проявляется при выработке новой морфофизиологической организации при фор-

мировании таксонов различного ранга: тетраподизация, маммализация, артроподизация, аngиоспермизация, эквизация.

Природа (многоклеточных) организмов. За последние сто с лишним лет представления о наследственности изменились: наследственность однозначно связали с ДНК, а открытие генетического кода привело к смене догмы «один ген – один признак» на «один ген – один белок». Итак, наследуемая информация, записанная на ДНК, реализуется внутри клетки, обеспечивая синтез белков, необходимых для данной клетки.

Воспроизведение в следующем поколении признаков многоклеточного организма – это иная группа явлений, отличная от наследственности, связанной с ДНК. Дореволюционные отечественные эволюционисты делали акцент на *устойчивости воспроизведения* признаков, что можно трактовать как *сопротивление эволюционному изменению*. Для отличия от понятия наследственности необходим свой термин для обозначения этого явления. За неимением лучшего пока можно использовать термин *природа организма*.

В монографии «Зубр» С.А. Усов [1865] писал, что нельзя исключать, что зубр находится в стадии вымирания, так как смерть целого вида настолько же естественна, насколько естественна смерть отдельной особи. Вымирание происходит в силу того, что изменения в организации животных отстают от изменений внешних условий. Иными словами, вид вымирает, потому что не находит в себе сил противодействовать влиянию внешних условий.

Сохранение соотношения между остальными костями при утрате боковых пальцев в процессе *инадаптивной* редукции В.О. Ковалевский [1960, с. 13] трактовал так, что «наследственность сильнее видоизменения» (*inheritance is stronger than modification*). Позже он пояснил это явление как «упорство удержать типичную организацию» и как «отсутствие способности приспособиться (адаптироваться) к новым условиям» [Ковалевский, 1875, с. 34].

Теория гетерогенеза С.И. Коржинского [1899] основывается на предположении о существовании антагонизма между *наследственностью* и *изменчивостью*, которые трактовались как две силы, скрытые в организме. Наследственность понималась им как *устойчивость воспроизведения* данной формы. С.И. Коржинский признавал наличие тенденции прогресса (совершенствования), отождествлявшейся им с тенденцией изменчивости. При нормальных условиях тенденция к совершенствованию сдерживается устойчивостью воспроизведения формы. Но она прорывается в качестве вариаций при определенных условиях, главным из которых является *высокий уровень свободной энергии*. Этот уровень достигается либо при благоприятных условиях, когда на поддержание существования уходит меньше свободной энергии, либо свободная энергия должна накопиться в череде поколений.

Также следует заметить, что свое представление о наследственности К.А. Тимирязев [1938] основывал на *инерции*, присущей движению всех физических тел.

По мнению Д.Н. Соболева, наследственность конкретного организма есть изоморфная смесь разнообразных наследственных масс большого количества предков, полученная путем их многократного скрещивания, а реализованная форма конкретного организма есть результат сложения частных форм, реализованных его предками. Он полагал, что возможно скрещивание любых форм, но поскольку большая часть результатов скрещивания разных форм является нежизнеспособной, то в природе осуществляется лишь малая часть из возможных гибридных форм.

Контролирующий фактор. Большинство русских эволюционистов приняло идею отбора, но как элиминирующего фактора. Например, К.А. Тимирязев [1942, с. 101] полагал, что совершенство, гармония достигается «отрицательным путем, путем устранения всего дисгармоничного».

Признается, что органы сохраняют некоторую степень самостоятельности в своем росте, растут с разной скоростью и заканчивают свой рост неодновременно, вследствие чего в организме возникает дискорреляция, дисгармоничность строения, которая делают функционирование организма в целом неоптимальным. Преодолением дисгармонии является возврат к более ранним этапам развития, на которых дискорреляция проявляется слабо, а затем продолжение развития по иному – гармоничному пути. Однако такой возврат не всегда возможен, и дисгармоничные формы обречены на вымирание. И еще до наступления полной нежизнеспособности организмов, по мнению Д.Н. Соболева [1927], на сцену выступает отбор – могильщик таких дисгармоничных форм.

Понятие отбора обязательно подразумевает процедуру сравнения. Так, Ч. Дарвин такой процедурой считал *внутривидовую конкуренцию*. Но Л.С. Берг и Д.Н. Соболев указывали на *пониженнную жизнеспособность* дисгармоничных форм. Понятие отбора здесь не применимо, как и нельзя говорить об отборе при смерти от старости.

Взаимопомощь. Мальтизианство критиковали многие русские учёные и публицисты: А.Н. Бекетов, П.Л. Лавров, И.И. Мечников, А.Ф. Брандт, М.М. Филиппов, Н.Г. Чернышевский. Даже такой апологет дарванизма, как К.А. Тимирязев [1923, с. 45] хвастался, что в его «Историческом методе в биологии» ни разу не встречается слово *борьба*. Борьбе за существование русские исследователи противопоставляли *взаимопомощь*, которая включает очень широкий круг явлений, объединяемых тем, что существование элементов в комплексе успешнее, чем по отдельности.

А.С. Фаминцын (1894) полагал, что многоклеточный организм можно рассматривать как симбиотическое образование – колонию элементарных организмов (клеток), которые в определенной степени теряют свою индивидуальность и преобразуются в соответствии с интересами колонии (многоклеточного организма). Этую идею Ю.А. Белоголовый [1915] разра-

батывал с энергетической точки зрения. Возникновение многоклеточных организмов и более сложных комплексов он объяснял недостаточностью добываемой энергии для осуществления деятельности живых единиц по отдельности. В комплексе же экономится энергия и повышается производительность работы.

Симбиоз, понимаемый как межвидовые отношения, повышающие вероятность выживания хотя бы одного из симбионтов, очень широко распространен в мире организмов. Считается, что эвкариотическая клетка имеет симбиогенное происхождение. Симбиоз встречается почти во всех группах организмов, а по характеру отношений между партнерами выделяют несколько типов симбиоза: комменсализм, паразитизм, мутуализм. Теорию симбиоза разрабатывали А.С. Фаминцын, К.С. Мережковский, Б.М. Козо-Полянский.

Идея взаимопомощи высказывалась многими русскими учеными. Так, И.И. Мечников [1950] в своей рецензии (1863 год) на немецкий перевод «Происхождения видов» утверждал, что общие опасности не возбуждают борьбы между индивидами, но заставляют их объединиться, чтобы вместе противостоять опасностям. Н.Д. Ножин [1866] считал, что существует особый органический закон, обуславливающий сотрудничество индивидов. По мнению К.Ф. Кесслера [1880], взаимопомощь основывается на *потребности в размножении*, которое закрепляет новые формы и обеспечивает их дальнейшее возможное развитие.

Основой взаимопомощи А.Ф. Брандт [1896] полагал *совместное проживание*, которое приводит к разделению труда, например, у общественных насекомых. По мнению П.А. Кропоткина [1922], взаимопомощь среди животных основывается не на симпатии или на любви, а на *инстинкте общительности*, то есть на потребности к общению с себе подобными. Поскольку социальные животные преобладают по сравнению с одиночными, то В.М. Бехтерев [1912] полагал, что большая согласованность действий, следствием которой является взаимопомощь, дает перевес в шансах на выживание.

Итак, выстраивается следующая схема эволюции. Изменение живых существ обусловлено законом эволюции. Но изменению сопротивляется *природа организма*. По другой версии разные признаки изменяются с различной скоростью, что нередко приводит к появлению дисгармоничных форм с *пониженной жизнеспособностью*, которые обречены на гибель. Но, благодаря *помощи* со стороны более жизнеспособных особей они могут вполне успешно жить.

Белоголовый Ю.А. Живые растворы организмов // «Временник» Об-ва со-действия успехам опыт. наук и их практ. применений им. Х.С. Леденцова. 1915. Т. 6. Прил. 6. 180 с.

Берг Л.С. Номогенез, или эволюция на основе закономерностей. П.: Госиздат, 1922. 306 с.

- Бехтерев В.М.* Социальный отбор и его биологическое значение // Вестн. знания. 1912. № 12. С. 947–955.
- Брандт А.Ф.* Сожительство и взаимная помощь // Мир Божий. 1896. № 5. С. 1–22. № 6. С. 93–116.
- Кесслер К.Ф.* О законе взаимной помощи // Тр. С.-Петерб. об-ва естествоиспыт. 1880. Т. 11. Вып. 1. С. 124–136.
- Ковалевский В.О.* Остеология двух ископаемых видов из группы копытных. *Entelodon* и *Gelocus Aymardi* // Изв. Имп. об-ва любит. естеств., антроп. этногр. 1875. Т. 16. Вып. 1. С. 1–61.
- Ковалевский В.О.* Собрание научных трудов. Т. 3. М.: АН СССР, 1960. 351 с.
- Коржинский С.И.* Гетерогенезис и эволюция. К теории происхождения видов // Зап. Имп. акад. наук. 1899. Т. 9. № 2. С. 1–94.
- Кропоткин П.А.* Взаимная помощь среди животных и людей как двигатель прогресса. П., М.: Голос труда, 1922. 342 с.
- Мейен С.В.* Принципы исторических реконструкций в биологии // Шрейдер Ю.А. (ред.). Системность и эволюция. М.: Наука, 1984. С. 7–32.
- Мечников И.И.* Избранные биологические произведения. М.: АН СССР, 1950. 798 с.
- Ножин Н.Д.* Наша наука и ученые // Книжный вестник. 1866. № 1. С. 18–21. № 2. С. 51–54. № 3. С. 73–79. № 7. С. 173–178.
- Соболев Д.Н.* Начала исторической биогенетики. Харьков: Гос. изд. Украины, 1924. 204 с.
- Соболев Д.Н.* Диастрофизм и органические революции // Природа. 1927. № 7–8. Кол. 565–582.
- Соболев Д.Н.* Эволюция как органический рост // Природа. 1929. № 5. Кол. 437–454.
- Талиев В.И.* Единство жизни (растение как животное). М.: Госиздат, 1925. 262 с.
- Тимирязев К.А.* Насущные задачи современного естествознания. М., П.: Книга, 1923. 235 с.
- Тимирязев К.А.* Сочинения. Т. 5. М.: Сельхозгиз, 1938. 508 с.
- Тимирязев К.А.* Исторический метод в биологии. М., Л.: АН СССР, 1942. 256 с.
- Усов С.А.* Зубр. М.: Университетская типография, 1865. 114 с.
- Фаминыцын А.С.* Ближайшие задачи биологии // Вестн. Европы. 1894. Кн. 3. С. 132–153.
- Шимкевич В.М.* Об основных свойствах живых организмов // Природа. 1940. № 1. С. 99–105.
- Kowalevsky W.O.* On the osteology of the Hyopotamidae // Proc. Roy. Soc. L. 1873. Vol. 21. P. 147–165.
- Todes D.P.* Darwin without Malthus: the struggle for existence in Russian evolutionary thought. N.-Y.: Oxford Univ. Press, 1989. 221 p.
- Vucinich A.* Darwin in Russian Thought. Berkeley: University of California Press, 1989. 468 p.

Features of the representation of evolution by Russian scientists

A.A. Pozdnyakov

Institute of systematics and ecology of animals SB RAS, pozdnyakov61@gmail.com

С.В. Мейен: у истоков синтеза ортогенеза и дарвинизма

Б.Ф. Чадов

Институт цитологии и генетики СО РАН, Новосибирск, boris_chadov@mail.ru

Эволюционное учение в биологии тематически можно разделить на несколько этапов. Первый – гипотеза Ч. Дарвина о роли естественного отбора в видеообразовании. Второй – синтез концепции отбора Ч. Дарвина с генетикой (СТЭ). Третий этап – формирование оппозиции дарвиновскому селектогенезу в виде ортогенеза (набора гипотез о направленной эволюции) и, наконец, четвертый этап – это объединение селектогенеза Ч. Дарвина с доктриной направленной эволюции. Данная статья посвящается последнему этапу. Будет рассмотрено его содержание и роль С.В. Мейена как провозвестника нового этапа в развитии эволюционного учения.

Логика развития представления о биологической эволюции. Многообразие живого мира наводит на мысль, что оно – результат постоянно идущего процесса образования новых видов. Гармония живых организмов с условиями обитания подтолкнула натуралиста Ч. Дарвина к предположению, что виды возникают в результате приспособления живого к условиям существования. В схеме Ч. Дарвина: «изменчивость – наследственность – отбор» образование новой морфологической формы происходит без явного инициатора процесса, как бы «автоматически» – просто потому, что живой организм наиболее полно реализуется в комфортных условиях. Такое объяснение импонирует своей простотой, что и сказалось на популярности идеи. После выхода в свет «Происхождения видов» Ч. Дарвина эволюция живого стала восприниматься как бесспорный факт.

С развитием учения о наследовании дарвиновская модель была дополнена генетическим содержанием. В синтетической теории эволюции (СТЭ) отбор по признакам «с хорошей репутацией по приспособленности» означал отбор генов, отвечающих за эти признаки. Однако и в новом, теперь уже генетическом обличии, идея видеообразования путем отбора взрослых особей у части биологов вызывала возражения. Дарвиновский механизм работает при наличии предшественника – родительского вида со всеми свойствами живого. Получается, что видеообразование по Дарвину вторично. Чтобы быть всеобщей, модель видеообразования должна *объяснить и происхождение живого (живого из неживого)* или хотя бы, предлагать гипотезы на этот счет. Дарвиновский отбор на лучшую приспособленность для этого не пригоден.

В триаде: «изменчивость – наследственность – отбор» изменчивость названа Ч. Дарвином *неопределенной*. Тем самым роль организма в его собственной эволюции сведена на нет. Специфику новому организму со-

здаёт внешняя среда. Среда «лепит» новую форму. Пассивная роль живого объекта в собственной перестройке тоже не убеждала биологов. Несогласие выразилось в концепциях «направленной эволюции» (номогенеза или ортогенеза). Главное в них – эволюция живого организма идет по законам и принципам самого организма.

Конкретные аргументы в пользу ортогенеза были следующие: (1) существование неадаптивных признаков, (2) конвергенции и/или параллелизмы – черты сходства между организмами, принадлежащими к разным таксонам, (3) ограничения изменчивости – реальное число вариантов изменчивости меньше теоретически ожидаемого и (4) существование направлений эволюции, которые ведут к вымиранию, и инерция в эволюции, (5) новообразования в эволюции. Появление новых органов отбором и адаптацией не объясняет [Попов, 2006].

Теоретически, замена в ортогенезе исполнителя эволюционного процесса со среды на организм – принципиальное решение: от главного недостатка доктрины Дарвина можно избавиться. Получается вполне логично: законы, определяющие эволюцию, – это те же законы, по которым и возникла жизнь. Надо разобраться теперь в том, что в новом варианте эволюционной доктрины остается от дарвиновской концепции и что существенного кроме ссылки на единый закон возникновения и эволюции живого добавляется ортогенезом.

Ортогенез (направленная эволюция), поиск механизмов направленности. Для того, чтобы выявить первоисточники идеи направленной эволюции, удобно использовать ответ на вопрос Д.Н. Соболева [1924] по поводу эволюции: «Является ли эволюция процессом накопления и подбора происходящих по всевозможным направлениям неупорядоченных и независимых элементарных изменений, которые сами по себе не предопределяют определенного хода филогенетического процесса, направляемого лишь отбором, или же элементарная изменчивость упорядочена и подчинена определенным законам, которые и предопределяют, независимо от отбора, направление эволюции?». Если в концепции утверждается вторая возможность, то это означает, что она является концепцией направленной эволюции или ортогенезом. Такому представлению соответствует не менее 20 концепций. Они появлялись во всех развитых странах на всем протяжении истории эволюционной биологии в самых разных биологических дисциплинах» [Попов, 2006].

Сторонники идеи направленной эволюции, однако, довольно нечетко высказывались о механизмах направленности. Часто признавалось, что такие механизмы, в общем, неизвестны. Некоторые авторы верили в потусторонние силы. Одни авторы высказывали надежду на то, что вопрос о механизмах направленности прояснит знания о молекулярных основах биологии, другие, напротив, апеллировали к процессам космического масштаба. Чаще всего сторонники направленной эволюции сводили объяснение к утверждению того, что направленность обусловлена теми же

процессами, что и явления неорганической природы. Что важно, кроме «запрещений» химического и физического свойства, которые могут привести к формированию определенных направлений в эволюции, «есть еще и неведомая сила, которая движет эволюцию по “дорогам”, созданным ограничениями. Для ее характеристики авторами концепций направленной эволюции было введено много “мистических” терминов – батмизм, аристогенез, автономический ортогенез и т. д., а их противниками – много “немистических” терминов – векторизация, канализация, затвердение и т.п. [Попов, 2005].

C.B. Мейен: идея синтеза ортогенеза и селектогенеза. Мейен, располагая обширным материалом по палеоботанике и исключительным интересом к проблеме эволюции, провел глубокий анализ дарвиновской и ортогенетической доктрины. Особенность его подхода к эволюции как палеонтолога – привязка структуры или процесса к геологическому времени и признание способности к прогнозу главным критерием ценности эволюционного предположения. «Как бы ни было правдоподобно любое объяснение, оно не может претендовать на полноту, если оно не подразумевает возможность предсказаний» – писал С.В. Мейен [2007а].

Основными особенностями селекционной доктрины, идущей от Дарвина, С.В. Мейен считал (1) редукцию живого до признаков и генов, (2) принцип запрета (селекцию) и (3) популяционное мышление. Главным недостатком селекционной доктрины Дарвина он считал злоупотребление внешними запретами (эктоценез). Особенностью же ортогенеза, по мнению Мейена, является «не вполне ясно осознанное стремление установить нестатистические законы, действительные для разных уровней организации, с упором на организменный и органовый уровни», а главным недостатком – непонимание того, что сама процедура отбора является номогенетическим фактором (ортогенезом) [Мейен, 2007б].

Важным следствием этого анализа стал вывод, что некоторые элементы дарвиновского селектогенеза вполне могут быть рассмотрены как номогенетические факторы. Действительно, почему бы не считать номогенетическим законом (законом, в согласии с которым должны идти эволюционные изменения): (1) факт постоянно идущего изменения живого, (2) *неопределенный характер* изменчивости, обозначенный Ч. Дарвіним, (3) наличие наследственности у живых организмов и т.д. А тенденция находится в энергетическом комфорте с окружающей средой (элемент дарвиновского селектогенеза) – это ли не пример фундаментальной черты живого.

С другой стороны, и в арсенале селектогенеза по Ч. Дарвину есть процессы, без которых не обойтись любому процессу видообразования, включая и номогенез. Так, образование нового вида не может обойтись без селекции (отделения) новой нарождающейся формы от исходной родительской. Нужен и критерий отбора, и способ элиминации не пригодных вариантов, и механизм изоляции нового варианта. У С.В. Мейена вызре-

вает идея синтеза ортогенеза и дарвиновского селектогенеза [Мейен, 2007б, в].

Путь выхода из противоречий ортогенеза и селектогенеза, по Мейену, лежит в русле общей теории систем, разделяющей живое по уровням организации. В каждом уровне есть неизменяемые соотношения компонентов (необходимость, направленность процесса), но сами уровни могут сочетаться с вариантами выше- и нижестоящих уровней случайным образом. Так что, соотношение между направленностью процесса эволюции и его случайным характером похоже на диалектическое противостояние необходимости и случайности. Путь его разрешения в биологии, как и в философии, состоит в синтезе – в объединении одних частей антиномии и удалении других. Он пишет: «Возникает вопрос: а можно ли вообще построить теорию эволюции, свободную от перечисленных недостатков СТЭ и других эволюционных теорий? Думаю, что можно и что это — дело многих поколений биологов. Браться за это дело надо в любом случае, поскольку смысл любой науки не в завершении, а в исполнении работы. Но в каком направлении двигаться и что может служить идеалом? В предыдущих работах я назвал эту будущую теорию эволюции *номотетической*, ибо она должна быть органичной совокупностью законов «без исключений», а не «эволюционных правил» с множеством исключений» [Мейен, 2007г]. С.В. Мейен наметил программу исследования номотетической эволюции, исходя из теории систем [Игнатьев, Мосейчик, 2007].

Обойтись без экспериментальной биологии при изучении эволюции невозможно: каким бы не был механизм эволюции, он должен происходить «здесь и сейчас» или же, во всяком случае, на основе процессов, проходящих в организме «здесь и сейчас». Мнение С.В. Мейена о роли эксперимента, однако, было другое.

Синтез ортогенеза и селектогенеза по результатам генетического эксперимента на дрозофиле. С.В. Мейен полагал, что «вопрос об ортогенезе и селектогенезе не решить экспериментально, ибо из одних и тех же фактов в течение всей истории биологии всегда извлекались прямо противоположные следствия» [Мейен, 2007д]. В этом случае, однако, он ошибся. Результаты последних генетических опытов однозначно свидетельствуют в пользу эволюционного механизма, сочетающего принципы ортогенеза и селектогенеза, им же предложенного [Мейен 2007а; Игнатьев, Мосейчик, 2007].

В 2000 году на дрозофиле был открыт новый тип мутаций, названных условными. Мутации проявляются в одних геномах и не проявляются – в других. Гены, ответственные за образование мутаций, были названы онтогенами. Онтогены отвечают за программу индивидуального развития у дрозофилы. Об этом говорит проявление мутаций, вызывающих генную нестабильность и пороки развития в виде т.н. морфозов [Chadov et al., 2015].

У мутантов по онтогенам открылась картина, которую назвали *зиготическим отбором*. В зависимости от генотипа партнера по скрещива-

нию в потомстве мутанта появляются и исчезают некоторые классы потомков. Судя по родительскому типу наследования, причина феномена – взаимодействие онтогенов в клетках зародышевого пути дрозофилы. В них идет «редактирование» генетической программы индивидуального развития дрозофилы. Об идущем отборе кроме отсутствия некоторых фенотипов в живом потомстве говорит и гибель потомков на стадии зиготы. Форма гибели – оплодотворенные яйца белого цвета без признаков развития.

По дарвиновской модели отбора гибель мутантов происходит в течение соматогенеза и после него. Гибель же зигот происходит до начала соматогенеза. Речи об отборе под действием внешней среды здесь уже не идет. Получается, что в дополнение к отбору дарвиновского типа существует другой отбор – зиготический. Если первый происходит под влиянием среды, второй – по результатам взаимодействия родительских геномов в зиготе. Это настоящий *автогенез*. Генетическая система сама решает, какие изменения пропустить в следующее поколение, а какие – не пропустить [Чадов и др., 2017, 2018].

Таким образом, форм отбора – две. Весь комплекс событий под названием «отбор» – необходимая часть процесса видеообразования. Он присутствует в доктрине дарвиновского селектогенеза и зависит от приспособленности к условиям внешней среды. Но он происходит и в зиготической форме, изолированной от внешней среды. Отбираются изменения в генетической программе индивидуального развития, которые происходят в процессе формирования гамет из клеток зародышевого пути. Взаимодействуют геномы прародителей. Преобразование (редактирование программы развития) у мутантов, как показал опыт, включает индукцию нестабильности генома в клетках зародышевого пути, мутагенез, сохранение мутаций до момента образования зиготы, организацию взаимодействия родительских наборов в зиготе с последующим отбором зигот [Chadov, Fedorova, 2024].

Эта форма отбора «родом» из доктрины ортогенеза. Она может включать не только перестройку программ развития, но и структурную перестройку генетической системы (вставки, делеции, инверсии и т.д.). Зиготический отбор это – регулярное событие в жизни живого объекта, но работать на эволюцию он начинает после появления мутации в онтогенезе. Этот поворот в развитии нормальных событий можно уловить экспериментально. Это тот ортогенез, различные стороны которого обсуждали создатели доктрины и ее сторонники.

Автогенез генетической системы в организме исторически ведет свое начало даже не с момента образования живого, а раньше – он является продолжением процесса образования материи во Вселенной. Цикличность, симметрия, фрактальность в живом не удивительны – они присутствуют и в ранее возникшей косной материи, но в живой материи они особо закодированы – генетически [Чадов, 2025]. В целом, теоретическое за-

ключение С.В. Мейена о необходимости синтеза дарвиновского селекто-генеза и ортогенеза получает экспериментальную поддержку.

Игнатьев И.А., Мосейчик Ю.В. Творческая случайность: эволюционная концепция С.В. Мейена // In memoriam. С.В. Мейен: палеоботаник, эволюционист, мыслитель. М.: ГЕОС, 2007. С. 103–156.

Мейен С.В. Роль направленных процессов в эволюции // In memoriam. С.В. Мейен: палеоботаник, эволюционист, мыслитель. М.: ГЕОС, 2007а. С.244–287.

Мейен С.В. О путях снятия противоречий между селекционизмом и номогенезом // In memoriam. С.В. Мейен: палеоботаник, эволюционист, мыслитель. М.: ГЕОС, 2007б. С. 223–228.

Мейен С.В. О соотношении номогенетических и тихогенетических факторов в эволюции // In memoriam. С.В. Мейен: палеоботаник, эволюционист, мыслитель. М.: ГЕОС, 2007в. С. 229–233.

Мейен С.В. Соотношение макро- и микроэволюции // In memoriam. С.В. Мейен: палеоботаник, эволюционист, мыслитель. М.: ГЕОС, 2007г. С. 288–293.

Мейен С.Н. О статье А.А. Яценко-Хмелевского «Предначертана ли эволюция?» // In memoriam. С.В. Мейен: палеоботаник, эволюционист, мыслитель. М.: ГЕОС, 2007д. С. 234–243.

Попов И.Ю. Ортогенез против дарвинизма. Историко-научный анализ концепций направленной эволюции. СПб, 2005. 205 с.

Попов И. Ю. Идея направленной эволюции: история и современность // Вестн. СПбГУ. Сер. 7. 2006. Вып. 4. С. 13–19.

Соболев Д. Н. Начала исторической биогенетики. Симферополь, 1924. 204 с.

Чадов Б.Ф. Онтогены и некоторые вопросы метафизики живого // Философия живого. 2025 (в печати).

Чадов Б.Ф., Федорова Н.Б. Зиготический отбор у *Drosophila melanogaster* и новая редакция дарвиновской концепции видообразования // Эволюция жизни на Земле. Томск: Изд. дом ТГУ, 2018. С. 49–51.

Чадов Б.Ф., Чадова Е.В., Федорова Н.Б. Ортогенез и дарвинизм: перспектива синтеза в свете данных по условным мутациям // В: Современные проблемы эволюции и экологии. Ульяновск: УлГПУ им. И.Н. Ульянова, 2017. С. 133–142.

Chadov B.F., Fedorova N.B. Ontogenes in *Drosophila melanogaster* and a Model of Speciation // J. Evol. Sci. 2024. № 3. P. 35–58.

Chadov B.F., Fedorova N.B., Chadova E.V. Conditional mutations in *Drosophila melanogaster*: On the occasion of the 150-th anniversary of G. Mendel's report in Brünn // Mutat. Res. Rev. 2015. № 765. P. 40–55.

S.V. Meyen: at the origins of the synthesis of orthogenesis and Darwinism

B.F. Chadov

Institute of Cytology and Genetics SB RAS, Novosibirsk, boris_chadov@mail.ru

Вид как эволюционная и экологическая единица

В.А. Брынцев

Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН, Москва, bryntsev@mail.ru

Любое представление о биологической эволюции не может обойти вопрос: что такое вид? В самой общей форме имеются два представления о виде:

1) Вид – сборное понятие, это некая система объектов, множество, объединенное в класс по тем или иным основаниям. Например, В.А. Красилов [1986], развивая теорию экосистемной эволюции, считал вид совокупностью размножающихся гомодемов (семей), которые специализируются в той или иной экосистеме. Этой специализированной совокупности присваивается название вида. СТЭ рассматривает вид как совокупность генетически взаимодействующих популяций. Изоляция популяции дает начало новому виду. В этих концепциях вид обособляется в пространстве, но не во времени.

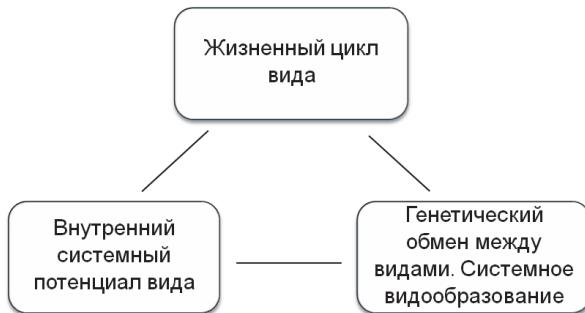
2) Другое представление – вид как динамическая система, имеющая начало, этапы развития и распада, и естественный конец. Таких взглядов придерживался Н.И. Вавилов [1967; Брынцев, 2017б, 2017в].

Опираясь на теорию динамических систем [Брынцев, 2017а] и триединственную методологию [Баранцев, 2005], рассмотрим вид как динамическую систему. Общая триада, определяющая преобразование динамической системы, представлена ниже.



Вид одновременно принадлежит к двум системам большого уровня: 1) генетико-репродуктивной системе большого уровня (род) и 2) экосистеме – биогеоценозу.

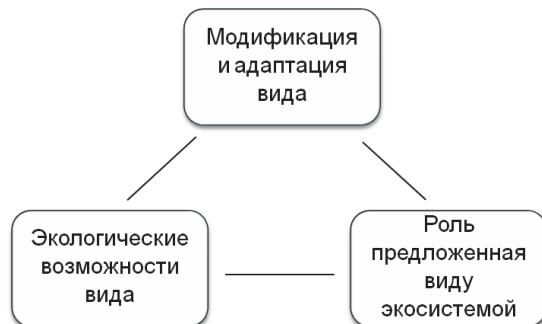
Триада вида как элемента генетико-репродуктивной системы рода дана ниже.



Жизненный цикл вида, его рост и развитие, при котором реализуется его внутренний системный потенциал, хорошо показаны в работе Н.И. Вавилова «Линнеевский вид как система». Генетическим обменам между видами в последние два десятилетия посвящена обширная литература. Системное видообразование, появление стволовых видов изложено в работах В.Н. Стегния [2019].

Вид является системной единицей рода и реализует данные ему родом потенции, которые разворачиваются во времени жизненного цикла вида. Это нашло отражение в законе гомологических рядов Н.И. Вавилова и меронно-рефренной теории С.В. Мейена [1988]. Роду нужно продолжение, функция продолжения отдана стволовым видам. Стволовые виды находятся, как правило, в жестких условиях экологической периферии, где они адаптированы, не сколько к биотическим, сколько геологическим факторам.

Большинство видов выполняют экосистемные функции, реализуясь в биоценозе. Триада вида как элемента экосистемы дана ниже.



Процесс становления вида в экосистеме описаны В.А. Красиловым [1986]. В развивающейся им теории экологической эволюции он говорит об импульсах, которые идут от экосистемы к виду, определяя его развитие (в данном контексте экологическую модификацию, подстройку под экосистему). Вид начинает играть роль, предложенную ему экосистемой (или, по другой терминологии, занимает определенную экологическую нишу). Адаптируясь к своей роли, вид морфо-физиологически изменяется, со-

гласно с имеющимися у него внутренними возможностями. Изменения происходят модификационно, эпигенетически, мутационно (если мутации совпадают с модификационными изменениями) и закрепляются со временем на генетическом уровне. Вид специализируется.

В периоды кризов биосфера наблюдается дестабилизация экосистем и вымирание специализированных к биоценозу видов. На арену выходят неспециализированные виды. Это или стволовые виды, вышедшие из районов экологической периферии, или новые виды, образовавшиеся путем системного видеообразования (по Стегнию). Системному видеообразованию часто предшествует межвидовая гибридизация, поэтому специализированные виды, являясь тупиковыми, могут передавать часть своих признаков вновь образованным видам.

Таким образом, вид существует в двух временных ритмах – рода и биоценоза. Первый включает жизненный цикл вида, внутриродовой генетический обмен и системное видеообразование (обновление, начало нового цикла). Второй задает чреду сукцессий, в которых вид, или его части, адаптируются и специализируются в экосистеме. Чреда сукцессий заканчивается климаксовым сообществом, а вследствие его кризисом и распадом, с вымиранием специализированных видов (см. [Красилов, 1986]). Накладывание разных ритмов создает сложный, непредсказуемый (т.е. не моделируемый современными методами) процесс. Кроме того, это приводит к появлению у видов сложной мозаики признаков, плохо поддающейся общей формализации.

Баранцев Р.Г. Становление тринитарного мышления. – М.; Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2005. 124 с.

Брынцев В.А. Эволюция в движении: циклические процессы природы и общества. М.: Ленанд, 2017а. 152 с.

Брынцев В.А. Вид как система, закономерно изменяющаяся во времени. // Генетика популяций: прогресс и перспективы. М.: ИОГен РАН, 2017б. С. 43–44.

Брынцев В.А. Развитие вавиловской концепции вида как системы, изменяющейся во времени. // Современные проблемы биологической эволюции. М.: ГДМ, 2017в. С. 538–541.

Вавилов Н.И. Линнеевский вид как система // Н.И. Вавилов. Избранные произведения в двух томах. Т. 1. Л.: Наука, 1967. С. 62–87.

Красилов В.А. Нерешенные проблемы теории эволюции. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1986. 140 с.

Мейен С.В. Нетривиальные модусы морфологической эволюции высших растений. // Современные проблемы эволюционной морфологии. М.: Наука, 1988. С. 91–104.

Стегний В.Н. Генетика сальтационного видеообразования и системные мутации. Томск: Издательский дом ТГУ, 2019. 264 с.

Species as an evolutionary and ecological unit

V.A. Bryntsev

Main Botanical Garden named after N.V. Tsitsin RAS, Moscow, bryntsev@mail.ru

Структура индивидуальной морфологической изменчивости, или Что должна объяснить теория морфологической эволюции?

А.Е. Пожидаев

Ботанический институт им. В.Л. Комарова, Санкт-Петербург, *rae62@mail.ru*

Нематериальность формы. Материя и форма не существуют самостоятельно, а являются свойствами единичного предмета – живого тела. В этом смысле форма – нематериальное свойство предмета (нематериальность не означает сверхъестественность). Форма вещи определяется геометрическими свойствами вмещающего пространства, пустоты. Непрерывны пустота и индивидуальная форма. Геометрические свойства пространства являются исходной неоднородностью, порождающей правила.

Нематериальная форма лишена вещества и энергии, осуществляется без физического взаимодействия (без близкодействия, нелокально); динамические процессы не порождают формы (морфодинамика, процесс), а протекают в них (морфопластика, состояние), допуская формальную причинность (автоматизм формы, природа которого остается неизвестной). Упорядоченность формы позволяет минимальными средствами организовать возникновение максимального размаха ее изменчивости.

Индивидуальная изменчивость живых тел существует предметно (доступна для наблюдения). Любая другая изменчивость – всегда часть, аспект этой генеральной совокупности (именно поэтому мы можем на равных основаниях сравнить друг с другом изменчивость любых таксонов и рангов). Предметность же таксонов – вопрос способа интерпретации и практики определения; поэтому для таксона обязательны имя автора и типовой образец. Именно возникновение индивидуальной изменчивости, как единственный наблюдаемый результат произошедшей эволюции (а не, например, возникновение классов сходства или сходства, определяемого родством) должна объяснить эволюционная теория (а, для начала, изучить и верно описывать).

Полное поколение. В гаметофитном поколении цветковых растений (если развитие прошло нормально) в результате мейоза (бесполое размножение) из одной материнской клетки пыльцы возникает четыре микроспоры (будущие пыльцевые зерна). Возникнуть больше продуктов мейоза может только в патологических случаях, обычно сопровождаемых остановкой развития. Пыльца – это полное поколение, полностью заполненное, которое полнее быть не может.

В полном поколении смерти нет, как биологического явления. Все рожденные в поколении живые тела (и их части) – живы и доступны для наблюдения. Полное поколение характеризуется полной изменчивостью – родиться больше живых тел или других их форм не может даже теорети-

чески; ни других живых тел, ни других их форм не бывает. Образец пыльцы (содержимое одного бутона или пыльника) является не случайной выборкой, а целостным фрагментом и естественной порцией генеральной совокупности. Полнота такого образца близка к абсолютной (то, что есть на самом деле). Формы, принадлежащие одному поколению – генетически единообразны, существуют одновременно, являются сестринскими и не связаны в последовательность предок–потомок, как причина и следствие.

Такой полноты лишено спорофитное поколение, развивающееся во внешней среде и предельно изреженное как катастрофической, так и предполагаемой селективной элиминацией, уничтожающей (делающей ненаблюдаемыми) большинство живых тел и их редкие формы. Естественные популяции (генеральная совокупность) спорофитов доступна для изучения только на примере случайных выборок. В спорофитном поколении полнота индивидуальной изменчивости восстанавливается (приближается к полной) у признаков многократно повторяющихся органов. Например – все цветки соцветий одного побега, или все его листья (когда все развились и других форм, больше чем было заложено, возникнуть ниоткуда не может).

Результаты

Изучались свойства индивидуальной изменчивости признаков формы живых тел на примере полного гаметофитного поколения (пыльцы) и многократно повторяющихся органов спорофитного поколения (цветок, соцветие, лист). Обнаружено, что в обоих поколениях жизненного цикла цветковых среди типичных форм живых тел (доминанта) изредка встречаются разнообразные отклонения. В качестве наиболее частых отклонений (субдоминанты) обычно встречаются типичные формы других неродственных таксонов (правило Н.П. Кренке). Представленные в некоторой стандартной проекции все обнаруженные формы (типичные и отклоняющиеся) удается расположить в единый непрерывный ветвящийся геометрически упорядоченный ряд, в котором типичные формы разных таксонов, оказываются связаны промежуточными формами (минорные последовательности) в единую систему непрерывной и геометрически правильной изменчивости (метаморфоз, по И.В. Гете; рефрен, по С.В. Мейену). Ряды могут быть составлены так, что их терминальными состояниями оказываются наиболее симметричные и геометрически законченные (наиболее совершенные) типичные формы. Промежуточные формы очень редко являются типичными (преобладающими в таксоне, таксоноспецифичными) и встречаются у современных таксонов в полном ассортименте (никогда не вымирали).

Попытка геометрического упорядочивания естественных форм неожиданно оказывается выполнимой с непредвиденно высокой для биологических объектов точностью – до долей процентов, вплоть до единичных форм – других (как-нибудь иначе устроенных или случайных) не бы-

вает. В естественных условиях ежесезонно в каждом поколении далеких неродственных таксонов повторяется возникновение (пребывание, персистирование) форм одной и той же универсальной надиндивидуальной (непрерывной) упорядоченной морфологической изменчивости.

Морфологическую систему (геометрически упорядоченные ряды форм) образуют не таксоны и не их типичные формы, а индивидуальные формы живых тел. Показано, что упорядоченное сходство может перекрывать границы родства таксонов и гомологии структур. На примере апертур пыльцы, образованных разными слоями спородермы, описан параллелизм упорядоченной изменчивости негомологических структур в неродственных таксонах цветковых (транзитивность).

Однаковая структура изменчивости (система непрерывных, геометрически упорядоченных, транзитивных рядов), а значит и сходные механизмы детерминации формы, реализуются в обоих фазах жизненного цикла цветковых (гаметофитное и спорофитное) – как у пыльцы (гаплоидное живое тело, одноклеточное на момент закладки апертур, определяющих форму пыльцевого зерна), так и у цветка (диплоидный многоклеточный тканевой орган). Система параллелизмов, рядов индивидуальных форм – наблюдаемый результат всей предшествовавшей эволюции. Именно ее возникновение должна объяснить эволюционная теория.

Обсуждение

Следует признать в силу наблюдаемости, что живые тела как естественный предмет обладают парадоксальным свойством, неразрешимым для типологического описания (классификация). Живые тела дискретны (уже в силу поголовной смертности), а признаки живых тел – непрерывны (индивидуальная форма текуча, по Гете; «веревка из песка»), их многообразие ни на какие группы, классы, таксоны и пр. нацело, без остатка не делится (остаются лишние живые тела с промежуточными признаками, делить которые нельзя по условиям морфологической задачи – индивид, не делимый). Мерономическая задача (выделение неперекрывающихся классов гомологических структур) оказывается невыполнима; типологическое описание, за счет неизбежной дискретизации многообразия необратимо искаляет структуру наблюдаемой индивидуальной изменчивости (мерон-таксономическое несоответствие, по Мейену). Неполнота исходных данных за счет их излишней редукции в ходе классификации делает все последующие спекуляции на их основе не корректными (не соответствующими реальности). Неправильные условия задачи ведут к ложной цели.

Чистые формы. Особенности геометрии живых тел проявляются в свойствах изменчивости их формы. В изменчивости форм пыльцы (близкой к наиболее полной симметрии сферы; точнее, симметрия четырех конъюгированных сфер постмейотической тетрады) наиболее полно проявлена их геометричность (правильные многогранники, Платоновы тела,

периодичность и непрерывность рядов). Существенное влияние на форму (расположение апертур) будущей пыльцы оказывает тип мейоза (сукцесивный или симультанный). В силу неполноты геометрии цветка (конус сферы) и листа (сектор круга), в их изменчивости преобладает комбинативность (зеркальность, изомерия), без сложной геометрии.

Наблюдаемые биологические формы могут быть описаны как чисто геометрические (чистые формы, по Д. Скиапарелли), что означает отсутствие у формы всех других свойств и смыслов (в том числе, и биологических: родство и наследование путем матричного копирования; приспособление, функциональность, целесообразность). Весь ансамбль изменчивости – ее непрерывные, полностью заполненные ряды, может возникать автоматически, в силу проявления геометрических свойств формы; стабильность, и изменчивость могут являться следствием одних и тех же причин, без необходимости введения дополнительной причинности.

Живые тела одного поколения связаны не причинно-следственными отношениями предок-потомок, а отношениями части и целого (целостность), что переносит акцент в представлениях о естественной причинности с действующей на формальную (возникновение формы связано не с потребностью в ней, а с ее потенциальным существованием). Результат возникновения эволюционной новизны – упорядоченная система параллелизмов, что позволяет предполагать существование системной причины. Однако, при исчерпывающей предметной полноте явления индивидуальной изменчивости (полной ясности из чего состоит, другого не бывает), системообразующий фактор остается неизвестен.

Новизна как творчество. Наблюдаемый результат предшествовавшей макроэволюции – высоко (геометрически) упорядоченная изменчивость. Современное многообразие форм оказывается упорядоченным целим, преформированным четкими закономерностями, что вовсе не предполагает новизны. Существует ли новизна в Природе? Мало что поясняет единственная доступная аналогия возникновения новизны – человеческое творчество (изобретение; свобода воли). По свидетельствам практиков этого делания, способных к саморефлексии, – автор не субъект творчества, а скорее медиум, проводник новизны, приходящей в виде целокупного образа. При этом источник упорядоченной новизны остается скрытым и автору неизвестным. Высокая упорядоченность современной изменчивости и длительность ее развертывания лишний раз подчеркивает редкость возникновения новизны, эмерджентных событий в эволюции (которые мы не умеем отличать от неучтенной сложности и случайности).

Макроэволюция и геометрия. В индивидуальной изменчивости современных растений (в одном поколении, одновременно) возникает полная система параллелизмов, типичные формы других неродственных таксонов. Типичная форма далекого рода (и вся система макроэволюционной изменчивости) может возникнуть в качестве отклонений сразу, за одну генерацию (без наследования и случайного муттирования), в силу одной

геометрии до и без участия каких-либо предполагаемых эволюционных событий (без постепенного и направленного развития в генеалогической линии; без отбора, вымирания промежуточных форм и дивергенции; без потребности, приспособления, функциональности, целесообразности). Индивидуальная форма возникает не в результате индивидуальной программы развития, унаследованной от предка, а является реализацией отдельных форм одной и той же целостной (непрерывной и упорядоченной) транзитивной (таксон-неспецифичной и рангово-независимой), надорганизменной системы параллелизмов. Индивидуальная форма не передается в генеалогической линии (наследование продуктов матричного копирования последовательности нуклеотидов предка), а строится каждый раз заново по законам формы, в силу одних геометрических свойств. Рядоположенность сопредельных форм не является последовательностью их генерации, не соответствует ни наблюдаемым стадиям онтогенезов, ни этапам предполагаемой филогенетической эволюции, а определяется только их геометрией (часть–целое).

Модели порождения. Использование представления о процессе усложнения форм путем их последовательной (направленной) трансформации (ортогенез, генезис) или представление об их постепенном расхождении (дивергенция, генеалогия) – не результат наблюдения, а приемы описания изменчивости ряда форм, делающие его «понятным» за счет внесения дополнительных смыслов, наперед сделанных (ненаблюдаемых) предположений о единстве дискретных форм и их направленном развитии (генезис, морфодинамика). Отсутствие границ индивидуальных форм (неопределенность, текучесть), позволяет описать возникновение изменчивости как трансформизм иного рода – наблюдаемое перерождение формы (метаморфоз, морфопластика).

Заключение

Какую теорию эволюции мы хотим? Возникновение наблюдаемой изменчивости (эволюция) связано с явлениями параллелизма, а не дивергенции (в отличие от параллелизмов, ненаблюдаемой в принципе). Претензии теории дивергенции на глобальность создают впечатление ее чрезвычайной успешности. Современные эволюционные представления, несмотря на разнообразие конкурирующих позиций, возникли на основе неполного морфологического описания (в силу типологической редукции, неизбежной при классифицировании) и из предзаданной целевой установки – объяснение дискретно-иерархической классификации (дивергенция как причина). Мы хотим, чтобы теория эволюции объясняла естественную систему сходств как результат родства или как систему классов живых тел (таксоны) и классов частей живых тел (мероны). Исследование показало, что наблюдаемая индивидуальная изменчивость (а другой не бывает) не содержит филогенетического сигнала. Проблема не в том, что мы не можем достоверно различить унаследованное сходство (гомогения) от сход-

ства, возникающего независимо (многочисленные виды гомологий и аналогий), а в том, что в обоих случаях мы имеем дело с одной и той же системой. Сложившаяся ситуация требует осознания (принятия) и более корректного теоретического освоения (осмысления) предметной области (задача фундаментального естествознания).

Теория параллельной эволюции, которая, в отличие от теории дивергенции, учитывает тонкости наблюдаемой (реальной) морфологии, но не служит естественно-научным обоснованием дискретно-иерархической классификации, не вызывает практической заинтересованности и аудитории не имеет. Вместо упорядоченной системы изменчивости в отклоняющихся формах видится результат повреждения, неблагоприятного воздействия условий окружающей среды, нарушения развития, уродство; их изменчивость описывается как флюктуационная асимметрия (генетическая ассимиляция, трансгрессия признаков, таксон-меронное несоответствие, гетерохрония). На этой основе придумываются различные методы оценки качества среды обитания и степени антропогенной нагрузки.

Хотя обсуждение геометрических аспектов изменчивости уходит далеко за рамки профессиональных возможностей специалиста по морфологии растений, это ничуть не снимает необходимости в постановке подобных задач перед узким специалистом, так как возможность ее решения критически зависит от осведомленности в предметной части. Разработка и практическое применение теории параллелизмов означало бы управление онтогенезом, что может иметь непредсказуемые негативные последствия.

The structure of individual morphological variability, or What should the theory of morphological evolution explain?

A.E. Pozhidaev

Komarov Botanical Institute RAS Saint-Petersburg, pae62@mail.ru

C.B. Мейен и его теория «тепличной» эволюции

И.А. Игнатьев, Ю.В. Мосейчик

Геологический институт РАН, Москва, ignatievia@mail.ru, mosseichik@mail.ru

Обсуждается концепция «тепличной» макроэволюции, выдвинутая С.В. Мейеном. По Мейену [1987, с. 306], «макроэволюционные эпизоды, приводящие к становлению надродовых таксонов, концентрируются в экваториальном поясе, преимущественно во влажных лесах. Отсюда сформировавшиеся таксоны мигрируют в эпохи потеплений во внеэкваториальные биоты (*фитоспрединг*), где они при похолоданиях или вымирают, или удерживаются, далее эволюционируя в узких таксономических пределах, давая новые виды, гораздо реже роды и очень редко надродовые таксоны». Понимаемый таким образом фитоспрединг является глобальным филогенетическим механизмом, обеспечивающим единство и фундаментальный монофилизм (на уровне порядков и выше) всей системы растительного мира.

На сегодняшний день мы располагаем достаточно детальными палеобиогеографическими реконструкциями для основных эпох позднего палеозоя, но надежных данных о подобных растительных миграциях из экваториальной зоны к полюсам в нашем распоряжении нет. Вопрос о том, существовал ли в действительности универсальный «мотор эволюции» («экваториальная помпа» в терминологии Ф. Дарлингтона), обеспечивающий монофилизм всей системы высших растений и генетическое единство системы фитохорий Земли, остается открытым.

Степень изученности ископаемых флор Земли и основных надродовых таксонов высших растений такова, что начиная с карбона (не говоря о силуре и девоне) в них остаются значительные пробелы, на закрытие которых в обозримом будущем рассчитывать не приходится. Надежно реконструированных трансsect, в рамках которых надродовой таксон возникал бы в экваториальной зоне, а затем расселялся за ее пределы, мы не знаем. В то же время становится все более очевидным, что места (территории) преимущественного возникновения надродовых таксонов, скорее всего, приурочены не только к экваториальному поясу, но и к некоторым другим широтным зонам. Их географическая приуроченность, скорее всего, обусловлена «периодическим законом географической зональности», сформулированным в 1956 году А.А. Григорьевым и И.И. Будыко. Согласно этому закону, в основе деления географической оболочки Земли лежат: 1) количество поглощаемой солнечной энергии, характеризуемое годовыми величинами радиационного баланса земной поверхности; 2) объем поступающей влаги, характеризуемый годовыми суммами осадков; 3) отношение количеств тепла и влаги, точнее радиационного баланса к количеству тепла, необходимого для испарения годовой суммы осадков. Последняя величина, именуемая *радиационным индексом сухости*, колеблется от 0 до 5. Эта величина трижды между полюсом и экватором проходит через значения, близкие к единице, что соответствует широтным зонам

с наибольшей биологической продуктивностью ландшафтов, где развиваются лесные экосистемы и, по всей видимости, наиболее интенсивны эволюционные процессы.

В растительном покрове современных материков им соответствуют биомы: 1) влажных экваториальных лесов, переходящих в светлые тропические леса; 2) дождевых вечнозеленых лесов субтропического пояса; 3) смешанных и широколиственных лесов умеренного пояса.

Можно предположить, что макроэволюционные эпизоды, приводящие к становлению надродовых таксонов, концентрируются в пределах именно этих широтных зон. При этом в реальной географии речь идет не столько о широтных климатических зонах, сколько о располагающихся в пределах этих зон более или менее изолированных друг от друга участках суши с исторически сложившимися на них ботанико-географическими общностями (фитохориями). Сформировавшиеся на этих участках суши таксоны при наличии миграционных путей и других благоприятных условий (не только при потеплении) могут распространяться за пределы материнских фитохорий, эволюционируя, в основном, на уровне видов и родов, реже – надродовых таксонов.

Фитохории, расположенные в природных зонах с наибольшей биологической продуктивностью и высокой интенсивностью эволюционных процессов, предлагается называть *системно значимыми* по отношению к общей системе фитохорий, а распространение за их пределы эволюционно продвинутых или иных таксонов – *иррадиацией* последних. Направления иррадиации определяются, прежде всего, особенностями географической матрицы (взаимным расположением материков и океанов, влиянием барьеров, наличием миграционных путей и др.), а не глобальным термическим градиентом и его колебаниями.

Таким образом, фитоспрединга как универсального источника и глобального механизма формирования разнообразия растительного мира на уровне высших таксонов, по-видимому, все же не существует. Вместо этого происходят локальные разнонаправленные «спрединги» (*иррадиации*), определяющие собой в целом мозаичную картину географии макроэволюции у высших растений и тем самым полифилетическое происхождение таксонов высшего ранга (вероятно, от класса и выше).

В отличие от фитоспрединга С.В. Мейена мы предлагаем называть такое представление о географии макроэволюции у высших растений концепцией *политопной иррадиации*.

Мейен С.В. География макроэволюции у высших растений // Журн. общ. биол. 1987. Т. XLVIII. № 3. С. 291–309.

S.V. Meyen and his theory of «greenhouse» evolution

I.A. Ignatiev, Yu.V. Mosseichik

Geological Institute RAS, Moscow, ignatievia@mail.ru, mosseichik@mail.ru

Модусы мормофункционального усложнения модульной организации растений

А.А. Нотов

Тверской государственный университет, Тверь, anotov@mail.ru

Комплексный анализ направлений и модусов мормофункционального усложнения сопряжен с различными аспектами и вопросами структурной эволюции. Среди них проблемы эволюционного прогресса и параллелизмов, уровней организации, способов мормофункциональной интеграции. Их изучение необходимо осуществлять с позиций концепции модульной организации, основанной на представлениях о существовании двух кардинально различных типов индивидуального развития живых существ. Особенно интересно выявление магистральных путей прогрессивного усложнения модульной организации у растений, которые смогли достичь максимальной для фототрофов степени структурно-функциональной дифференциации тела. У высших растений наиболее полно проявились специфические особенности структурной эволюции модульных организмов. Актуальна специальная оценка роли ключевых тенденций прогрессивного усложнения растений и выяснение перспектив дальнейших исследований.

Специфика структурной эволюции растений проявилась в характере реализации универсальных для всех групп организмов магистральных направлений прогрессивной эволюции, а также в масштабности проявления некоторых модусов, которые С.В. Мейен [1988] называл *нетривиальными*. Особую роль в мормофункциональном усложнении модульной организации играли псевдоциклические преобразования [Нотов, 2016].

Среди общих для унитарных и модульных организмов направлений структурной эволюции центральное место в формировании структурного разнообразия занимали процессы дифференциации и специализации. Эти преобразования осуществлялись на морфологическом и анатомическом уровнях. Растения отличаются исключительным уровнем параллелизма всех трендов дифференциации тела, которые реализовывались независимо во многих кладах на весьма различной структурной основе. У низших, и у высших растений все ключевые модусы были независимо представлены на базе многих типов морфологической организации и вариантов анатомии. При этом на основе одного варианта внутреннего строения возникали разные типы морфологической организации, а в пределах одного типа происходили аналогичные преобразования анатомического строения. Самые специализированные варианты смогли достичь большой сложности и у низших, и у высших растений. Общие механизмы формообразования проявлялись: 1) у клеточных и многоклеточных организмов, неклеточных форм; 2) во многих неродственных таксонах; 3) у разных бионтов (поко-

лений, стадий развития) в жизненном цикле (спорофиты и гаметофиты). Сходные этапы и алгоритмы морфофункционального усложнения и дифференциации отмечены у сифональных форм, многоклеточных организмов с сифонокладальной, нитчатой, паренхиматозной, псевдопаренхиматозной и тканевой организацией. В каждой из этих групп происходила независимо дифференциация на осевые и аппендикулярные элементы. Она обусловила формирование побеговидных структур и иерархически разветвленных систем осей.

При различных типах морфологической и анатомической организации (включая сифональную, паренхиматозную, псевдопаренхиматозную) дифференциация на осевые и аппендикулярные элементы привела к появлению побеговидных структур и иерархически дифференцированных сложно разветвленных систем осей. Побеговидные структуры встречаются в крупнейших классах и отделах водорослей. Внешне очень напоминающие побеги высших растений структуры распространены у некоторых видов родов *Caulerpa* Lamour., *Cystoseira* Ag., *Delesseria* Lamour., *Sargassum* Ag. У бурых и красных водорослей «листья» могут иметь жилки и быть многослойными. У некоторых видов *Sargassum* обнаружен сходный с высшими растениями филлотаксис и некоторые черты подобия в апексах [Linardic, Braybrook, 2017].

Среди нетривиальных модусов магистральным путем стала псевдоциклическая трансформация структур [Нотов, 2016]. Цикличность интеграции привела к сложной иерархической дифференциации тела и многоуровневой системе его структурных единиц.

Значительную эволюционную роль сыграл гомеозис. С ними было сопряжено появление различных основных специализированных органов и систем элементов, некоторых типов ветвления и ключевых групп жизненных форм, своеобразных архитектурных моделей. Феномены вивипарии, эмбриоидегенации, корнеотпрывковости стали основой для новых адаптационных и репродуктивных стратегий.

Многочисленные параллелизмы в усложнении модульной организации растений свидетельствуют о высокой степени канализованности преобразований. В соответствии с представлениями С.В. Мейена [1990, с. 8] «в морфологической эволюции высших растений значительно яснее проявляется номотетический аспект эволюционного процесса». Это повышает значимость детального изучения механизмов прогрессивной структурной трансформации тела в разных группах низших и высших растений. Такой комплексный анализ будет способствовать развитию эволюционной морфологии, концепции модульной организации и теоретической биологии в целом.

Мейен С.В. Нетривиальные модусы морфологической эволюции высших растений // Современные проблемы эволюционной морфологии. М.: Наука, 1988. С. 91–103.

Мейен С.В. Нетривиальная биология (заметки о...) // Журн. общ. биол. 1990. Т. 51. № 1. С. 4–14.

Нотов А.А. Псевдоциклические сходства и структурная эволюция модульных организмов // Изв. РАН. Сер. биол. 2016. № 3. С. 276–285.

Linardic M., Braybrook S.A. Towards an understanding of spiral patterning in the *Sargassum muticum* shoot apex // Sci. Rep. 2017. Vol. 7. Art. 13887.

Modes of morphofunctional complication of modular plants organization

A.A. Notov

Tver State University, Tver, anotov@mail.ru

Генетические основы активности и дивергентной эволюции растений (с учетом данных палеогеномики)

А.Б. Савинов

Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского,
Нижний Новгород, sabcor@mail.ru

Активность растения – это обусловленные его потребностями характер и интенсивность взаимодействия с окружающей средой (абиотической и биотической) [Савинов, 2015, 2024; Савинов, Никитин, 2017]. В этом аспекте активность растения по существу выражает его борьбу за существование [Савинов, 2024]. В онтогенезе растение проявляет множество видоспецифичных форм активности (взаимодействий), усиливая активность в отношении одних экологических факторов и ослабляя – в отношении других. Активность растений задается их управляющими подсистемами: генетической, гормональной, электрофизиологической, среди которых ведущей является генетическая подсистема [Полевой, 2001], хранящая наследственную информацию, управляющая синтезом биополимеров клетки, в частности ферментов.

На макроэволюционном уровне одним из важнейших генетически обусловленных событий было возникновение у растений одного из ароморфозов – устьиц, а последовавшая затем эволюция устьичного аппарата и произошедшая в ряде групп растений его редукция (частичная или полная) сопровождали дивергенции эмбриофитотов [Clark, 2023]. Палеогеномные исследования показали, что ряд генов основных замыкающих клеток устьиц, включая гены SPCH/MUTE, SMF и FAMA, появляется у общего предка эмбриофитотов, но затем устьица мохобразных претерпели редуктивную эволюцию параллельно с редуктивной эволюцией генов: еще у предка печеночников был утрачен ряд генов, ответственных за развитие и функции устьиц (FAMA, SMF, POLAR, EPF1, TMM, SLAC1) [Harris et al., 2020; Clark, 2023], поскольку *Hepaticophyta* преобразовали механизм газообмена и утратили устьичный аппарат.

Аналогичные явления сопровождали переход ряда групп цветковых растений в водные экосистемы. Это вызвало явления редукции устьиц и утраты соответствующих генов (TMM, BLUS1, EPFL9, EPF2, MUTE, SPCH) у всех Alismatales, а в ходе дивергенции этой группы редуктивная эволюция у них определялась также деградацией генов EPF1, CHX20, FAMA (у *Zostera*, *Posidonia*, *Cymodocea*), SLAC1 (у *Thalassia*, *Cymodocea*) [Clark, 2023; Ma et al., 2024]. Причем конвергентные редукции произошли в тех же семействах генов, что и у печеночников, также утративших устьичный аппарат [Clark, 2023].

В видеообразовании растений большую роль играют межвидовая гибридизация и полиплоидия [Родионов и др., 2020; Родионов, 2022, 2023;

Clark, 2023]. В геномах растений спонтанно и как реакция на действие экологических факторов возникают дупликации генов; амплификация их и мобильных элементов считается основным генетическим механизмом, обеспечивающим быстрый адаптивный ответ растений на вызовы внешней среды [Сергеева, Салина, 2011; Koo et al., 2018; Родионов, 2022]. Например, полагают, что дупликация генов и фракционирование генома явились факторами видообразования и экспансии злаков в эпоху существенного похолодания климата в конце мела [Zhang et al., 2022], а предусловиями для адаптации злаков к похолоданию было, во-первых, возникновение в геноме протозлаков (вследствие предшествующей полногеномной дупликации – WGD) особого семейства AP1/FUL-подобных генов *ful1*–*ful4* – основных регуляторов яровизации [Wu et al., 2017; Zhang et al., 2022; Родионов, 2022]; во-вторых, был важен сформировавшийся кластер генов факторов транскрипции CBF, повышающих устойчивость растений к низким температурам, засухе и солевому стрессу [Zhang et al., 2021; Родионов, 2022]. Белки-экспансины также явились модуляторами адаптации растений к стрессовым факторам, потому расширение семейства генов, кодирующих экспансины, также способствовало прогрессивной эволюции растений [Wang et al., 2024; Dabrowski, Isayenkov, 2025].

Согласно филогеномным исследованиям, важным фактором дивергентной эволюции растений является и горизонтальный перенос генов (ГПГ) между разными ветвями Plantae [Chen et al., 2021]. Предполагается, что благодаря ГПГ, растения-реципиенты приобретают защиту от патогенов, стрессовых факторов и более эффективную регуляцию световой сигнализации [Li et al., 2014; Ma et al., 2022]. Например, от роголистников к папоротникам был перенесен ген неохрома (особого фоторецептора), что позволило ряду папоротников (Cyatheales, Polypodiales) успешно диверсифицироваться в условиях низкой освещенности в экосистемах мела/палеогена [Li et al., 2014]. У цветковых растений обмен генами в филогенезе (в процессе диверсификации) отмечен между видами ряда групп злаков (Oryzoideae, Pooideae, Andropogoneae, Chloridoideae, Paniceae) [Hibdige et al., 2021]. При этом донорами многих генов были представители Andropogoneae, а реципиентами – в основном наиболее родственные им виды Paniceae. Выявлены переносы ретротранспозонов LTR (обусловливающих устойчивость растений к болезням) между видами *Vitis* и 21 другим видом растений из 14 различных семейств [Park et al., 2021]. Обсуждаются различные варианты ГПГ: посредством вирусных и бактериальных векторов, арбускулярных микоризных грибов, насекомых-фитофагов, переноса пыльцы близкородственных видов [Pereira et al., 2023].

Прогрессивную эволюцию многих групп Plantae инициировали также генетические диверсификации, обусловленные коэволюцией растений и других эукариот (например, насекомых и птиц, участвующих в опылении растений и распространении семян, эндофитных грибов и т.п.) [Val-

derrama et al., 2022; Sullivan et al., 2023; Frachon, Schiestl, 2024; Darragh et al., 2025].

Полевой В.В. Физиология целостности растительного организма // Физиол. раст. 2001. Т. 48. № 4. С. 631–643.

Родионов А.В. Тандемные дупликации генов, эуполиплоидия и вторичная диплоидизация – генетические механизмы видообразования и прогрессивной эволюции в мире растений // *Turczaninowia*. 2022. Т. 25. № 4. С. 87–121.

Родионов А.В. Эуполиплоидия как способ видообразования у растений // Генетика. 2023. Т. 59. № 5. С. 493–506.

Родионов А.В., Шнеер В.С., Гнитиков А.А., Носов Н.Н., Пунина Е.О., Журбенко П.М., Лоскутов И.Г., Муравенко О.В. Диалектика видов: от исходного единообразия, через максимально возможное разнообразие к конечному единообразию // Бот. журн. 2020. Т. 105. № 9. С. 835–853.

Савинов А.Б. Активность растений как фактор их эволюции в древней и современной биосфере // Палеоботанический временник. 2015. Вып. 2. С. 155–160.

Савинов А.Б. Активность и эволюция биосистем. Н. Новгород: ННГУ, 2024. 105 с.

Савинов А.Б., Никитин Ю.Д. Развитие представлений об активности растений, ее экологической роли и способах оценки в экосистемах // Принципы экологии. 2017. Т. 6. № 3. С. 20–39.

Сергеева Е.М., Салина Е.А. Мобильные элементы и эволюция генома растений // Вавиловский журн. генетики и селекции. 2011. Т. 15. № 2. С. 382–397.

Chen R., Huangfu L., Lu Y., Fang H., Xu Y., Li P., Zhou Y., Xu C., Huang J., Yang Z. Adaptive innovation of green plants by horizontal gene transfer // Biotechnol. Adv. 2021. Vol. 46. P. 107671.

Clark J.W. Genome evolution in plants and the origins of innovation // New Phytol. 2023. Vol. 240(6). P. 2204–2209.

Dabrowski S.A., Isayenkov S.V. Expansins in salt and drought stress adaptation: from genome-wide identification to functional characterisation in crops // Plants (Basel). 2025. Vol. 14. № 9. P. 1–17.

Darragh K., Kay K.M., Ramírez S.R. The convergent evolution of hummingbird pollination results in repeated floral scent loss through gene downregulation // Mol. Biol. Evol. 2025. Vol. 42. № 2. P. 1–16.

Frachon L., Schiestl F.P. Rapid genomic evolution in *Brassica rapa* with bumblebee selection in experimental evolution // BMC Ecol. Evol. 2024. Vol. 24. № 1. P. 1–7.

Harris B. J., Harrison C. J., Hetherington A. M., Williams T. A. Phylogenomic evidence for the monophyly of bryophytes and the reductive evolution of stomata // Curr. Biol. 2020. Vol. 30. № 11. P. 2001–2012.

Hibdige S.G.S., Raimondeau P., Christin P.A., Dunning L.T. Widespread lateral gene transfer among grasses // New Phytol. 2021. Vol. 230. № 6. P. 2474–2486.

Koo D.H., Molin W.T., Saski C.A., Jiang J., Putta K., Jugulam M., Friebel B., Gill B.S. Extrachromosomal circular DNA-based amplification and transmission of herbicide resistance in crop weed *Amaranthus palmeri* // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 2018 Mar 27. Vol. 115(13). P. 3332–3337.

Li F.W., Villarreal J.C., Kelly S., Rothfels C.J. et al. Horizontal transfer of an adaptive chimeric photoreceptor from bryophytes to ferns // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 2014 May 6. Vol. 111(18). P. 6672–6677.

Ma J., Wang S., Zhu X., Sun G., Chang G., Li L., Hu X., Zhang S., Zhou Y., Song C.P., Huang J. Major episodes of horizontal gene transfer drove the evolution of land plants // Mol. Plant. 2022. Vol. 15. № 5. P. 857–871.

Ma X., Vanneste S., Chang J., Ambrosino L., Barry K. et al. Seagrass genomes reveal ancient polyploidy and adaptations to the marine environment // Nat. Plants. 2024. Vol. 10. № 2. P. 240–255.

Park M., Sarkhosh A., Tsolova V., El-Sharkawy I. Horizontal transfer of LTR retrotransposons contributes to the genome diversity of *Vitis* // Int. J. Mol. Sci. 2021. Vol. 22. № 19. P. 1–16.

Pereira L., Christin P.-A., Dunning L.T. The mechanisms underpinning lateral gene transfer between grasses // Plants, People, Planet. 2023. Vol. 5. № 5. P. 672–682.

Pont C., Wagner S., Kremer A., Orlando L., Plomion C., Salse J. Paleogenomics: reconstruction of plant evolutionary trajectories from modern and ancient DNA // Genome Biol. 2019. Vol. 20. № 1. P. 1–17.

Sullivan T.J., Roberts H., Bultman T.L. Genetic covariation between the vertically transmitted endophyte *Epichloë canadensis* and its host Canada wildrye // Microb. Ecol. 2023. Vol. 86. № 3. P. 1686–1695.

Valderrama E., Landis J.B., Skinner D., Maas P.J.M., Maas-van de Kramer H., André T., Grunnder N., Sass C., Pinilla-Vargas M., Guan C.J., Phillips H.R., de Almeida A.M.R., Specht C.D. The genetic mechanisms underlying the convergent evolution of pollination syndromes in the neotropical radiation of *Costus* L. // Front. Plant Sci. 2022. Vol. 13. P. 1–24.

Wang Z., Cao J., Lin N., Li J., Wang Y., Liu W., Yao W., Li Y. Origin, evolution, and diversification of the expansin family in plants // Int. J. Mol. Sci. 2024. Vol. 25. № 21. P. 1–17.

Wu F., Shi X., Lin X., Liu Y., Chong K., Theissen G., Meng Z. The ABCs of flower development: mutational analysis of AP1/FUL-like genes in rice provides evidence for a homeotic (A)-function in grasses // Plant J. 2017. Vol. 89. № 2. P. 310–324.

Zhang H., Gong Y., Sun P., Chen S., Ma C. Genome-wide identification of CBF genes and their responses to cold acclimation in *Taraxacum kok-saghyz* // PeerJ. 2021. Vol. 10. P. 1–18.

Zhang L., Zhu X., Zhao Y., Guo J., Zhang T., Huang W., Huang J., Hu Y., Huang C.H., Ma H. Phylotranscriptomics resolves the phylogeny of pooidae and uncovers factors for their adaptive evolution // Mol. Biol. Evol. 2022. Vol. 39. № 2. P. 1–24.

Genetic basis of activity and divergent evolution of plants (accounting paleogenomics data)

A.B. Savinov

Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod, Nizhny Novgorod, sabcor@mail.ru

О роли растений в происхождении насекомых

Д.Е. Щербаков

Палеонтологический институт РАН, Москва, dshh@narod.ru

Насекомые – потомки водных ракообразных – вышли на сушу в середине палеозоя вслед за высшими растениями. Тогда на сушу еще не было сплошного растительного покрова, замедляющего эрозию, и континентальные водоемы, не имевшие постоянных водотоков и стабильных береговых линий, располагались в основном на приморских равнинах и быстро заполнялись осадками (равнинный пролювий [Твердохлебов, 2003; Пономаренко, 2012]). Река собирает воду и биогены со всего своего бассейна, поэтому речные долины были наиболее привлекательны для осваивавших сушу растений и животных. Само возникновение сосудистых растений, с прогрессивным развитием спорофита для лучшего рассеивания спор и с сокращением гаметофита, могло быть связано с адаптацией к нестабильным пролювиальным биотопам. То же справедливо и для разноспоровых и семенных растений, поскольку древнейшие мегаспоры и семена по большей части приспособлены к распространению водой [Красилов, 1972].

В рамках развиваемой автором концепции первые насекомые – прыгающие щетинохвостки *Archaeognatha* – являются потомками высших раков – палеозойских синкарид *Palaeocaridacea*. С выходом на сушу рачья реакция бегства (гребок хвостовым веером) превратилась у насекомых в прыжок с помощью удара брюшком по субстрату, в связи с чем последние сегменты груди были преобразованы в брюшные. Кроме того, у насекомых половые отверстия вместе с гоноподами сместились к концу брюшка. При этом гоноподы, у раков развитые только у самцов, у насекомых появились и у самок, образовав новый орган – яйцеклад – для откладки яиц в места, защищенные от высыхания и хищников [Щербаков, 2023; Shcherbakov, 1999, 2025]. С.В. Мейен рассматривал перенос признаков с одного пола на другой как особый модус морфологической эволюции и назвал его гамогетеропотией [Мейен, 1986, 1988].

Древнейшие известные археогнаты – *Monura* (карбон – триас; единственная девонская находка принадлежит монурам или неизвестной группе археогнат) были околоводными. Предполагают, что они жили на гелофитах и плавающих матах [Kukalová-Peck, 1987]. Монуры оставили многочисленные следы ходьбы и прыжков по илистым отмелям [Minter, Braddy, 2006]. Современные археогнаты откладывают яйца в щели между камнями или в почву с помощью тонкого гибкого яйцеклада. В отличие от них, яйцеклад у монур был массивным, видимо режущим, приспособленным для пропиливания тканей растений, как и у крылатых насекомых (*Pterygota*), что говорит о близости монур к предкам птеригот. Стебли и особенно спорангии растений были самым подходящим местом для от-

кладки яиц насекомыми в нестабильных пролювиальных биотопах [Omodeo et al., 1980]. Тесная связь с сосудистыми растениями, прежде всего с их генеративными органами, сформировалась у насекомых еще до приобретения полета.

Ротовой конус археогнат рассматривается как исходное состояние и для грызущих, и для сосущих ротовых аппаратов. Поэтому не удивительно, что уже среди древнейших птеригот много разнообразных форм с клювами и хоботками. Палеодиктиоптеры оставили следы проколов на семенах [Шаров, 1973]. Питание генеративными органами растений предполагается и для многих других групп палеозойских насекомых [Расницын, 1980].

Среди современных крылатых насекомых наиболее примитивны поденки. Развиваются они в воде, а крылатая взрослая стадия живет недолго и не питается. Это дает основания считать, что предки птеригот были связаны с водой еще теснее, чем монуры. Предполагается, что эти предки обитали на гелофитах и плавающих матах, при этом их личинки заходили и на погруженные части растений, а взрослые откладывали яйца в стебли и спорангии и, вероятно, питались ими [Kukalová-Peck, 1983]. Такие эфемерные и разобщенные биотопы, как водоемы на не закрепленной растениями суше середины палеозоя, вынуждали своих обитателей развивать способности к расселению. Крылатая фаза возникла у амфибиотических проптеригот как короткоживущая стадия для расселительного полета в еще не заросшем растениями и лишенном хищников воздушном пространстве [Omodeo et al., 1980]. Птериготы возникли в тафономически неблагоприятных условиях нестабильных водоемов, поэтому в ископаемой летописи они появляются только в середине карбона.

Красилов В.А. Палеоэкология наземных растений. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1972. 212 с.

Мейен С.В. Гипотеза происхождения покрытосеменных от беннеттитов путем гамогетеротопии (переноса признаков с одного пола на другой) // Журн. общ. биол. 1986. Т. 47 С. 291–309.

Мейен С.В. Нетривиальные модусы морфологической эволюции высших растений // Современные проблемы эволюционной морфологии. М.: Наука, 1988. С. 91–103, 212.

Пономаренко А.Г. Ранние этапы эволюции экосистем континентальных водоемов // Ранняя колонизация суши. М.: ПИН РАН, 2012. С. 92–119.

Расницын А.П. Происхождение и эволюция перепончатокрылых насекомых. М.: Наука, 1980. 192 с. (Тр. ПИН АН СССР. Вып. 174.)

Твердохлебов В.П. Равнинный пролювий – генотип аридных и субаридных зон // Изв. ВУЗ. Геология и разведка. 2003. № 1. С. 22–24.

Шаров А.Г. Морфологические особенности и образ жизни палеодиктиоптер // Доклады на 24 ежегод. чтении памяти Н.А. Холодковского. 1–2 апреля 1971. Вопросы палеонтологии насекомых. Л.: Наука, 1973. С. 49–63.

Щербаков Д.Е. Гомеозис, гетерохронии и изменения плана строения в эволюции артропод // Геном и план строения: метаморфозы и детализация на путях эволюции Metazoa. Серия «Гео-биологические системы в прошлом». Морфогенез в индивидуальном и историческом развитии. М.: ПИН РАН, 2023. С. 164–181.

Kukalová-Peck J. Origin of the insect wing and wing articulation from the arthropodan leg // Can. J. Zool. 1983 Vol. 61 P. 1618–1669.

Kukalová-Peck J. New Carboniferous Diplura, Monura, and Thysanura, the hexapod ground plan, and the role of thoracic side lobes in the origin of wings (Insecta) // Can. J. Zool. 1987. Vol. 65. P. 2327–2345.

Minter N.J., Braddy S.J. Walking and jumping with Palaeozoic apterygote insects // Palaeontology. 2006. Vol. 49. P. 827–835.

Modeo P., Minelli A., Baccetti B. On the phylogeny of pterygote insects // Boll. Zool. 1980. Vol. 47. Suppl. 1. P. 49–63.

Shcherbakov D.E. Controversies over the insect origin revisited // Proc. 1st. Intl Palaeoentomol. Conf. Moscow 1998. Bratislava: AMBA projects AM/PFICM98/1.99, 1999. P. 141–148.

Shcherbakov D.E. Ecdysozoa are descendants of Articulata // Invert. Zool. 2025. Vol. 22. P. 168–177.

On the role of plants in the origin of insects

D.E. Shcherbakov

Paleontological Institute RAS, Moscow, dshh@narod.ru

Воспоминание о будущем (диалог с С.В. Мейеном в 1980 году)

С.Г. Смирнов

*Московский центр непрерывного математического образования, Москва,
boris3204@yandex.ru*

СГС: Здравствуйте, Сергей Викторович! Я к вам приехал прямо из редакции «Знание – Сила». От нашего общего знакомого – Романа Подольского. Он меня опять соблазняет! Предлагает написать нечто всеохватывающее. Какой-то мультфильм из Истории Человечества. Составленный из стоп-кадров разных лет в разные века, причем интервал между кадрами равен 1000 лет! Я сразу отругал Романа: в такое дырявое решето провалится вся Владимирская Русь вместе с Золотой Ордой! Но он не унимается: «Начни с двух портретов человечества: при Октавиане Августе и при Владимире Крестителе. Дальше видно будет!»

Что вы думаете о такой авантюре?

СВМ: Я думаю, что редактор Подольский удачно сочетает в себе нахальство полузнайки со светлой верой, что всегда рядом найдется знайка: он все поймет и объяснит. Именно с такой подачи редактора А. Гангнуса начались мои журнальные очерки «Из истории растительных династий». Они вылились в удачную книжку. Возможно, и вас ждет сходная судьба?

СГС: Но Вы составляли популярную книгу из тех дерзких рассуждений, которые *не* вошли в вашу докторскую диссертацию!

СВМ: Возможно, так будет и с Вами? Я просто хотел понять, почему и как разные таксоны растений сменяли друг друга в очередных фло-рах на том или ином континенте Земли, в том или ином геологическом периоде.

СГС: Какой масштаб для хронологии вы выбрали с самого начала? Менялся ли он по ходу работы?

СВМ: Конечно, менялся! Шкала эр и периодов фанерозоя сейчас разработана хорошо. Даже в палеозое (то есть, по-нашему, в палеофите) легко различить биоценозы, захороненные с интервалом больше 10 млн лет. Если раскопки проведены добросовестно, то мы видим следы всех растительных семейств и очень многих родов той эпохи и региона. Например, мы знаем более четверти всех родов, живших одновременно в Ангариде (в будущей Сибири) или в Гондване (в будущей Африке).

Правда, легко спутать один род с другим – или даже одно семейство растений с другим, когда они оставили похожие следы. Не забывайте: нам – ботаникам – часто достается кусок древесины одного растения вместе с листвой от другого, корой от третьего и шишкой от четвертого!

Уточнение принадлежности фрагментов нередко занимает десятилетия! То ли дело у историков человечества!

СГС: Значит, шаг в 10 млн лет в биосфере Земли соответствует примерно одному веку в истории человечества!

Например, сравним первый и сотый годы в начале новой эры. Так мы прыгаем из эпохи Августа в эпоху Траяна. Из Парфии, уверенно расстрелявшей римское войско Красса в пустыне – в Парфию, из последних сил сопротивляющейся войску Траяна.

Или в тогдашнем Китае (он звался Чжун Го): из Смутного времени между Ранней и Поздней династией Хань – в эпоху торжества армии Хань над кочевыми хуннами.

Тогда дерзкий воевода Бань ЧАО направил своих разведчиков по Шелковому пути сквозь Иран навстречу Траяну – но они не добрались в Сирию. А в Европе тот же Траян успешно стравливал лесных германцев с галлами и даками, строил постоянный мост через Дунай – прежде чем прыгнуть в Азию и дойти до Евфрата, где римлян остановило отсутствие союзников.

СВМ: Нечто подобное много раз происходило в нашей биосфере. Но мы – ботаники, как правило, не умеем выделить силы, движущие эволюцию данного таксона в данном регионе и эпохе. Какие экологические катастрофы вызвали явную чехарду видов и родов в данном семействе – в том или ином регионе Ангариды, вдоль будущего Енисея?

СГС: Где мы с Вами давно побывали с разницей в 5 лет: Вы как студент-геолог, я как турист-школьник, едва прочитавший умную книгу Й.Аугусты и З.Буриана о приключениях ящеров в мезозое!

СВМ: Это было! Так вот: нет в палеозое и мезозое событий, датируемых с погрешностью меньше миллиона лет! Не было тогда на Земле геологов – летописцев, сравнимых с греком Плутархом, или с русским Нестором, или с чехом Аугустой!

СГС: Да, историки человечества привычны к меньшим масштабам и быстрому чередованию событий. Например, в 1378 году москвичи выиграли у ордынцев первую битву на реке Вожа. Через 2 года князь Дмитрий Донской одержал на Куликовом поле колossalную победу над темником Мамаем. А еще через 2 года незаметный ранее хан Тохтамыш, прикончив Мамая, внезапно громит Москву! Он сжег даже Кремль, недавно устоявший под ударом храброго литовца Ольгерда. Казалось бы: конец московскому величию!

Ан нет: через 8 лет буйный князь Дмитрий умер, уверенно передав великое княжение сыну Василию. Этому неяркому князю тот же хан Тохтамыш разрешил мирно взять под контроль Нижний Новгород. Лишь бы выплата русской дани Орде шла так же регулярно, как при Иване Калите! Ибо хан Орды увяз в безуспешной войне со своим бывшим спонсором – царем Тимуром из Самарканда. Так Москва уцелела в ряду важных держав Евразии.

СВМ: Вот: Вы видите или угадываете движущие силы разных перестроек государств или народов в рывках людских страстей либо в скачках адаптации сословий к окружающей их среде.

Рассматриваете ли Вы альтернативы к свершившейся цепи событий?

СГС: Да. Конечно! Тот же князь Ольгерд мог бы сделать языческую Литву лидером Восточной Европы – если бы он принял православное крещение и так возглавил Литовскую Русь, побеждая Орду и крестоносцев! На деле этого не случилось.

Судить о вероятностях того или иного исхода ни историки, ни математики пока не решаются. А Вы?

СВМ: Тем более! Вот есть у нас «отвратительная тайна»: так Ч. Дарвин назвал происхождение цветковых растений от неких голосеменных предков. Кто они были? Если они вымерли, то на кого из известных нам ботанических героев были похожи? На вымерших почему-то беннеттитов или на саговников, что сейчас процветают в тропиках? Или на реликтовое дерево гинкго: оно уцелело только в Китае, куда не дошло последнее оледенение?

Ни один палеоботаник не может сейчас угадать вероятный ответ.

СГС: А что Вам дали недавние успехи генетики? Ведь Ф.Крик и М.Ниренберг прочли алфавит ДНК!

СВМ: Вот именно: алфавит! А гены суть иероглифы, состоящие из сотен букв! Знание химической формулы гена мало помогает угадать его биохимические функции. Синтез какого белка он регулирует? Какой ансамбль генов, действуя совокупно, порождает конкретную ткань в организме? Биохимики и генетики не могут одни ответить на сей вопрос. А мы – палеонтологи работаем с отпечатками тканей или целых органов, утративших свою химическую суть при захоронении!

СГС: Да, между пониманием букв и иероглифов лежит смысловая пропасть. Историки и лингвисты умеют иногда перескочить такие пропасти по случайно сохранившимся мостам – билингвам.

Такой мост нечаянно навел царь Дарий в автобиографии, оставленной для богов на скале Бехистун. Один текст там повторен трижды: в арамейском алфавите и в иероглифах Аkkада либо Элама. В итоге лингвисты прочли мемуары многих царей в то время, как Грегор Мендель разбирался в автобиографии цветков и семян гороха.

СВМ: И много ли он понял о происхождении первых семян либо цветков? Хотя бы о том, что на Земле появилось раньше: семя или цветок? Хоть это мы теперь знаем: первые семена выросли на папоротниковых вайях еще в позднедевонских лесах! За 300 млн лет до первых цветков на ветвях деревьев мезозоя!

Вот и ищите причинные связи между этими чудесами!

СГС: Это звучит кошмарно. Но хоть в чем-то постижение генов растений выглядит проще, чем постижение иероглифов Шумера и Аkkада?

СВМ: Я вижу одну полезную разницу. Изучая геном живого растения, мы можем задать ему осмысленный вопрос на языке его генов. И увидеть ответ в форме какой-либо мутации – самого растения либо его потомков.

СГС: Как задать такой вопрос?

СВМ: Нужно составить любой набор букв в алфавите ДНК – и встроить этот отрезок в геном растения либо бактерии. Так уже удалось создать бактерии, синтезирующие нужный больному человеку инсулин.

СГС: Это единичная победа над одним иероглифом. Как можно ее размножить до понимания сотен или тысяч генов – иероглифов одного организма?

СВМ: Недавно появилась такая надежда. Удалые американцы Г. Балтимор и Д. Темин нашли дивный фермент по имени Ревертаза. Это имя опровергает одну догму, в которую верили Ф. Крик и Д. Уотсон. Будто передача квантов информации между молекулами ДНК и РНК возможна только в одну сторону. Будто инструкция идет из библиотеки (хромосомы) к исполнителю (рибосоме), а обратного хода сообщений нет.

Это неправда! Фермент Ревертаза приносит донесения разведчиков из внешнего мира в библиотеку ДНК и записывает там.

Вероятно, длинные нити ДНК в хромосомах растений выросли из таких донесений за последний миллиард лет. Что перед этим архивом кирпичная библиотека царя Ашшурбанапала! Ей ведь от роду меньше сорока веков?

Я не ошибаюсь?

СГС: Нет, Вы правы. Так в чем же нерешенная проблема нынешних биохимиков и генетиков?

СВМ: В массовом и быстром синтезе молекул Ревертазы. Овладев этим сырьем, микробиолог (а за ним и ботаник) смогут быстро задавать геному простого или сложного организма много вопросов – все более четких, понятных и умных.

Есть ли в тебе такой ген – или его нет? Если он есть, но не проявляет себя, то что его блокирует? Как можно снять такой блок – или поставить его, если этот ген вызывает гибель потомства? И так далее, – по мере разумения человека-дознавателя.

СГС: Это заманчиво! Какие темпы эволюции самих эволюционистов и их подмастерьев Вы предвидите в близком будущем?

СВМ: Открытие Ревертазы совершилось 10 лет назад. Еще лет 10 – и синтез ревертазы станет не сложнее и не дороже, чем синтез мелких алмазов. После такого успеха генетики обратятся в каллиграфов и лингвистов. Они будут выписывать по буквам длинный геном Человека и Дрозофилы – хотя бы ради получения премий Нобеля по химии или медицине.

Дальше придет черед понимания смыслов разных отрезков нити ДНК. Как она росла в бульоне-Океане, в зависимости от успехов либо неудач тех организмов, которые она порождала?

Так идет обратный поток информации на другом стыке цепи: между продуктами работы РНК (белками, тканями, органами) и содержимым библиотеки ДНК в ядре клетки зародыша.

СГС: Так Вы предсказываете будущее Ваших ученых коллег: стать писцами и редакторами вечной библиотеки ДНК, воплощенной в нынешней, прошлой и будущей биосфере Земли?

СВМ: Не только это! Мы разглядели внутри живой клетки наших неодушевленных коллег: малые молекулы РНК. Они давно работают в библиотеке ДНК, как роботы-ассистенты. Скоро они дождутся нашего с ними сотрудничества – и, возможно, нашего воспитания новых видов внутриклеточных роботов.

Тут нам пригодится наш опыт воспитания умных студентов из диких абитуриентов. Вы же давно ставите такой опыт над школьниками!

СГС: Поэтому вы предлагаете мне соучаствовать в авантюре гражданина Подольского?

СВМ: Ну, конечно! Сначала Вы составите отдельные главы необычного учебника истории человечества – в форме стоп-кадров его развития. Потом Вы найдете оптимальную россыпь кадров и интервалов между ними – длиною не больше одного века, как вы сами говорили.

Так получатся 30 или 40 глав: это труд для Вас посильный. Дальше Вам придется отлаживать этот новый учебник, работая с активными подростками. При этом каждая глава обрастет задачами. Вы давно умеете придумывать их в математике – значит, вы сумеете это делать и в Истории!

СГС: Вы правы. Уже работает осенний Турнир имени М.В. Ломоносова, где школьеры могут в один день решать задачи по математике и физике, по астрономии и географии. Биология там тоже есть – пока описательная. Почему бы не добавить Историю Человечества – и Историю Биосферы?

СВМ: Пока нам с Вами этого не разрешают чиновники от образования. Но если в СССР случится новое потрясение – вроде первого искусственного спутника Земли, или ХХ съезда партии – тогда и для нас открываются новые ворота. Надо быть к этому готовыми!

СГС: Тогда Вас выберут в академики – а я стану автором задачников по Истории?

СВМ: Не спешите разглашать Ваши мечты! Они подобны плодам с будущего дерева. Его нужно сажать и растить сейчас – тогда Вы или ваши ученики вкусят его плоды и посадят свои деревья в нашем общем саду.

Главная наша задача – вовремя подать добрый пример. И сделать его заразительным для молодежи. И делиться такими примерами между собой.

Эта работа перестроит эволюционную биологию похлеще, чем чтение царских архивов Дворечья изменило работу историков.

Вряд ли мы с Вами доживем до такой работы – но наши ученики доживут наверняка. Вот и нам задача: чему и как их нужно учить сейчас, чтобы они оказались дееспособны в науке 21 века? Очень хочется увидеть среди них новых Крика и Уотсона!

* * *

Через 7 лет после этой беседы С.В. Мейен умер. Но перед этим он успел опубликовать свои «Основы палеоботаники» по-русски и по-английски.

Тогда же задачи по Истории появились на турнире имени М.В. Ломоносова.

Первый школьный задачник по истории Древности, Средних веков и допетровской России был напечатан в 1992–1995 годах.

Remembering the future (dialogue with S.V. Meyen in 1980)

S.G. Smirnov

*Moscow Center for Continuous Mathematical Education, Moscow,
boris3204@yandex.ru*

Эстетика как фактор обучения

Е.Л. Сумина

*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва,
stromatolit@list.ru*

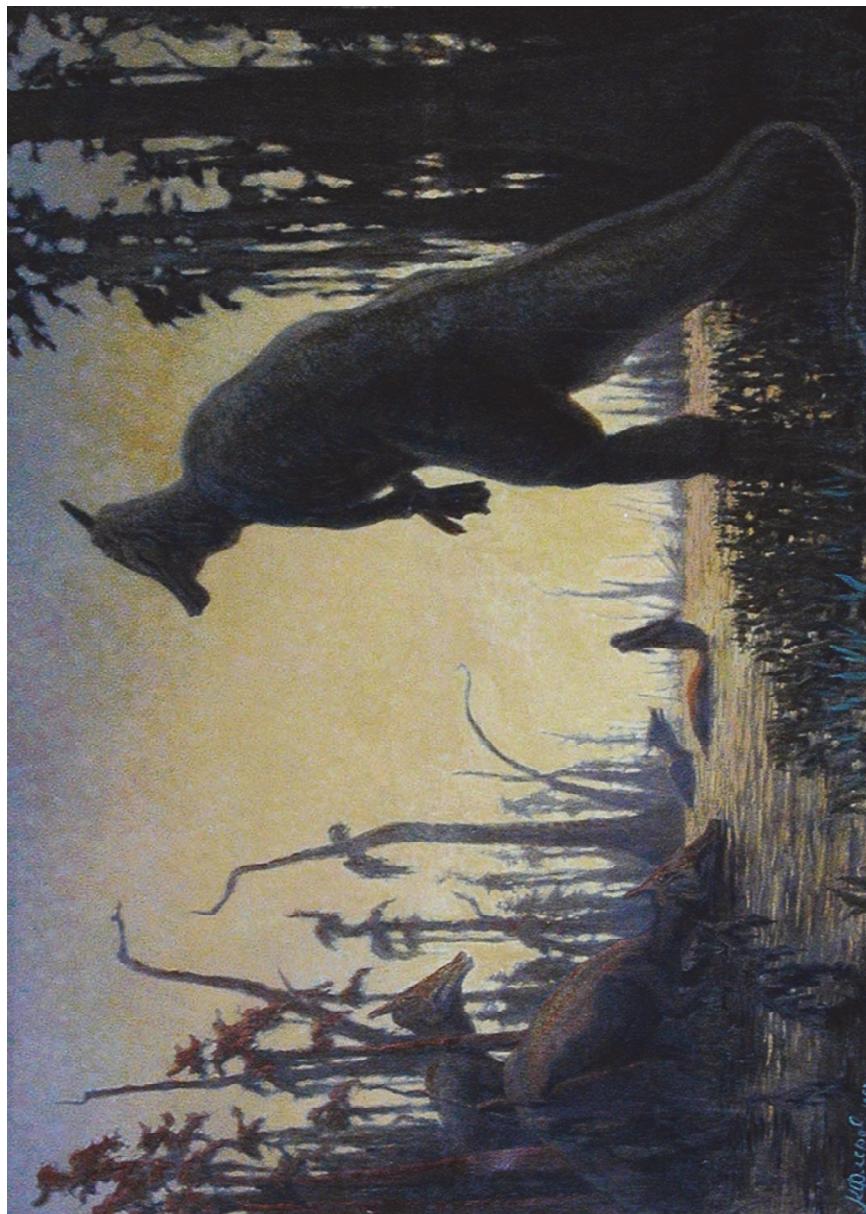
Представляется, что красота растений – факт самоочевидный. Их «тонкость», изящество, своеобразная «ломкость», видимо, объясняются автотрофным типом питания, по сравнению с большинством гетеротрофных животных. Изящная форма у организмов возникает, когда они перехватывают поток ресурса, равномерно распределенный по площади. У растений – это свет, а у животных, например, мшанок, кораллов, сидячих полихет – поток планктона и детрита, которые несет течение. У пера птиц та же функциональная логика – достижение максимальной площади при минимуме затрат материала. Здесь можно вспомнить ботанические термины «перо», «перышко», «вайя» (которая имеет перистую форму). Видимо, с этим и связано эмоциональное восприятие облика соответствующих организмов.

Линейные или овальные формы листьев, «воздушность» при любом расположении жилок, преобладание плоских поверхностей – все это вызывает чувство эмпатии и доставляет эстетическое удовольствие.

Эти естественные черты растений могут быть использованы в качестве дополнительной мотивации в обучении. Практические занятия по курсу «Палеоботаника» как никакие другие разделы палеонтологии дают студентам возможность своими руками создать художественный объект, обладающий свойством придать дополнительный стимул к знакомству с ископаемыми растениями и первоначальному их изучению. Формальные требования курса неожиданным образом превращают набор обязательных к зарисовыванию образцов в объекты личного эстетического удовольствия, которое невольно передается остальным членам студенческой группы. Красиво изображенные образцы теряют свойство «обязательных», «посторонних» и приобретают свойство сознательно выбранных, которые хочется исследовать дальше, что неизбежно ведет к более тщательному их рассматриванию, вниманию к деталям, желанию узнать их наименование и понять функциональный смысл, сравнению разных систематических групп. Эти первоначальные элементарные сведения могут побудить студента к поискам закономерностей эволюции растений, к знакомству с тем, что сделано предшествующими исследованиями.

Да и за пределами курса, и даже обучения в целом это продолжает играть свою просветительскую роль – любое, что студент выберет в дальнейшем, будет интересно, и усилия по его изучению приведут не только к раскрытию новых качеств исследуемых объектов, но, в итоге, и к раскрытию самого себя.

К тезисам Е.Л. Суминой



Зауролоф (поздний мел Монголии). Картина К.К. Флерова.

К тезисам Е.Л. Суминой



Папоротниковые растения позднего палеозоя. Реконструкция С. Гранд-Эри
(*Grand'Eury C. Flore carbonifère du département de la Loire et du centre de la France //*
Mém. present. par div. sav. à l'Acad. des Sci. de l'Inst. de France. 1877. T. XXIV. № 1)

Примерами понимания красоты растений может служить деятельность некоторых выпускников кафедры палеонтологии МГУ, выбравших своей специальностью палеоботанику.

Выпускник кафедры 1958 года С.В. Мейен чувствовал и ценил красоту растений, и умел передать это в своих, строго научных, работах. Если просмотреть одни только заголовки его статей, бросается в глаза отсутствие стандартных академических формулировок, за которыми трудно было бы уловить образ. А образность, как известно, используется для выражения понятия красоты. Тем более для исследований, выводящих на крупные обобщения, где образность является едва ли не главным рабочим инструментом [Мейен, 2001].

Выпускник кафедры 1950-х годов, сотрудник Геологического института АН СССР И.Н. Крылов тоже известен как ценитель красивого. Сам будучи художником, он занимался строматолитами. Постройки строматолитов не лишены изящества, а происхождение их, как известно, также связано с фотосинтезом. Возможно, изобретенный им и примененный к строматолитам метод «графического препарирования» позволил Крылову разглядеть в этих «пыльных валунах» большой эстетический потенциал. Это ощущение стоит за всеми его сугубо научными выводами [Крылов, 1975; Игорь Николаевич Крылов..., 2015].

Отношение к растениям, в том числе, как к самостоятельному источнику красоты, видно в подборе и подаче материалов в издании «*Lethaea rossica*. Российский палеоботанический журнал». Ю.В. Мосейчик, выпускница 2001 года, занимаясь дизайном оригинал-макетов всех выпусков журнала, подбирает иллюстрации и другие детали оформления так, что обложки вызывают ассоциации со шкатулками, внутри которых – палеоботанические сокровища, что на самом деле так и есть (например, тома 2013, 2016, 2018 годов выпуска). Изящество оформления закономерно переходит в то, что под обложкой.

Выпускник кафедры 2011 года Д.А. Мамонтов не только занимается спорами палеозойских растений, но и «выводит в мир» их удивительную красоту, принимая участие в конкурсах научной фотографии «Наука – это красиво» и «Снимай науку!» и занимая призовые места (<https://news.rambler.ru/tech/53166402-zagadka-yantarya-iskopаемaya-spora-paporotnika-i-rabota-vulkanologov-fotokonkurs-snimay-nauku-podvel-itogi/>).

И, конечно, нельзя не упомянуть источник нашего общего вдохновения, наших детских впечатлений – произведения грандов палеонтологической живописи – В.А. Ватагина, К.К. Флерова, З. Буриана, а из современных – научного иллюстратора М. Парриш с ее великолепными, художественно и научно выверенными изображениями палеоландшафтов, тех, кто развивал палеонтологическое направление в живописи, демонстрируя эстетику «ископаемой жизни». Созданные ими и воспринятые нами «миры» не могли не повлиять на выбор профессии – эти сюжеты мотивирова-

ли, учили мечтать, определили наши «пути в незнаемое», и доставляют удовольствие и теперь.

Поэтому стремление раскрыть научный потенциал растений через их красоту представляется совершенно естественным подходом при освоении палеоботаники. Ископаемые растения, демонстрируя контраст между их собственным изящным строением и грубой фактурой камня, сами являются своеобразным художественным приемом природы.

Представляется оптимальным, чтобы обучение начиналось с эмоциональной привлекательности объектов, которая дает возможность студентам воспринять «образовательный» материал сначала в качестве неделимого образа. А уже созданный образ позволит, не теряя целостности как самого объекта, так и его восприятия, расчленить объект на части для дальнейших исследований с сохранением всех естественных связей.

Мейен С.В. Листья на камне. М.: ГЕОС, 2001. 492 с.

Крылов И.Н. Строматолиты рифея и фанерозоя СССР. М.: Наука, 1975. 243 с.

Игорь Николаевич Крылов (1932–1990) // *Lethaea rossica*. Российский палеоботанический журнал. 2015. Т. 11. С. 95–108.

Lethaea rossica. Российский палеоботанический журнал. 2013 Т.8.

Lethaea rossica. Российский палеоботанический журнал. 2016. Т.13.

Lethaea rossica. Российский палеоботанический журнал. 2018.Т. 16.

Aesthetics as a learning factor

E.L. Sumina

Lomonosov Moscow State University, Moscow, stromatolit@list.ru

Сергей Викторович Мейен и его вклад в развитие палеоботаники на севере европейской части России

С.К. Пухонто

*Государственный геологический музей им. В.И. Вернадского РАН, Москва,
s.pukhonto@sgm.ru*

Большая часть территории Северо-Востока европейской части России занята отложениями пермской угленосной формации. Отличительной особенностью пермских отложений является наличие в них многочисленных ископаемых растений, состав которых определяется положением этой территории в северо-западной части Ангарской палеофлористической области, где наряду с типичной ангарской флорой присутствуют растения, характерные для более южных районов Приуралья и отдельные элементы евразийской флоры. Изучение ископаемой флоры было первостепенной задачей, так как это позволило бы установить возраст местных стратиграфических подразделений и синонимику угольных пластов, составить стратиграфические локальные и региональные схемы, а также провести корреляцию между угленосными районами Печорского бассейна, Печорского Приуралья и угольными бассейнами России.

В развитие палеоботаники северных территорий России внесли свой вклад многие известные специалисты: М.Д. Залесский, Е.Ф. Чиркова, Н.А. Шведов, Х.Р. Домбровская и другие. С 1944 года пермская флора Печорского бассейна изучалась Марией Фридриховной Нейбург (1894–1962), доктором геолого-минералогических наук, ведущим российским палеоботаником, сотрудницей Геологического института АН СССР. Ею были опубликованы работы, в которых приведено детальное описание многих видов растений, характеризующих пермские угленосные отложения, выяснено стратиграфическое значение этих растений. Предложен вариант определения возраста крупных стратиграфических единиц. Безвременная кончина М.Ф. Нейбург не дала ей возможность закончить работу над монографическим изданием «Пермская флора Печорского бассейна», значение которой трудно переоценить. Первая часть монографии, содержащая описание плауновых и гинкговых, вышла из печати в 1960 году. Вторая часть, посвященная членистостебельным и подготовленная к печати, была выпущена в свет в 1964 году ближайшим учеником Нейбург – С.В. Мейеном, продолжившем ее работы по верхнепалеозойской флоре. Третья часть монографии, самая объемная, была посвящена кордaitовым, войновскисевым и семенам голосеменных и представляла собой неоформленную рукопись. Подготовил материал к изданию в 1965 году все тот же Сергей Викторович Мейен. С этого времени он проявлял повышенное внимание к развитию палеоботаники в Печорском бассейне и Печорском Приуралье.

Сергей Викторович Мейен (1935–1987), выдающийся российский ученый, доктор геолого-минералогических наук, геолог, палеоботаник, стратиграф оказал большое влияние на развитие палеоботаники в Печорском крае в восьмидесятые годы прошлого столетия. Он был не только постоянным куратором воркутинских и сыктывкарских палеоботаников, но и создал Школу отечественных палеоботаников, которая продолжала существовать много лет после его ухода из жизни.

В своих работах Сергей Викторович сформулировал основополагающие принципы флористических исследований вообще и Печорского Приуралья в частности («Кордайтовые верхнего палеозоя...», 1966 г.; «Палеозойские и мезозойские флоры Евразии...», 1970 г.). Проводимые им коллоквиумы во многом помогли воркутинским палеоботаникам и стратиграфам разобраться в стратиграфии пермских угленосных отложений Уральского региона.

Благодаря Мейену при проведении определительских работ применялся разработанный им метод микроструктурного анализа, что в значительной степени повысило их эффективность. Были установлены новые таксоны ископаемых растений, выяснено их стратиграфическое значение и определена синонимика основных угольных пластов. До 1977 года Печорский бассейн во всех работах фигурировал как Субрегион со своей местной стратиграфической схемой. Используя разработанную нами «печорскую методику» и кутикулярный анализ, предложенный Сергеем Викторовичем, в Печорском бассейне выделено свыше 20 маркирующих горизонтов и слоев с флорой. Благодаря этому установлен возраст местных стратиграфических подразделений, привязанных к Унифицированной стратиграфической схеме Урала и Общей Восточно-Европейской и Международной стратиграфическим шкалам, что позволило пересмотреть прежние представления о Печорском бассейне как Субрегионе. На 3 и 4 Уральских стратиграфических совещаниях (1980–1994 гг.) были приняты унифицированные и корреляционные схемы Урала, куда Печорский бассейн был включен на общих основаниях. Толчком ко всем этим работам послужило предложение Сергея Викторовича участвовать в Международной программе «Корреляция угленосных формаций», в которой он отвечал за раздел «Стратиграфия». Она предусматривала определенную этапность работ: изучение стратотипических разрезов местных стратиграфических подразделений, изучение опорных разрезов по месторождениям бассейна, выделение флористических маркирующих горизонтов и слоев с флорой и прослеживание их на площади, корреляцию с соседними районами и со стратотипическими разрезами ярусов перми Урала и Русской платформы. Без помощи и поддержки С.В. Мейена осуществить такую работу было бы практически невозможно.

Усовершенствование стратиграфических схем Печорского бассейна и Печорского Приуралья и корреляция с Общей и Международной стратиграфическими шкалами продолжается и в настоящее время (с 2004 г.). По-

лученные новые материалы по переводу деления пермской системы на трехчленное деление были приняты Межведомственным стратиграфическим комитетом РФ в 2006 году. Позднее были проведены сопоставления по флоре с Новой Землей, Кузбассом, Дальним Востоком, Таймыром...

Сергей Викторович Мейен оставил о себе яркую, добрую память не только как выдающийся ученый, но и как доброжелательный и открытый человек, стремящийся поднять значение палеоботаники для геологии на большую высоту.

Sergey Viktorovich Meyen and his contribution to the development of palaeobotany in the north of European Russia

S.K. Pukhonto

Vernadsky State Geological Museum RAS, Moscow, s.pukhonto@sgm.ru

ПАЛЕОБОТАНИКА И ПАЛИНОЛОГИЯ В СТЕНАХ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА РАН

(к 70-летию лаборатории палеофлористики)

История и будущность палеоботаники в Геологическом институте РАН

И.А. Игнатьев

Геологический институт РАН, Москва, ignatievia@mail.ru

Лабораторию палеофлористики Геологического института РАН создал в 1955 г. директор института академик Н.С. Шатский (1895–1960). Он назвал свое детище «Отдел (позднее – лаборатория) палеоботаники и стратиграфии континентальных отложений» и сам сформулировал его основную задачу: «Ископаемые флоры СССР как основа стратиграфии преимущественно континентальных толщ». Лаборатория должна была действовать в русле выдвинутого Шатским и поддержанного на уровне Правительства СССР крупного исследовательского проекта по изучению структурных закономерностей размещения полезных ископаемых на территории СССР. Заведующим лаборатории Шатский назначил недавно защитившего докторскую диссертацию В.А. Вахрамеева (1912–1986), предотвратив его переход в кресло заведующего палеоботанической лаборатории Ботанического института АН СССР (ныне РАН) на место скончавшегося к тому времени А.Н. Криштофовича (1885–1953) [Ахметьев, 2002].

В составе новой лаборатории Шатский объединил все дееспособные палеоботанические силы ГИНа, до того разбросанные по разным его подразделениям. Кадровое ядро лаборатории составили известные специалисты, в их числе, палинологи Н.А. Болховитина (1915–1997), Е.Д. Заклинская (1910–1990) и Н.С. Наумова (1902–1972), палеоботаник М.Ф. Нейбург (1894–1962), палеоальзоголог В.П. Маслов (1891–1968). Это позволило сразу включить лабораторию в работу. Эти же люди должны были обучать и на первых порах курировать работу набиравшихся молодых сотрудни-



Н.С. Шатский

ков. Они же выступали экспертами по вопросам технического оснащения лаборатории, внедрения новых методик и направлений исследования. Для этого Шатский специально с ними советовался. И даже однажды отделил стенкой половину своего директорского кабинета под устройство лабораторного помещения для новейших в то время палеоботанических методик. Он был романтик и человек самоотверженный.

Плоды не заставили себя долго ждать. Вскоре В.А. Вахрамеев выдвинул свой проект палеофитогеографической и стратиграфической направленности, итогом которого стала фундаментальная коллективная монография «Палеозойские и мезозойские флоры Евразии и палеофитогеография этого времени» [Вахрамеев и др., 1970]. Основными исполнителями этой «программы Вахрамеева» стали, помимо него самого, С.В. Мейен (основной теоретик проекта), специалист по триасовым флорам И.А. Добрускина и Е.Д. Заклинская.

Недолгий период с 1970 по 1986 годы был периодом наивысшего расцвета палеоботаники в ГИНе, когда сотрудниками лаборатории были получены фундаментальные результаты в области изучения палеозойских и мезозойских флор нашей страны (подробнее см. [Ахметьев, 2006; К 50-летию..., 2006; Сборник..., 2002]). Вокруг С.В. Мейена и В.А. Вахрамеева начали складываться группы учеников и последователей, которые можно рассматривать как формирующиеся научные школы (см. рисунок). Бессменным заместителем главы лаборатории палеофлористики в этот «героический» период ее развития был С.В. Мейен (1935–1987).

С начала 1980-х годов усилиями, прежде всего, С.В. Мейена началась идеяная подготовка к переходу от составления статичных схем палеофлористического районирования для основных эпох фанерозоя к изучению флорогенеза – закономерностей исторической динамики флор геологического прошлого (см. [Вахрамеев, Мейен, 2002; Мейен, 2002a]; Приложение). К 1985 году С.В. Мейен сформулировал свою известную концепцию «фитоспрединга», выдвинув гипотезу о глобальном географическом механизме эволюции флор и надродовых таксонов высших растений [Мейен, 1987]. Но этим масштабным планам не суждено было осуществиться...

Последовавший после добровольного ухода с должности заведующего В.А. Вахрамеева (май 1986 г.) и безвременной кончины сменившего его на этом посту С.В. Мейена (30 марта 1987 г.) период в истории лаборатории может быть охарактеризован как *кризисный*. Начало его пришлось



В.А. Вахрамеев

на горбачевскую «перестройку» и последующие политические пертурбации, приведшие глубокому кризису всей советской науки. Но были и другие, «локальные» причины, сыгравшие не менее, если не более значительную роль. И первая из них – честолюбивые амбиции и упрямое самовыдвижение на должность завлаба М.А. Ахметьева (1935–2020).

В отличие от высокого интеллектуала-энциклопедиста, признанного теоретика и вице-президента Международной организации палеоботаники С.В. Мейена, М.А. не был бесспорным научным лидером в своей области, а человеческий его авторитет в глазах многих сотрудников лаборатории выглядел величиной скорее отрицательной. Не являлся он и близким соратником, продолжателем курса прежнего руководства лаборатории. В.А. Вахрамеев считал его человеком за пределами морали и предпочитал не иметь с ним дела, а С.В. Мейен – недалеким стратиграфом и, к тому же, человеком неуравновешенным. Как у потенциального руководителя у М.А. была одна идея, правда, не имеющая прямого отношения к палеофлористике и несравнимая по глубине и масштабу с планом перехода к изучению флогогенеза или концепцией фитоспрединга С.В. Мейена.

Мысль, которую М.А. Ахметьев хотел воплотить в жизнь на посту заведующего было развитие стратиграфических исследований мезокайнозойских отложений с использованием микрофоссилий группы динонцист. Себя он видел ведущим теоретиком и организатором этого направления, негласным членом дирекции ГИНа и официальным представителем в международных стратиграфических комитетах и комиссиях.

В своем панегирике ушедшему из жизни В.А. Вахрамееву С.В. Мейен писал: «Лаборатория не должна только обслуживать интересы своего лидера, ее сотрудники должны иметь высокую степень самостоятельности в выборе исследовательских тем и высокую степень свободы в выборе средств для достижения целей. Хороший руководитель лаборатории может вдохновлять своих сотрудников на выбор тематики и методов работы, но он лишает лабораторию будущего, если становится диктатором или просто недостаточно стремится поднять своих сотрудников до максимально высокого уровня, который только и может обеспечить сочетание разумной инициативы с высшим потенциалом творчества. Именно такую установку В.А. Вахрамеев в общем сумел создать в лаборатории. Мы ему за это благодарны, так как жили насыщенной творческой жизнью. Мы ему благодарны вдвойне, ибо ни одному из нас он не искривил линии жизни, насилиственно подчиняя ее своим интересам, а, наоборот, помогал, поощрял, советовал, когда мы в этом нуждались. Наш долг – сохранить эту атмосферу в лаборатории» [Мейен, 2002б, с. 62]. Говоря это, С.В. Мейен как будто предвидел последующие события!

М.А. далеко не обладал такими способностями мудрого руководителя. Он был неглуп, но не мог совладать со своим характером. В лаборатории сторонников у его идеи не было. Не находя поддержки внутри коллектива, М.А. позволил себе идти к своей цели путем интриг и админи-

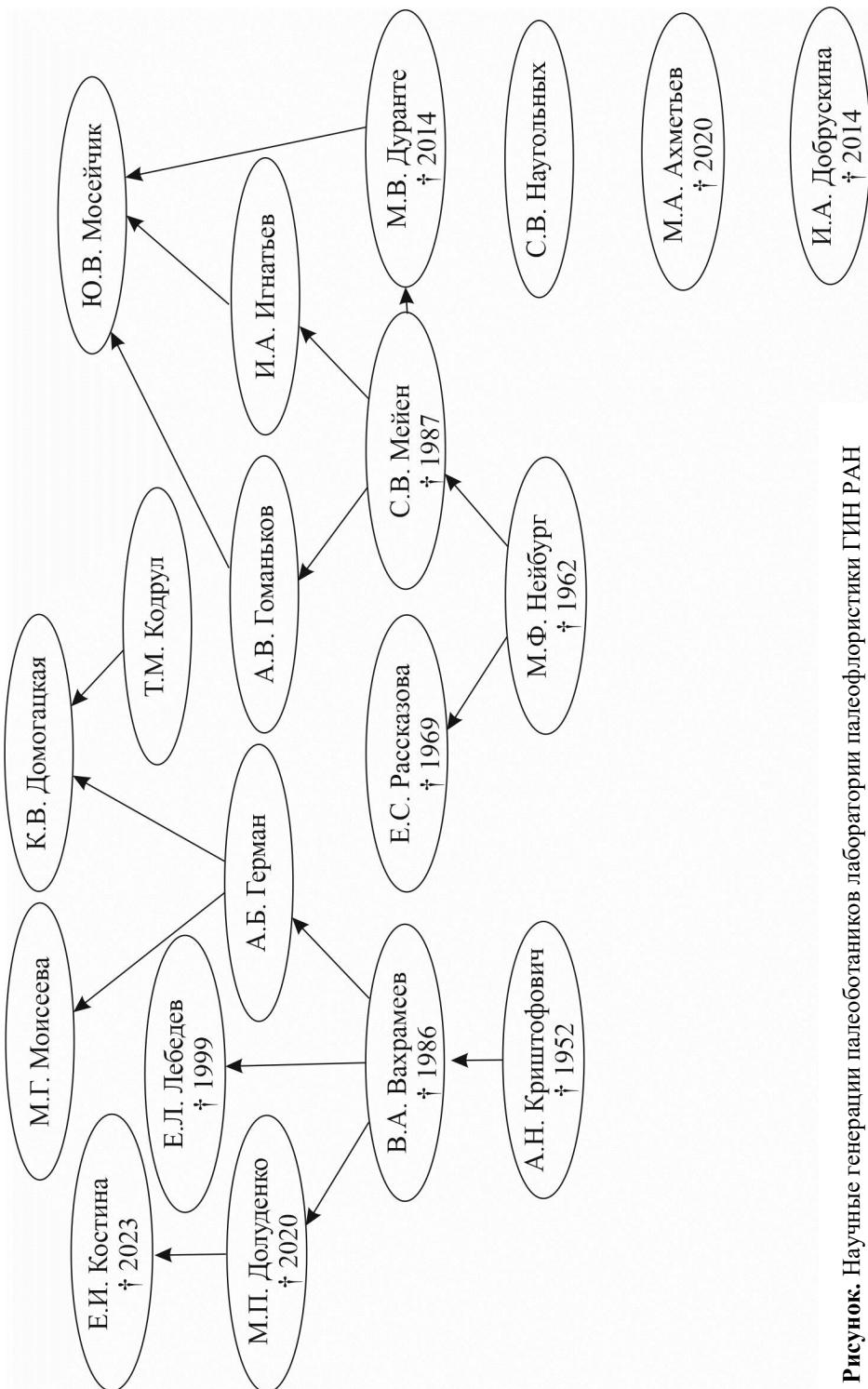


Рисунок. Научные генерации палеоботаников лаборатории палеофлористики ГИН РАН

стративного давления, одним из результатов которого стал уход из лаборатории перспективных молодых сотрудников (Е.В. Зырянов, р. 1961). Появились «совместители», работавшие в других городах. При этом М.А. излишне плотно пытался направлять и контролировать работу тех, кого ему удалось «посадить» на диноцисты. Они должны были добывать материал для его собственных стратиграфических обобщений и проводить его директивы в жизнь. Эта давно осужденная в методологии науки схема приводила к долгосрочным тягостным конфликтам (Е.К. Иосифова, р. 1963, вынуждена была уйти из лаборатории), тормозила научный рост сотрудников, негативно влияла на их становление как самостоятельных исследователей.

Традиционные направления работы лаборатории, похоже, интересовали М.А. Ахметьева лишь как неизбежный антураж для его любимого детища. Не касаясь деталей, можно сказать, что в результате не только лаборатория и институт, но и российская наука в целом лишились *фундаментальной палинологии*, развивавшейся группой палинологов под руководством Е.Д. Заклинской. А со временем и вообще классической палинологии в лаборатории – она фактически была подменена диноцистовой микропалеонтологией (при наличии микропалеонтологической лаборатории в ГИНе).

Личный состав лаборатории старел и сокращался. Крупных проектов, способных вдохновить и объединить усилия сотрудников, не появлялось. Из лаборатории уходили ближайшие непосредственные ученики и последователи С.В. Мейена (А.В. Гоманьков, р. 1953). Регулярные заседания лаборатории проводились все реже, а затем прекратились вовсе. Критики М.А. не выносил. Коллектив постепенно превратился в набор сотрудников, мало знающих о работе друг друга, а иногда и не знакомых лично. Непомерно разросшаяся «коммунальная сфера» (совокупность неформальных, межличностных отношений сотрудников, накладывающихся на деловые связи) фактически «пожрала» деловую. Особое значение при этом приобрели личные отношения с заведующим.

Была разрушена созданная В.А. Вахрамеевым и С.В. Мейеном перспективная советско-французская программа сотрудничества...

При сменившем М.А. Ахметьева последнем заведующем лаборатории негативные тенденции только усугубились...

Дальнейшее продуктивное развитие палеоботаники в ГИНе видится в реконструкции коллектива на основе возвращения к «Вахрамеевским» и «Мейеновским» нормам лабораторной жизни с безусловным приматом деловой сферы над коммунальной. В научном же плане необходим поворот к флорогенетическому направлению С.В. Мейена и В.А. Вахрамеева на новом, повышенном основании (см. Приложение), возрождение классической палинологии и управление «диноцистового перекоса».

Ахметьев М.А. К истории создания лаборатории палеофлористики ГИНа // Сборник памяти члена-корреспондента АН СССР, профессора Всеволода Андреевича Вахрамеева (к 90-летию со дня рождения). М.: ГЕОС, 2002. С. 83–85.

Ахметьев М.А. Лаборатория палеофлористики: от времени создания до наших дней // К 50-летию Лаборатории Геологического института РАН. Труды Международной палеоботанической конференции, Москва, 17–18 мая 2005 г. Вып. 2. М.: ГЕОС, 2006. С. 7–11.

Вахрамеев В.А., Добрускина И.А., Заклинская Е.Д. Мейен С.В. Палеозойские и мезозойские флоры Евразии и фитогеография этого времени. М.: Наука, 1970. 424 с.

Вахрамеев В.А., Мейен С.В. Флорогенез и стратиграфия // Сборник памяти члена-корреспондента АН СССР, профессора Всеволода Андреевича Вахрамеева (к 90-летию со дня рождения). М.: ГЕОС, 2002. С. 316–329.

Игнатьев И.А. В.А. Вахрамеев и создание палеофлористической школы ГИНа // Сборник памяти члена-корреспондента АН СССР, профессора Всеволода Андреевича Вахрамеева (к 90-летию со дня рождения). М.: ГЕОС, 2002. С. 85–96.

К 50-летию лаборатории палеофлористики Геологического института РАН. Труды Международной палеоботанической конференции, Москва, 17–18 мая 2005 г. Вып. 2. М.: ГЕОС, 2006. 68 с.

Мейен С.В. География макроэволюции у высших растений // Журн. общ. биол. 1987. Т. 48. № 3. С. 287–310.

Мейен С.В. Основные проблемы палеофлористики // Сборник памяти члена-корреспондента АН СССР, профессора Всеволода Андреевича Вахрамеева (к 90-летию со дня рождения). М.: ГЕОС, 2002а. С. 119–121 (см. Приложение).

Мейен С.В. Памяти В.А. Вахрамеева // Сборник памяти члена-корреспондента АН СССР, профессора Всеволода Андреевича Вахрамеева (к 90-летию со дня рождения). М.: ГЕОС, 2002б. С. 62.

Сборник памяти члена-корреспондента АН СССР, профессора Всеволода Андреевича Вахрамеева (к 90-летию со дня рождения). М.: ГЕОС, 2002. 336 с.

The history and future of paleobotany at the Geological Institute of RAS

I.A. Ignatiev

Geological Institute RAS, Moscow, ignatievia@mail.ru

ПРИЛОЖЕНИЕ

Основные проблемы палеофлористики¹

С.В. Мейен

То, что сейчас происходит в геологии – переход от *панорам к сценариям*, далее к *моделям* (использую эти новомодные, отчасти англоязычные термины).

Панорама – общая картина (как панорама Бородинской битвы). *Сценарий* – осмысление панорам; выделение действующих лиц, связь панорам, привнесение кинематики, движения. *Модель* – осмысление сценариев, более высокая степень теоретизации. Это как бы универсальный сценарий. То общее и наиболее существенное, что просвечивает через все сценарии. Уже не кинематика, а динамика, причины и следствия.

Задача геологии как науки – построить модель Земли в исторической перспективе. Каждая из областей геологии строит свои частные модели, которые затем надо будет склеивать. «Треугольник»: тектоника – литология – стратиграфия и палеонтология. Природные связи: тектоника контролирует осадкообразование и природные связи. Тесная взаимная связь осадконакопления с жизнью. Осадконакопление влияет на тектонику. Исследовательские связи еще более глубокие.

Палеофлористика до начала прошлой пятилетки работала над панорамами. Карты палеофлористического районирования – их разновидность. Ведущая роль нашей лаборатории в этой работе. Еще в прошлой пятилетке мы начали переходить к следующей стадии – сценариям. Это – изучение *флорогенеза*. Здесь уже не просто распространение групп растений в пространстве, но и анализ действующих лиц, прослеживание их миграций. Чтобы понять все это, требуется и внимание к декорациям: на каком палеогеографическом и тектоническом фоне развертывается палеофлористическое действие. Разумеется, при этом продолжается и инвентаризационная работа, панорамы все время надо обновлять, дорисовывать, детализировать, снимать белые пятна.

Флорогенетические исследования требуют более высокой интеграции палеоботаники с ботаникой, а также с разными областями геологии. Здесь возрастают требования и к детальности изучения самих растений, от формальных родов и дисперсных органов надо переходить к естественным таксонам, оперировать реконструированными растениями. Возрастает и необходимость более точных датировок, межрегиональных сопоставлений разрезов. Понимание путей расселения и условий существования растений и слагаемых ими экосистем требует все более полного учета тектонического и ландшафтно-палеогеографического фона.

Обратимся к некоторым конкретным примерам. Татариновая флора Восточно-Европейской платформы. Предполагались ее связи с Гондваной. Куда

¹ Тезисы доклада на Ученом совете ГИНа 30 октября 1986 года.

попали основные растения этой флоры. Ход их реконструкции. Установление филогении. Приход этих растений в Гондвану лишь в начале триаса, еще более широкое проникновение позже. Составление флорогенетических схем. Филогенетические схемы с показанной фитogeографической приуроченностью таксонов. Филогения и расселение групп на фоне флорогенетического древа. Таких схем пока еще довольно мало. Это – первые опыты, здесь много работы по детализации.

Флорогенетическое древо надо довести до современных фитохорий (здесь важна роль наших кайнозойщиков, М.А. Ахметьева). Детализация мезозоя <...>. Огромные трудности возникают с межрегиональной корреляцией. Обращение к соотношению с морскими отложениями. Проблема переломных рубежей. Граница девона и карбона, в середине карбона, карбона и перми, перми и триаса, мела и палеогена и т. д. Это все – крупные экосистемные перестройки, влиявшие на растительность через климат, климатогенный характер многих границ уже вне сомнений.

Бытовало противопоставление биостратиграфических рубежей дочетвертичного фанерозоя и климатостратиграфических рубежей антропогена. Теперь ясна единая природа стратиграфических границ и огромная роль климатической компоненты. Стратиграфические границы нуждаются в пересмотре с этой точки зрения. Роль палеоботаники в климатостратиграфии. Но все это – продолжение постройки панорамы, разработка конкретных сценариев. Надо думать и о следующем этапе, о построении моделей.

Сейчас растительный покров рассматривается как бы пассивное действующее лицо (как Савельич – подай, принеси; все над ним командуют). Но еще В.И. Вернадский осознавал активность жизни, ее «собственные интересы», существенную автономию. С этой точки зрения, внешние факторы часто не столько направляют преобразование экосистем, сколько накладывают на преобразования свои ограничения. Каковы же эти внутренние механизмы эволюции растительного покрова? Какова модель его функционирования? Этого мы не знаем. В палеоботанике и ботанике пока не создано такой модели, которую по целостности и влиятельности можно было бы сравнить с тектоникой плит. Но такая модель, пусть самая гипотетическая, уже нужна. Без нее мы потеряемся в море захоронений, местонахождений, определений и прочих фактических сведений. Что же должно войти в эту модель, на какие вопросы она должна отвечать? - где и в каких условиях зарождаются новые таксоны; - как и по каким причинам происходит расселение образовавшихся таксонов; - как растения разных систематических групп объединяются в экосистемы, ландшафтные зоны; - как и почему происходит эволюция экосистем, смена и перемещение ландшафтных зон. Все это должно иметь свою качественную и количественную стороны.

* * *

То, что я буду говорить дальше – первые наметки такой модели, разумеется, еще весьма гипотетические. Компоненты предлагаемой модели.

1. Появление подавляющего большинства новых таксонов в экваториальном поясе, в тропиках (в климатическом смысле).
2. Расселение их в направлении к полюсам в периоды потеплений.

3. При новом похолодании эти мигранты или вымирают, или удерживаются, но в последнем случае эволюционируют медленно, сохраняя архаичный облик. Это явление *внеэкваториального персистирования*.

4. Таким образом получается *экваториальная помпа*, а граница экваториальной биоты работает как полупроницаемая мембрана (клапан). Идет накачка разнообразия из низких широт в высокие. Растворение. *Фитосрединг*.

5. Особая роль *паратропических биомов* (новый термин). В позднем палеозое это – субантарктическая флора. В мезозое – север Западной Гондваны, Средиземноморье, в кайнозое – Средиземноморье, отчасти север Юго-Восточной Азии. Недоразумения с реконструкциями климатов. Субтропические по составу флоры могут жить в тропических условиях климата. Инерционность флор.

6. Экосистемный аспект. Эволюция не таксонов, а элементов растительного покрова, растительности как компонента ландшафта. Девон – чистые заросли. Карбон – становление многокомпонентных экосистем. Но высокая степень дискретности. Кайнозой – становление сверхсложных тропических и травянистых экосистем. Высокая степень континуума. Все это точно так же смещается от экватора к полюсам. Современная арктическая биота по строению фитоценозов, вероятно, соответствует экваториальным биотам раннего карбона.

Эту модель можно существенно дополнить по данным, касающимся современных растений, но я не хотел бы уходить от палеоботаники. Вообще же эта модель, построенная по палеоботаническим данным, позволяет понять многое и в современном растительном покрове.

* * *

Какие же проблемы во всех этих исследованиях и на чем мы думаем концентрировать усилия?

1. Закрытие белых пятен на картах в ключевых областях. Это особенно касается области Тетиса. Ситуация здесь, особенно в позднем палеозое, еще очень плохо понятна, и ее расшифровка должна прямо оказаться на палинспастических реконструкциях. Связь с производственными организациями.

2. Изучение флор неугленосных и вообще бедных местонахождениями районов. <...> Субантарктические местонахождения. Существенные стратиграфические корректировки. Казахстан, Монголия, Северо-Восток СССР. Вероятно, отчасти именно в таких районах закладывались группы, позже доминировавшие в угленосных районах. Особая роль здесь – палинологических данных. Вулканические толщи.

3. Использование палинологических данных требует расшифровки систематической принадлежности дисперсных миоспор. Это – одно из генеральных направлений деятельности лаборатории. Это крайне важно для практики. Надо решительнее влиять на палинологов производственных организаций.

4. Привлечение данных по мезофоссилиям. Объемная мацерация. Растительная труха, изучение, классификация и вовлечение в палеофлористический и стратиграфический анализ. Речь идет о том, чтобы вовлечь в изуче-

ние все размерные типы остатков, резко расширить привлечение к анализу всего дисперсного материала. Древесины.

5. Это может вывести нас на познание растительности склонов и повышенных областей. Динамика рельефа и растительности. 6. Надо начинать подходы к реконструкции растительности через углубленное изучение толщ, особенно важно вовлечение палеопочв. Это и для стратиграфии.

7. В более общем плане изложенные панорамы, сценарии и модели надо сопрягать с тектоническими и литологическими. Это поле для сотрудничества с тектонистами и литологами.

* * *

Я хочу подчеркнуть, что в своем докладе я не разделял задачи ближайшего года, текущей пятилетки и более длительной перспективы. Для меня было важно показать наше генеральное направление. Мы не считаем, что подобные работы надо ограничивать ближайшими сроками. Карты палеофлористического районирования, современная основа палеофлористики фанерозоя создавалась в нашем институте в течение почти двадцати пяти лет. Флорогенезом мы занимаемся чуть больше пяти лет. Поэтому то, о чем я говорил, рассчитывается до конца столетия, а там посмотрим. О дальнейшей стратегии будут заботиться уже наши преемники.

К основному тексту доклада С.В.Мейена приложено рукописное дополнение, которое воспроизводится ниже.

Связь с другими дисциплинами

1. Растительный покров и динамика мобилизации исходного материала для осадочного процесса. Связь с экогенезом. Климатические реконструкции. Реконструкции ландшафтных зон. Палеопочвы.

2. Тектоника. Глобальные тектонические реконструкции. До сих пор - много совпадений. Гондвана была примером единства тектонических, палеогеографических и флористико-фаунистических критериев. Сейчас все больше расходится. Тектонисты все более склонны связывать с Гондваной участки, традиционно считавшиеся частью Лавразии. История Тетиса, Атлантики, Пацифики и др.

3. Стратиграфия. Ничего нельзя сделать без хорошей стратиграфической базы. Флоры и филогенетические схемы бессмысленны без надежной стратиграфии, которую надо самим и делать, привлекая все данные (не только флору). Обратный выход: лишь знание общей фитогеографической ситуации помогает разрубить «гордиевы узлы» [стратиграфии. – Ред.]. Пример с Казахстаном, востоком Сибирской платформы. Связь органов и полноценные корреляции. Изучение склоновой растительности и дисперсные кутикулы. Бедные [захоронениями растительных остатков. – Ред.] районы и повышенное значение флоры, но нужны детальные исследования. Отсюда связь с производственными организациями. Мы берем на себя большой объем определяльской работы, так как этим и получаем материалы и спасаем их от гибели. Для решения задач, особенно количественных, нужны большие сборы.

История палинологических исследований в лаборатории палеофлористики ГИН РАН

А.И. Яковлева, Г.Н. Александрова

Геологический институт РАН, Москва, alina.iakovleva@gmail.com, dinoflag@mail.ru

С момента создания в 1955 году отдела (позднее – лаборатории) палеофлористики в Геологическом институте РАН здесь проводились палинологические исследования морских и континентальных отложений фанерозоя, включавшие изучение спор и пыльцы наземных растений, древних акритарх и цист динофлагеллат.

За прошедшие 70 лет существования лаборатории в ее коллективе трудились несколько поколений палинологов, среди которых можно отметить целую плеяду уже ушедших замечательных специалистов.

Организатором кабинета палинологии кайнозоя стала выдающийся советский палинолог и палеофитолог, профессор Елена Дмитриевна Заклинская – всемирно известный специалист в области изучения морфологии спор и пыльцы, палиностратиграфии и палеобиогеографии позднего мела и палеогена. Заклинская была вице-президентом Международной ассоциации палинологических организаций и основателем Палинологической комиссии СССР.

Наумова Софья Николаевна – одна из основоположников палинологического метода, пионер в разработке формальной систематики палиноморф позднего докембria и палеозоя различных регионов Евразии. Софья Николаевна была одним из первых специалистов, обнаруживших палиноморфы в отложениях верхнего докембria и нижнего палеозоя, что в дальнейшем способствовало их биостратиграфическому изучению.

Болховитина Наталья Андреевна – выдающийся специалист в систематике ископаемых спор и пыльцы и палиностратиграфии мезозоя, профессор, автор многочисленных монографий.

Волкова Нина Андреевна – пионер в области изучения акритарх из венда и кембрия Восточно-Европейской платформы, Урала, Казахстана; автор первых стратиграфических схем по акритархам для различных регионов СССР; член международной подкомиссии по акритархам.

Матвеева Ольга Владимировна – специалист в области палинологии четвертичных отложений Русской плиты; занималась методическими проблемами палинологии, распределением спор и пыльцы в стоячих водоемах, в дельтовых выносах Волги.

Братцева Грета Михайловна внесла основополагающий вклад в палинологическую характеристику континентальных отложений меловых и палеоген-неогеновых толщ Дальнего Востока (Приамурья, Камчатки), Исландии и Монголии.

Особую лепту в изучение спор и пыльцы из континентальных отложений триаса и юры Кавказа, Восточно-Европейской платформы, Сирии внесла Ольга Павловна Ярошенко.

Котова Ида Захаровна, будучи многолетней соратницей В.А. Вахрамеева в области изучения первых покрытосеменных, также являлась специалистом в области палинологического исследования позднеюрских-нижнемеловых отложений Туранской плиты, Забайкалья, центральной части Атлантического океана.

Е.Д. Заклинская, Г.М. Братцева, И.З. Котова принимали участие в палинологическом изучении мезозойских и кайнозойских отложений в разрезах глубоководных скважин, пробуренных в 38, 41 и 71-м рейсах «Гломар Челленджер» в Атлантическом океане.

Елена Васильевна Коренева – основоположник маринопалинологии, специалист в области палинологии неогеновых и четвертичных донных осадков окраинных морей СССР и океанов; занималась проблемами установления закономерностей распределения «пыльцевого дождя» в донных осадках водоемов различных типов.

Значителен вклад сотрудников лаборатории в палинологическое изучение позднекайнозойских толщ. Так, Лидией Владимировной Голубевой и Розой Евсеевной Гитерман было дано обоснование стратиграфии плиоцен-четвертичных отложений Западной и Восточной Сибири, Северо-Востока, Приморья, Сахалина, Монголии; также были реконструированы этапы смены растительности этого времени. Людмила Алексеевна Скиба занималась палиностратиграфией неоген-четвертичных отложений Дальнего Востока.

Екатерина Константиновна Иосифова была ведущим специалистом в области изучения морфологии и систематики ископаемых цист динофлагеллат юры и мела; в задачи ее стратиграфических исследований входили вопросы изучения пограничных отложений юры и мела на территории Русской плиты.

Евгений Владиславович Зырянов был специалистом по палинологии и стратиграфии неогена и антропогена Севера и Северо-Востока России.

Неоценимый вклад в изучение палеогенового органикостенного фитопланктона, спор и пыльцы наземных растений внесла Нина Ивановна Запорожец. Ею был получен значительный объем данных из эоцен-олигоценовых разрезов Дальнего Востока, Западной Сибири, Казахстана, Северного Кавказа, Армении, Грузии, Калининградской области.

В настоящее время палинологические исследования морских отложений мезозоя – кайнозоя в лаборатории палеофлористики продолжают Н.Ю. Филиппова, Г.Н. Александрова, А.И. Яковлева и А.В. Лидская.

History of palynological studies in the Laboratory of Paleofloristics of Geological Institute of RAS

A.I. Iakovleva, G.N. Aleksandrova

Geological Institute RAS, Moscow, alina.iakovleva@gmail.com, dinoflag@mail.ru

РЕДАКЦИОННОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ

В.А. Вахрамеев и палинология¹

О.П. Ярошенко

Крупнейший специалист по изучению макроостатков растений и флор мезозоя, В.А. Вахрамеев уделял большое внимание палинологическим исследованиям. В возглавляемой им лаборатории палеофлористики они велись для отложений от девона до квартера. С не меньшим вниманием относился он к изучению морских планктонных водорослей (акритарх и диноцист) всего фанерозоя.

В 60-е-70-е годы, период своего расцвета, палинология в ГИНе была представлена тремя группами исследователей: палеозойской, мезозойской и кайнозойской. В первой из этих групп, которой руководила С. Н. Наумова, работали Н.О. Рыбакова и Т.О. Леонидова. Палинологов мезозоя возглавляла Н.А. Болховитина, с которой работали Н.А. Волкова, И.З. Котова, О.П. Ярошенко и лаборанты Г.М. Смирнова, В.К. Большакова и А.И. Пулик.

Лидером и создателем наиболее многочисленной кайнозойской группы была Е.Д. Заклинская, под началом которой работали ее ученицы Г.М. Братцева, Р.Е. Гитерман, Л.В. Голубева, Н.М. Дубинина, Н.И. Запорожец, Е.В. Коренева, О.В. Матвеева и Л.А. Скиба. Лаборантами в кайнозойской группе были Н.А. Иванова и Н.П. Звездина. <...>

Все три группы обслуживались фотографом Е.И. Гречушкиной, которую впоследствии сменил А.И. Назаров. После создания отдела (впоследствии – лаборатории) палеофлористики и стратиграфии континентальных отложений большинство палинологов ГИНа вошли в ее состав.

* * *

Интерес Всеволода Андреевича к палинологии был неизменно велик. Он тесно сотрудничал с палинологами своей лаборатории, привлекал к палеофлористическим исследованиям целые коллективы палинологов из других институтов и университетов. Начиная с 60-х годов, он участвовал практически во всех сколько-нибудь значимых палинологических конференциях, со-



О.П. Ярошенко

¹ Печатается с сокращениями по изданию: Сборник памяти члена-корреспондента АН СССР, профессора Всеволода Андреевича Вахрамеева (к 90-летию со дня рождения). М.: ГЕОС, 2002. С. 58–60.

вещаниях и иных форумах. В соавторстве с палинологами им опубликованы десятки научных статей. <...> Обратившись к нижнемеловым отложениям Забайкалья, Всеволод Андреевич привлек к исследованиям одну из наиболее квалифицированных палинологов мезозоя - И.З. Котову, к детальным и тщательно выполненным работам которой по морфологии пыльцы, а также палиностратиграфии Русской платформы, Сирии, дна Атлантического океана и других районов он всегда относился с особым вниманием. В результате было показано, что первые покрытосеменные, возможно, появились уже в доальбское время.

Научный кругозор и прозорливость Вахрамеева - исследователя и организатора науки – простирались гораздо дальше проблем палинологии мезозоя. Ярким свидетельством этого является постановка в возглавлявшейся им лаборатории тематики, связанной с исследованием микрофоссилий кембрия, развитие которой трудами Н.А. Волковой привело к настоящей научной революции в этой области. Изученные Волковой микрофоссилии из отложений нижнего кембрия Русской платформы оказались не спорами наземных растений, как считалось ранее, а акритархами - растительными микрофоссилиями водорослевого происхождения. Следует отметить, что в начале 60-х годов точка зрения о принадлежности остатков акритарх спорам первых наземных растений, высказанная С.Н. Наумовой, принималась за «истину в последней инстанции» многими влиятельными учеными, в том числе, и в ГИНе. Поэтому и самой Н.А. Волковой, и Всеволоду Андреевичу, фактически взявшему ее под свою защиту, пришлось проявить немало мужества и терпения, чтобы опровергнуть господствующий постулат. Благодаря поддержке и неизменному вниманию В.А. Вахрамеева, Волкова впервые описала сотни таксонов акритарх, показала их значение для стратиграфии, био- и палеогеографии кембрия, что послужило началом и основой для изучения акритарх кембрия не только в нашей стране, но и в мире. <...>

Палинология кайнофита в ГИНе и его лаборатории палеофлористики²

Е.Д. Заклинская

К концу 1937 года в связи с реорганизацией геологических учреждений Академии наук был образован Институт геологических наук, который стал крупной ведущей организацией в системе Академии наук. К этому периоду относится возникновение первых специализированных лабораторий спорово-пыльцевого анализа в системе Академии наук: в 1937 году в Институте географии, директором которого был академик А.А. Григорьев; в 1939 году в

² Печатается с сокращениями по изданию: Сборник памяти члена-корреспондента АН СССР, профессора Всеволода Андреевича Вахрамеева (к 90-летию со дня рождения). М.: ГЕОС, 2002. С. 103–105.

Институте геологических наук, при отделе четвертичной геологии, которым руководил Г.Ф. Мирчинк, а впоследствии В.И. Громов. В ту пору палинологическая литература была скучной. Зарубежная пресса поступала в СССР ограниченно. <...> Силою судеб оказавшись в ранге организаторов и руководителей лабораторий пыльцевого анализа таких крупных научных институтов, как Геологический и Географический Академии наук СССР, и я, и В.П. Гричук, должны были сами создавать определительские коллекции, руководства, методические пособия. Необходимо было ставить экспериментальные исследования для выяснения разрешающей способности спорово-пыльцевого анализа. В итоге нужно было учить самих себя, чтобы квалифицированно наладить воспитание и подготовку молодых кадров. <...>

В четвертичном отделе ИГН АН СССР в краткий довоенный период работала я одна с лаборантом. Моим верным товарищем и советчиком всегда был В.П. Гричук, с которым мы совместно обдумывали и проводили в жизнь методические приемы пыльцевого анализа... Несмотря на начавшуюся Великую Отечественную войну, на некоторое время изменившую ход планомерных исследований, палинологические работы продолжались. И хотя только что открывшиеся лаборатории были временно свернуты, а палинологи либо ушли защищать Родину, либо были направлены в тыловые районы на помощь разведке остро необходимых полезных ископаемых, палинология не была заброшена. Сейчас, наверное, трудно представить, что в конвертиках полевой почты, приходивших с фронта от В.П. Гричука (он ушел на западный фронт на другой день после объявления войны), содержалось немало дружеских советов относительно того, как мне рационально использовать вынужденное пребывание на Урале, в Казахстане, на Салайре. Как организовать эксперимент для выяснения соотношения состава субфоссильных спорово-пыльцевых спектров с составом растительных ценозов. <...> В феврале [1943 года. – Ред.] я смогла начать снова организацию лаборатории в ГИНе, только уже не на Пыжевском, а на Старомонетном, 35, где и пришлось работать несколько лет. Отдел четвертичной геологии состоял всего из 11 человек. Надо было подбирать кадры, оборудовать лабораторию, налаживать все сначала. Первой моей помощницей в 1943 году стала О.В. Матвеева. С лаборантами было труднее. Они часто менялись. <...> В конце 40-х и в последующие годы палинология кайнофита развивалась в стенах отдела четвертичной геологии, которым заведовал В.И. Громов. Коллектив лаборатории вырос и состоял из восьми палинологов (Л.В. Голубева, Р.Е. Гитерман, О.В. Матвеева, Л.А. Скиба, Г.М. Братцева, Е.В. Коренева, Н.П. Звездина, сменившая Н.А. Иванову, и «бессменный



Е.Д. Заклинская

наставник» Е.Д. Заклинская). Каждый новый сотрудник проходил суровую школу подготовки, начиная с изучения препаратов, лепки из пластилина различных морфологических форм пыльцы. Изучали теоретические вопросы и знакомились с выкристаллизовавшимися к этому времени методами интерпретации результатов спорово-пыльцевого анализа. В общем, коллектив лаборатории вырос и постепенно становился квалифицированным и способным подходить к решению поставленных задач самостоятельно. <...>

В Институте геологических наук ко времени созыва I Всесоюзной палинологической конференции [в 1948 году. – Ред.], кроме сотрудников лаборатории пыльцевого анализа отдела четвертичной геологии, уже работали С.Н. Наумова (палеозой) и Н.А. Болховитина (мезозой) – в отделе стратиграфии под руководством В.В. Меннера. Владимир Васильевич, искренний пропагандист палинологии, долгие годы всемерно содействовал ее развитию, всегда возлагал на плечи палинологов решение ответственных задач обоснования дробного стратиграфического расчленения осадочных пород и корреляции регионального и межконтинентального масштаба.

<...> К 50-м годам было определено место палинологии в палеогеографии, палеофлористике, стратиграфии. Были сформулированы аспекты ее исследований. <...> 50-е годы знаменательны в истории палинологии кайнофита в связи с возникновением одного из особенно популярных в наши годы направлений, а именно: маринопалинологии. <...> В середине 50-х годов по инициативе В.В. Меннера, Е.Д. Заклинской и О.В. Матвеевой были изучены дельтовые выносы реки Волги и единичные пробы со дна глубоководной впадины в Японском море. Результаты исследований были обещающими. В современных донных осадках Каспийского и Японского морей были обнаружены богатые спорово-пыльцевые комплексы, состав которых соответствовал флорам побережий. Стало совершенно очевидным, что следует налаживать систематическое исследование донных осадков современных морей, а в дальнейшем и океанов. <...> В 1954 году аспирантка Института океанологии Е.В. Коренева, участвуя в рейсе экспедиционного судна «Витязь» в Охотском море, исследовала палинологические комплексы донных отложений Охотского моря. Результаты ее исследований показали степень отражения состава растительности побережий Охотского моря в палинокомплексах из донных отложений и выявили ряд закономерностей дифференциации палинофлоры в зависимости от удаления от береговой линии и гранулометрического состава осадков. Это было первое методическое исследование донных осадков акваторий. <...> Е.В. Коренева была принята в коллектив палинологической лаборатории отдела четвертичной геологии ГИН АН СССР, которая стала центром развития маринопалинологии на многие годы. <...>

К началу 60-х годов в Геологическом институте уже работал большой коллектив палинологов, сосредоточенных в двух отделах - четвертичной геологии (кайнозой) и стратиграфии (мезозой и палеозой). Методически эти коллективы работали не идентично. Правда, оглядываясь назад, можно прийти к выводу, что расхождения в приемах исследований были не так уже велики и с годами сгладились. Но в начале, по существу, они не были пустяковыми. Кайнозойская группа была геологизирована. Исследования велись специали-

стами О.В. Матвеевой, Л.В. Голубевой, Р.Е. Гитерман, Л.А. Скиба, Г.М. Братцевой, Е.В. Кореневой, И.В. Дубининой, Н.П. Звездиной, Н.А. Ивановой и рядом временных сотрудников и аспирантов. Палинологи, как правило, обрабатывали материалы, собранные в поле либо самостоятельно, либо в составе палинологических отрядов, работавших совместно с геологами в экспедициях. Такая же структура была принята в лаборатории Института географии. В практику микроскопических исследований было введено обязательное микрофотографирование объектов. Фотографирование производили сами палинологи. Зарисовки применялись только в отдельных случаях для пояснения деталей морфологии пыльцы и спор и при обучении неквалифицированных новичков. Каждый палинолог работал в контакте с геологической и палеонтологической группами, с которыми был тематически связан. Заключения по результатам палинологических исследований относительно возраста вмещающих пород и палеофлористической обстановки в период их формирования, климата и т. д. составлял автор палинологических исследований, привлекая соответствующую литературу. Палинологи выступали как равноправные члены РМСК и МСК. Такая постановка исследований в кайнозойской группе была традиционной, и только иногда отдельные геологи высказывали недовольство по поводу «слишком широкого» круга интересов палинологов, признавая за ними лишь роль аналитиков.

Палинологи, работавшие в отделе стратиграфии (С.Н. Наумова и Н.А. Болховитина с помощниками), придерживались своей системы организации труда, которая допускала деление на «рисовальщиков» и не имеющих представления о геологической принадлежности исследуемых материков, индексированных лабораторными номерами, руководителей. Обязанностью «рисовальщиков» была художественная зарисовка всех попадающих в поле зрения форм и подсчет их. Фотограф выборочно осуществлял микрофотографирование отмеченных точкой форм. Руководители же обрабатывали приготовленные таблицы зарисовок и подсчетов и делали соответствующие выводы, проверяя результаты под микроскопом. Такой метод мне представлялся совершенно неприемлемым.

Такой конгломератный палинологический коллектив вошел в состав организованного в 1955 году отдела палеофлористики и стратиграфии континентальных отложений, в структуре которого удалось сохранить маринопалинологическое направление и своего рода самостоятельный кабинет палинологии кайнофита. В отделе объединились макро- и микрофлористы, что, естественно, повлияло на расширение совместных исследований региональных флор. И это было очень полезно и интересно. <...>

Реконструкция института и образование в нем самостоятельной лаборатории палеофлористики позволили наладить работу, включавшую широкие обобщения. С возникновением отдела палеофлористики представилась возможность распространить палинологические исследования на весь кайнофит, включая и отложения позднего мела. С этого времени вошло в традицию выпускать в свет, помимо статей, крупные монографии, многие из которых были диссертациями...

ИССЛЕДОВАНИЯ ПРЕДКОВ НАЗЕМНЫХ РАСТЕНИЙ

Палеоэкосистема строматолитов позднего венда (эдиакария) Сибирской платформы

П.Н. Колосов, И.Ф. Охлопкова

*Институт геологии алмаза и благородных металлов СО РАН, Якутск,
petrkolosov36@mail.ru, irinaohlopkova@mail.ru*

Одним из крупных регионов, где в протерозое хорошо проявилась жизнедеятельность микроорганизмов в виде строматолитовых построек, биогермов и биостромов, является Сибирская платформа. В настоящее время биологическая составляющая строматолитов и других органогенно-седиментационных образований еще недостаточно изучена. Из отложений докембрия описано много микрофоссилий, но большинство из них биологически не интерпретированы и систематически не идентифицированы. Как совершенно правильно считал талантливый Сергей Викторович [Мейен, 1987], докембрийские микрофоссилии следует изучать с целью выявления особенностей эволюции фанерозойских и современных представителей органического мира. Экосистема докембрийских строматолитов, как и аналогичных современных природных объектов, состоит из сообщества всех живых организмов (биоценоза), взаимодействующих между собой в определенной природной среде и территории (биотопе).

Изучение остатков позднедокембрийских обызвествленных, окременных и органостенных микрофоссилий Сибирской платформы позволило часть из них биологически интерпретировать и систематически идентифицировать [Колосов, 2008]. На юге Березовского прогиба распространена бюкская (порохтахская) свита верхнего венда. По материалам буревой скважины Г-2 с 90% выходом керна, расположенной в бассейне руч. Торго, ее разрез состоит (снизу вверх) из базального кварцевого состава гравелито-песчаников (до 3 м), доломитов с редкими строматолитами. Присутствуют слои известняков, реже – аргиллитов. Мощность бюкской свиты 112–114 м. Она сопоставляется с усть-юдомской свитой Учуро-Майского региона Восточной Сибири, основание которой в разрезе Улахан-Ытыга по р. Юдома Pb-Pb методом датировано 553 ± 23 млн лет [Семихатов, 2000; Семихатов и др., 2004]. На позднивенденский возраст бюкской свиты указывает и ее стратиграфическое положение – залегание под юедейской (нохтуйской) свитой раннекембрийского возраста.

В бюкской свите очень редко присутствуют частично окремненные постройки, называемые нами строматолитами Бюка. Они представляют собой ровные субцилиндрические столбики толщиной 0,5–2,0 см и высотой 8–15 см. Видимая высота строматолитов Бюка 23 см. Фундаментом для них служат пластовые строматолиты. Из образцов строматолитов, отобранных вдоль ручья Торго (левый приток р. Токко в бассейне р. Олекма), было вырезано несколько десятков тонких пластин, ориентированных поперек слоистости. Одни из них пришлифовали тонким порошком, а другие не пришлифовали. Те и другие промыли дистиллированной водой, высушили и напылили золотом, соблюдая стерильность. Изучение микрофоссилий проводилось на СЭМ: JEOL JSM-6480LV. В строматолитах Бюка в последние годы авторами были открыты дрожжевые, мицелиальные и дрожжево-мицелиальные грибы, а также бактерии. Бактерии и грибы питались органическим веществом зеленых водорослей [Kolosov, 2016, 2021, 2023; Kolosov, Okhlopkova, 2024]. Фактический материал из отложений венда указывает, что не только современные прокариоты, как принято считать [Современная микробиология, 2005], но и некоторые современные эукариоты (водоросли, грибы, лишайники) – это потомки докембрийских форм организмов.

На основе открытых в позднем венде Сибирской платформы микрорганизмов, упомянутых выше, мы расшифровали экосистему формирующихся строматолитов Бюка. У самого берега эпиконтинентального моря небольшой участок дна бассейна немного возвышался, он оказался подходящим для поселения фотосинтезирующих цианобактерий и бентосных ульвовых зеленых водорослей. Это было началом формирования биотопа и экосистемы строматолитов Бюка. Оно связано с жизнедеятельностью коккоидных цианобактерий и водорослей. В результате отмирания и последующей биоминерализации тел этих прокариот и эукариот в дальнейшем возник биотоп. На нем образовалось пластовое основание строматолитов Бюка. Когда цианобактерии и водоросли были живыми, нашлись гетеротрофы, желающие питаться ими, началось дальнейшее формирование экосистемы и строматолитов Бюка. Продуцентами были цианобактерии и водоросли, консументами – дрожжевые и дрожжево-мицелиальные грибы. Бактерии являлись как консументами, так и редуцентами.

В современных экосистемах редуценты, обеспечивая кругооборот вещества и химических элементов, играют очень большую роль в биосфере. В экосистеме строматолитов Бюка бактерии могли перерабатывать остаток органического вещества водорослей и грибов, еще не ставший частью строматолитов (в результате биоминерализации). По аналогии с современными бактериями, этот остаток они превращали в неорганические вещества и в простые органические соединения, пригодные для повторного потребления. Неорганические соединения могли потреблять водоросли, а простые органические соединения – грибы. Так, по-видимому, в экоси-

стеме строматолитов Бюка происходил кругооборот некоторой части органических веществ водорослей и грибов.

Строматолиты являются самыми ранними (3,5 млрд лет назад) на Земле проявлениями жизни, представленной в течение архея и значительной части протерозоя в основном фоссилизированными остатками бактерий и цианобактерий. По-видимому, в ранней экосистеме строматолитов продуцентами были цианобактерии, а редуцентами – бактерии. Грибы ранее отмечены в слоях возрастом 1,3 млрд лет. Их участие в создании строматолитов неизвестно. На примере экосистемы строматолитов Бюка прослеживается, что в вендинском (эдиакарском) периоде существовала развитая составляющая биосфера. Наиболее наглядно это демонстрирует анализ жизнедеятельности водных грибов. Дрожжевые грибы путем почкования и спорообразования весьма интенсивно размножались. Как гетеротрофы они питались органическим веществом водорослей и цианобактерий. Когда этих микроорганизмов – производителей кислорода – не осталось, среда экосистемы стала анаэробной. Дрожжевые грибы, оставшись без свободного кислорода, бродили. Как известно, это довольно сложный химический процесс. Более того, находясь в экосистеме строматолитов Бюка, дрожжевые грибы начали адаптироваться к условиям суши путем отращивания мицелиальных структур, необходимых для добывания пищи во вневодной среде. Такая среда периодически возникала из-за приливов и отливов, обнажающих поверхность растущих у побережья моря столбчатых строматолитов Бюка. Впервые установлено, что экосистема формирующихся строматолитов может рассматриваться в качестве модели для выяснения путей освоения суши ранними, первоначально водными организмами.

Исследования выполнены за счет финансирования государственного задания Института геологии алмаза и благородных металлов СО РАН. Изученная коллекция за № 187 хранится в геологическом музее этого института (Якутск).

Колосов П.Н. Микрофоссилии неопротерозоя востока Сибирской платформы. Якутск: ОАО «Медиа-холдинг Якутия», 2008. 88 с.

Мейен С.В. Основы палеоботаники. М.: Недра, 1987. 403 с.

Семихатов М.А. Уточнение оценок изотопного возраста нижних границ верхнего рифея, венда, верхнего венда и кембрия // Дополнения к стратиграфическому кодексу России. СПб.: ВСЕГЕИ, 2000. С. 95–107.

Семихатов М.А., Кузнецов А.Б., Подковыров В.Н. и др. Юдомский комплекс стратотипической местности: С-изотопные хемостратиграфические корреляции и соотношение с вендом // Стратигр. Геол. корреляция. 2004. Т. 12. № 5. С. 3–28.

Современная микробиология: Прокариоты. Т. 2. М.: Мир, 2005. 496 с.

Kolosov P.N. New microorganisms from the Vendian (Ediacaran) of the Berezovsky Trough, Southern Siberian platform // Paleontol. J. 2016. Vol. 50. № 6. P. 549–556.

Kolosov P.N. Uniquely Preserved Fungi in the Vendian (Ediacaran) of Yakutia // Paleontol. J. 2021. Vol. 55. № 4. P. 455–461.

Kolosov P.N. Paleoulvaria green algae of the Vendian (Ediacaran) Berezovsky trough (South of the Siberian Platform) // Paleontol. J. 2023. Vol. 57. № 2. P. 231–234.

Kolosov P.N., Okhlopkova I.F. Yeast fungi in the Ediacaran stromatolites of the Siberian Platform // Revista Brasiliera de Paleontologia. 2024. Vol. 27. № 3. P. 1–10.

Paleoecosystem of the Late Vendian (Ediacaran) stromatolites of the Siberian Platform

P.N. Kolosov, I.F. Okhlopkova

*Diamond and Precious Metal Geology Institute SB RAS, Yakutsk,
petrkolosov36@mail.ru, irinaohlopova@mail.ru*

Палеогеографический контекст находок криптоспор в отложениях среднего кембрия – раннего ордовика

Д.А. Рубан

Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, ruban-d@mail.ru

Определение времени и условий появления самых первых наземных растений остается важной задачей современной палеоботаники. Древнейшие таксоны относятся к ордовику [Retallack, 2019; Rodrigues et al., 2022; Servais et al., 2019], однако о предшествующих их возникновению процессах можно судить лишь по косвенным данным (информация о кембрийских наземных растениях [Fleming, Rigby, 1972] имеет скорее историческое значение). К их числу принадлежат находки своеобразных микрофоссилий, объединенных общим и довольно условным названием «криптоспоры». Они не относятся непосредственно к наземным растениям, но могут указывать на процессы, которые привели к появлению таковых. В недавней сводной работе обобщается информация о раннепалеозойских криптоспорах [Strother, Taylor, 2024], однако она систематизирована стратиграфически, не пространственно. Наиболее древние представители этой группы известны из отложений среднего кембрия – раннего ордовика. Хотя данные о них немногочисленны, представляет очевидный интерес рассмотреть их в палеогеографическом контексте.

Основываясь на информации из указанной работы [Strother, Taylor, 2024] и цитируемых в ней литературных источников, можно обозначить территории с местонахождениями криптоспор для трех временных интервалов, а именно среднего кембрия, позднего кембрия и раннего ордовика. Использование глобальных реконструкций позволяет определить их положение относительно основных массивов суши, экватора, а также удаленность друг от друга в древнем пространстве.

Среднекембрийские криптоспоры известны из Теннесси в США и Шаньдуна в Китае [Strother, Taylor, 2024]. Согласно глобальной реконструкции К. Скотезе [Scotese, 2021], первая территория соответствует периферии изолированного континента Лаврентия в южном полушарии на некотором удалении от экватора, а вторая – широкой окраине Гондваны вблизи экватора, где на значительном расстоянии от материка существовала островная суши. Территории располагались на значительном удалении друг от друга. Другая реконструкция [Torsvik, 2019] указывает на положение обеих из них к югу от экватора и при этом более близкое друг к другу. Отметим также, что с учетом корреляции подразделений кембрия возможна датировка шаньдунских криптоспор концом раннекембрийской эпохи в российском понимании, однако это не влияет на представленные выше интерпретации.

Позднекембрийские криптоспоры были описаны из Висконсина в США [Strother, Taylor, 2024]. Эта территория соответствует довольноши-

рокой окраине Лаврентии в экваториальной зоне. Альтернативные реконструкции, в целом, подтверждают такое положение [Merdith et al., 2021; Verard, 2021].

Раннеордовикские (тремадокские) криптоспоры установлены в Западной Австралии и Юте в США [Strother, Taylor, 2024]. Первая из этих территорий располагалась на обширной окраине Гондваны, непосредственно рядом с материковой сушей, а вторая – на широкой периферии по-прежнему изолированной Лаврентии [Scotese, 2023]. Обе территории лежали непосредственно на экваторе и были весьма удалены друг от друга. Реконструкции Л. Кокса и Т. Торсвика [Cocks, Torsvik, 2021] и К. Верара [Verard, 2021] указывают на сходную ситуацию, хотя, возможно, возле Западной Австралии окраина Гондваны была уже и располагалась чуть южнее (хотя все равно недалеко от экватора).

Обобщая представленные интерпретации, можно сделать общие выводы. Во-первых, криптоспоры известны из территорий, а) близких к разным по размеру массивам суши и б) располагавшихся либо непосредственно в экваториальной зоне, либо близко к ней. Если криптоспоры действительно маркируют процессы, приведшие к появлению наземных растений, то эти процессы происходили в вышеотмеченных палеогеографических условиях. Во-вторых, приуроченность известных местонахождений криптоспор к а) несколько отличающимся палеогеографическим обстановкам (при общем тяготении к экваториальной зоне) и б) совершенно разным секторам планеты может указывать на широкий масштаб отмеченных процессов. Безусловно, эти выводы носят самый предварительный характер и могут уточняться и даже изменяться одновременно с накоплением новой информации о криптоспорах.

Cocks L.R.M., Torsvik T.H. Ordovician palaeogeography and climate change // Gondw. Res. 2021. Vol. 100. P. 53–72.

Fleming P.J.G., Rigby J.F. Possible land plants from the Middle Cambrian, Queensland // Nature. 1972. Vol. 238. P. 266.

Merdith A.S. et al. Extending full-plate tectonic models into deep time: Linking the Proterozoic and the Phanerozoic // Earth-Sci. Rev. 2021. Vol. 214. P. 103477.

Retallack G.J. Ordovician land plants and fungi from Douglas Dan, Tennessee // Palaeobotanist. 2019. Vol. 68. P. 173–205.

Rodrigues L.C. et al. Cryptospores of Iapó Formation: The first evidence of early land plants from Late Ordovician in Paraná Basin, Brazil // Rev. Palaeobot. Palynol. 2022. Vol. 305. P. 104742.

Scotese C.R. An Atlas of Phanerozoic Paleogeographic Maps: The Seas Come In and the Seas Go Out // Ann. Rev. Earth Planet. Sci. 2021. Vol. 49. P. 679–628.

Scotese C.R. Ordovician plate tectonic and palaeogeographical maps // Geol. Soc. London Sp. Publ. 2023. Vol. 532. P. 91–109.

Servais T. et al. Revisiting the Great Ordovician Diversification of land plants: Recent data and perspectives // Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol. 2019. Vol. 534. P. 109280.

Strother P.K., Taylor W.A. A Fossil Record of Spores before sporophytes // Diversity. 2024. Vol. 16. P. 428.

Torsvik T.H. Earth history: A journey in time and space from base to top // Tectonophysics. 2019. Vol. 760. P. 297–313.

Verard Ch. 888–444 Ma Global Plate Tectonic Reconstruction with Emphasis on the Formation of Gondwana // Fron. Earth Sci. 2021. Vol. 9. P. 666153.

Paleogeographic context of cryptospore findings in the Middle Cambrian – Early Ordovician sediments

D.A. Ruban

Southern Federal University, Rostov-on-Don, ruban-d@mail.ru

ПАЛЕОБОТАНИКА И ПАЛИНОЛОГИЯ ПАЛЕОФИТА

Из истории изучения *Orestovia*-подобных растений

О.П. Тельнова¹, Л.С. Кочева¹, А.П. Карманов²

¹ Институт геологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар, telnova@geo.komisc.ru

² Институт биологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар, apk0948@yandex.ru

Orestovia-подобные растения являются основными углеобразователями для Барзасского месторождения (девон Кузнецкого угольного бассейна). Кузбасс – это крупнейший угольный бассейн мира, на Барзасском месторождении которого один из пластов сложен листоватым липтобиолитовым углем. Барзасские липтобиолитовые угли – результат первого в истории Земли преобразования примитивных растений в подобие каменного угля. На макроскопическом уровне барзасские угли почти целиком сложены крупными (до нескольких десятков квадратных сантиметров) фитолеймами представителей родов *Orestovia* Ergolskaya и *Himanthaliospis* Zalessky. Однако с момента обнаружения М.Д. Залесским и по сегодняшний день их систематическое положение остается дискуссионным [Гоманьков, 2019].

История морфолого-таксономических исследований *Orestovia*-подобных растений подробно рассмотрена А.В. Гоманьковым [2019]. Палеоботаники относят эти растения к водорослям, высшим растениям, близким к проптеридофитам; некоторые считают их представителями особой промежуточной группы, осваивавшей девонскую сушу. В связи с проблемами систематики *Orestovia*-подобных растений разрабатывается новое в России научное направление – хемосистематика палеозойских растений, основанное на физико-химических методах исследований [Telnova et al, 2022; Кочева и др., 2024].

Проблематичным остается и возраст этих растительных фоссилий. Согласно региональной стратиграфической схеме Западной Сибири [Решения..., 1982], барзасская свита соответствует эйфельско-живетскому уровню. На основании находок филlopод свита считалась живетской [Путеводитель..., 1971]. Ю.С. Надлер возраст свиты определял верхнеэмским, исходя из того, что споровые комплексы из стратотипа барзасской свиты идентичны споровым комплексам кальциоловых отложений Южного Урала, охарактеризованных фауной, сходной с фауной из верхов шандинской свиты Салаира [Путеводитель..., 1971; Чибрикова, 1977;

Snigirevskaya, Nadler, 1994; Зональная стратиграфия..., 2006]. Флора (определения Ю.С. Надлера) в стратотипе свиты настолько эндемична, что не может служить для привязки к общей и региональным стратиграфическим шкалам, ею можно пользоваться только для корреляции отложений этого уровня по площади. В связи с дискуссионностью возраста барзасской свиты, проведено новое палиностратиграфическое изучение барзасской свиты в стратотипическом разрезе (п. Барзас, Кемеровская обл., Березовский район). По палинологическим данным определен раннедевонский возраст отобранных образцов [Тельнова, Фомин, 2025]. Установлены палинокомплекс и палинологическая зона *Diaphanospora inassueta*, характеризующие в восточных районах Русской плиты и Урала койвенский горизонт и нижнюю часть бийского горизонта (верхняя часть эмского яруса, нижний девон).

Несмотря на то, что возраст пород в стратотипе барзасской свиты установлен как ранний девон, верхняя часть эмского яруса, стратиграфический объем и фациальные аналоги свиты нуждаются в уточнении. Поэтому необходимо дальнейшее изучение девонских разрезов региона, и наиболее действенным методом, как показал наш опыт, является палинологический.

В настоящее время из обсуждаемого стратиграфического интервала извлечены растительные макрофоссилии, морфологическое изучение которых проводится А.В. Гоманьковым, а физико-химические исследования вещества этих фоссилий – Л.С. Кочевой и А.П. Кармановым. Если будет подтверждена идентичность исследуемых фоссилий с *Orestovia*-подобными растениями, можно будет утверждать, что эти растения были самыми ранними в истории Земли углеобразователями, и происходило это уже в раннедевонское время.

Продолжение исследований *Orestovia*-подобных растений важно не только для фундаментальной науки, но и для поиска новых направлений практического применения этого уникального лигнобиолитового угля.

Работа выполнена в рамках государственного задания Института геологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН и Института биологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН (тема: «Формирование ответных реакций на действие малых доз ионизирующего излучения и механизмы трансформации форм находления радионуклидов в биосистемах, химический анализ») с использованием оборудования ЦКП «Геонаука».

Гоманьков А.В. *Orestovia*-подобные растения из девона России: морфология и таксономическое положение // *Lethaea rossica*. 2019. Т. 18. С. 16–31.

Зональная стратиграфия фанерозоя России / Под ред. Т.Н. Корень. СПб.: ВСЕГЕИ, 2006. С. 64–76.

Кочева Л.С., Тельнова О.П., Карманов А.П. Состав и свойства сапропелитовых углей Барзасского месторождения // Вопросы геологии и комплексного изу-

чения экосистем Восточной Азии: Сб. докл. Седьмой Всерос. конф. с междунар. участ. Благовещенск: ИГиП ДВО РАН, 2024. С. 66–68.

Путеводитель экскурсии по разрезам палеозойских и мезозойских отложений Кузбасса. Новосибирск: ИГиГ СО АН СССР, 1971. 99 с.

Решения Всесоюзного совещания по разработке унифицированных стратиграфических схем докембрия, палеозоя и четвертичной системы Средней Сибири. Новосибирск, 1982. 129 с.

Тельнова О.П., Фомин А.Н. Возраст барзасской свиты (палеологические данные): девон, Кузнецкий угольный бассейн // Стратигр. Геол. корреляция. 2025. № 5 (в печати).

Чибrikova E.B. Stratigraphy of Devonian and more ancient palaeozoic rocks of the Southern Urals and the Uralia (according to fossil plant microfossils). M.: Nauka, 1977. 192 c.

Snigirevskaya N.S., Nadler Yu.S. Habit and relationships of *Orestovia* (Middle Devonian) // Palaeontographica. Abt. B. 1994. Bd. 233. Lfg. 1–6. S. 11–18.

Telnova O.P., Marshall J.E.A., Kocheva L.S., Karmanov A.P. Lignin of Ancient Plant Fossils // Paleontol. J. 2022. Vol. 56. No. 9. P. 81–92.

From the history of studying *Orestovia*-like plants

O.P. Telnova¹, L.S. Kocheva¹, A.P. Karmanov²

¹ Institute of Geology, FRC, Komi SC, UrD, RAS, Syktyvkar, telnova@geo.komisc.ru

² Institute of Biology, FRC, Komi SC, UrD, RAS, Syktyvkar, apk0948@yandex.ru

Род *Caracuboxylon* Zalessky et Tschirkowa, 1930: типовыe материалы в свете новых находок

А.П. Любарова¹, С.М. Снигиревский^{1, 2}

¹ Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург,

ALyubarova@binran.ru

² Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург

Caracuboxylon Zalessky et Tschirkowa [Zalesskij, Čirkova, 1930] – один из многочисленных таксонов, затерявшихся в советских периодических изданиях и оставшихся оттого неизвестными палеоботаническому сообществу, несмотря на то что один из авторов рода М.Д. Залесский – ученый с мировым именем, а местонахождение на реке Мокрая Волноваха в Донецком бассейне является типовым для многих важных таксонов позднедевонской флоры (в частности, для рода *Callixylon* Zalessky). Так, спустя почти 100 лет со дня своего описания, род *Caracuboxylon* нуждается в переизучении.

Современное исследование осложняется тем, что из типового материала сохранилось лишь несколько шлифов, некоторые из которых предполагается рассматривать в качестве лектотипов. Остатки типового материала в настоящее время хранятся в коллекции Ботанического института имени В.Л. Комарова РАН (№ BIN 55); остальной типовой материал в процессе передачи из Геологического института АН СССР был утрачен.

Авторы первоначального описания [Zalesskij, Čirkova, 1930] рассматривали *Caracuboxylon* как представителя группы Cordaitales, отмечая его близость к роду *Callixylon* из семейства Pityeae. Сам род *Callixylon* Залесский в то время также относил к кордайтовым. Несмотря на общие черты с *Callixylon* Залесский и Е.Ф. Чиркова сочли необходимым выделить новый род *Caracuboxylon* (с двумя видами, причем без указания на типовой вид и голотипы: *C. bakhasuense* Zalessky et Tschirkowa и *C. arnoldii* Zalessky et Tschirkowa) в самостоятельное семейство Caracuboxyleae Zalessky et Tschirkowa внутри группы Cordaitales.

В процессе изучения коллекций 1980-х годов, собранных в том числе вторым автором под руководством Н.С. Снигиревской в тех же типовых местонахождениях, нами был обнаружен материал анатомической сохранности, идентичный по набору признаков таксону, описанному Залесским и Чирковой.

Вслед за предположением Снигиревской об идентичности *C. bakhasuense* и молодых веточек *Archaeopteris archetypus* Schmalhausen, мы провели сравнительный анализ с некоторыми представителями праголово-семенных (*Actinopodium* Høeg, *Siderella* Read, *Actinoxylon* Matten), а также рассмотрели известные анатомические вариации внутри рода

Archaeopteris (*Callixylon*), фокусируясь на типах поровости и организации стелы.

Обсуждается вопрос о том, что различия между двумя описанными Залесским и Чирковой видами – *C. bakhasuense* и *C. arnoldii* носят преимущественно количественный, но не качественный характер, что позволяет предположить их возможную синонимию.

В типовых образцах и новых материалах сравниваются ключевые диагностические признаки рода, включая: цилиндрическую лопастную сифоностелу, мезархное расположение пучков первичной ксилемы, характер отделения листовых следов, поровость трахеид вторичной ксилемы (расположенных как группами, так и по всей поверхности трахеид), а также специфическую организацию коры с выделением зон и наличием спаргановой структуры.

Zalesskij M., Čirkova H. Observations sur deux végétaux nouveaux du Dévonien supérieur du bassin du Donetz // Изв. АН СССР. VII сер., отд. физ.-мат. наук. 1930. № 10. С. 1009–1016.

Genus *Caracuboxylon* Zalessky et Tschirkowa, 1930: type materials in the light of new findings

A.P. Lyubarova¹, S.M. Snigirevsky^{1, 2}

¹ Komarov Botanical Institute RAS, St. Petersburg, *ALyubarova@binran.ru*

² Saint Petersburg State University, St. Petersburg

Находки нематофитов в палеопочвах девона на территории Центрального девонского поля

Т.В. Алексеева

*Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН,
Пущино, alekseeva@issp.serpukhov.su*

Нематофиты – одна из наиболее проблематичных групп вымерших наземных организмов, таксономическое положение которой до сих пор до конца не установлено. Известно, что начиная с позднего силура и до конца девона эти организмы получили широкое распространение на всех континентах. Таксон объединяет организмы, характеризующиеся трубчатым строением тканей. Морфологически они представлены сферическими, листоватыми и столбчатыми формами с размером от первых мм до 10 м. Согласно последним исследованиям, *Nematophyta* не имеют аналогов в современном мире. Это наземные многолетние многоклеточные гетеротрофные не фотосинтезирующие организмы [Nelsen, Boyce, 2022]. По мнению одних авторов они наиболее близки к грибам и, возможно, являются их плодовыми телами [Hueber, 2001; Edwards, Axe, 2012; Retallack, Landing, 2014; Nelsen, Boyce, 2022] или представляют собой мега-rizоморфы [Vajda et al., 2023], по мнению других – это лишайники [Honegger, 2018]. Авторы недавней публикации о находках *Prototaxites* в Райниевых чертах [Loron et al., 2025] полагают, что это были мелкие наземные организмы особой природы, не имеющие современных аналогов. С.В. Мейен считал, что трубчатые организмы *Prototaxites*, *Nematothallus*, *Nematoplexus* принадлежат бурым водорослям. По его мнению, *Prototaxites*, в частности, представляли собой стволовые части гигантских таломов водорослей и обитали на суше [Мейен, 1987].

Исследования палеопочв девонского возраста (эйфельский, живетский и франский ярусы) в гранитном карьере г. Павловск (Воронежская обл.) привели к обнаружению в них захоронений фрагментов организмов, принадлежащих нематофитам. Несмотря на длительные мультидисциплинарные исследования отложений девона, проводившиеся на территории данного карьера начиная с 1980-х годов [Ищенко, Ищенко, 1981; Krassilov et al., 1987; Broushkin, Gordenko, 2009; Ivanov, 2009; Молошников, 2021], сведений о находках нематофитов как в этом карьере, так и на территории Центрального девонского поля (ЦДП) в целом до недавнего времени не было [Alekseeva et al., 2023; Алексеева, Алексеев, 2024; Алексеева и др., 2025]. Доизучение палеопочвы живетского возраста в карьере Михайловского ГОКа (г. Железногорск) [Alekseev et al., 2018] также показало наличие в ее профиле углистых включений, принадлежащих нематофитам. Эти находки свидетельствуют о широком распространении организмов данной группы в ландшафтах девона на территории ЦДП.

Находки нематофитов представляют собой аллохтонный уголь (размер фрагментов от первых мм до 1 см), захороненный в палеопочвах на вулканогенно-осадочных или песчаных отложениях (эйфельский и живетский ярусы), а также *in situ* подземные образования, вероятно представляющие собой ризоморфы и плодовые тела (живетский и франский ярусы). Морфология последних свидетельствует, что размеры организмов могли составлять первые десятки сантиметров.

Электронно-микроскопическое изучение материала показало, что он представляет собой трубчатые ткани, которые принадлежат как минимум четырем различным организмам. Аллохтонный уголь эйфельского и живетского возраста принадлежит остаткам *Nemataketum* Burgess et Edwards, 1988 [Filipiak, Szaniawski, 2016] и *Prototaxites logani* Dawson, 1859 [Taylor et al., 2009; Nelsen, Boyce, 2022]. Инситные подземные образования франского возраста принадлежат *Prototaxites logani*. Остатки двух других трубчатых организмов на настоящий момент не идентифицированы. Ткани *Nemataketum* представляют собой систему толстостенных беспорядочно ориентированных трубочек одного диаметра (~5 мкм). Ткани *Prototaxites logani* сложены массой трубочек двух типов: редкие продольно ориентированные трубочки диаметром ≥ 20 мкм (скелетные) и трубочки диаметром 6–7 мкм, заполняющие пространство между первыми (связующие). Изотопный состав углерода всех типов трубчатых тканей близок и составляет $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}} = -26,20 \pm 0,92\%$ (PDB).

Электронно-микроскопическое изучение материала выявило факт захоронения в трубчатых тканях нематофитов целого ряда организмов или их фрагментов. Были обнаружены колонии бактерий, фрагменты спорангии грибов и хитинового экзоскелета членистоногих, тубулярные включения. Явление захоронения организмов в тканях нематофитов ранее в литературе не обсуждалось. Исключение представляют тубулярные формы (banded tubes) часто обнаруживаемые совместно с тканями нематофитов. Природа их до настоящего времени остается предметом дискуссий [Taylor, Wellman, 2009; и др.]. Полученные в ходе исследования сведения позволили сделать вывод о том, что тубулярные формы скорее всего являются паразитами, симбионтами, либо деструкторами нематофитов.

Алексеева Т.В., Алексеев А.О. Кислая сульфатная палеопочва в отложениях среднего девона на территории Центрального девонского поля (Павловский карьер, Воронежская область) // Почвоведение. 2024. № 1. С. 14–26.

Алексеева Т.В., Пахневич А.В., Снигиревский С.М., Алексеев А.О. Первые находки нематофитов в отложениях девона (эйфельский – франский ярусы) на территории Центрального девонского поля // Фундаментальные основы палеонтологии: теория и практика. Матер. LXXI сес. Палеонтол. об-ва при РАН. – СПб.: Институт Карпинского, 2025. – С. 8–10.

Ищенко Т.А., Ищенко А.А. Среднедевонская флора Воронежской антеклизы. Киев: Наукова Думка, 1981. 112 с.

Мейен С.В. Основы палеоботаники. М.:Недра, 1987. 403 с.

Молошинков С.В. О находках дунклоостеидных панцирных рыб (Pisces, Placodermi) в Европейской части России (территория Центрального девонского поля) // Жизнь Земли. 2021. 43(1). С. 67–76.

Alekseev A.O., Alekseeva T.V., Kabanov P.B., Kalinin P.I. Palaeosols and weathering crusts of the Middle-Late Devonian in the Mikhailovskii quarry (Kursk magnetic anomaly) // Paleontol. J. 2018. Vol. 52 (10). P. 1088–1097.

Alekseeva T., Kalinin P., Malishev V., Alekseev A.O. Sulfide oxidation as a trigger for rhyolite weathering and paleosol formation in Devonian (Voronezh High, South Russia) // Catena. 2023. Vol. 220. Part A. P. 106712.

Broushkin A.V., Gordenko N.V. Istchenkophyton filiciforme gen. et sp. nov., a new small vascular plant with thick cuticle from the Devonian of Voronezh Region (European Russia) // Paleontol. J. 2009. Vol. 43. P. 1202–1216.

Edwards D., Axe L. Evidence for a fungal affinity for *Nematasketum*, a close ally of *Prototaxites* // Bot. J. Linnean Soc. 2012. Vol. 168. P. 1–18.

Filipiak P., Szaniawski H. Nematophytes from the Lower Devonian of Podolia, Ukraine // Rev. Palaeobot. Palynol. 2016. Vol. 22. P. 109–120.

Honegger R. Fossil lichens from the Lower Devonian and their bacterial and fungal epi- and endobionts // *P. Blanz* (ed.). Biodiversity and Ecology of fungi, lichens and mosses. Kerner von Marilaun Workshop 2015 in memory of Josef Poelt, 34. Wien: Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, 2018. P. 547–563.

Hueber F.M. Rotted wood-alga-fungus: history and life of *Prototaxites* Dawson 1859 // Rev. Palaeobot. Palynol. 2001. Vol. 116 (1–2). P. 123–158.

Ivanov A.O. Unique location of Givetian vertebrate communities of Central Devonian Field // Kazan Golovkinsky Stratigraphic Meeting. 2009. P. 92.

Krassilov V.A., Raskatova M.G., Istchenko A.A. A new archaeopteridalean plant from the Devonian of Pavlovsk, U.S.S.R. // Rev. Palaeobot. Palynol. 1987. Vol. 53. P. 163–173.

Loron C.C. et al. *Prototaxites* was an extinct lineage of multicellular terrestrial eukaryotes. 2025 (preprint).

Nelsen M.P., Boyce C.K. What to do with *Prototaxites*? // Int. J. Plant Sci. 2022. Vol. 183(6). P. 556–565.

Retallack G.J., Landing E. Affinities and architecture of Devonian trunks of *Prototaxites loganii* // Mycologia. 2014. Vol. 106. P. 1143–1158.

Taylor W.A., Wellman C.H. Ultrastructure of enigmatic phytoclasts (banded tubes) from the Silurian – Lower Devonian: evidence for affinities and role in early terrestrial ecosystems // PALAIOS. 2009. Vol. 24 (3/4). P. 167–180.

Taylor T.N., Taylor E.L., Krings M. Paleobotany and the evolution of plants. Burlington Massachusetts: Academic Press, 2009. 1253 p.

Vajda V. et al. *Prototaxites* reinterpreted as mega-rhizomorphs, facilitating nutrient transport in early terrestrial ecosystems // Canad. J. Microbiol. 2023. Vol. 69. P. 17–31.

Findings of nematophytes in the Devonian paleosols of the Central Devonian Field

T.V. Alekseeva

Institute of Physicochemical and Biological Problems in Soil Science RAS, Pushchino,
alekseeva@issp.serpukhov.su

Палинологическая характеристика палеопочв раннего карбона на юго-востоке Пермского Прикамья (северо-восток Волго-Уральского субрегиона)

Т.В. Стукова

Пермь, stukova_tatyana@mail.ru

Разным аспектам изучения палеопочв в последние годы уделяется достаточно много внимания [Алексеев и др., 2025; Алексеева, 2020; Алексеева и др., 2025; Мосейчик, Рябинкина, 2012; Рябинкина, 2025]. Данное исследование в основном посвящено палинологическому аспекту. Осуществлено на материале из визейских терригенных отложений (керн глубоких скважин) при проведении поисковых и геолого-разведочных работ на углеводороды.

Визейские терригенные породы на территории юго-востока Пермского Прикамья развиты повсеместно. Их стратиграфический диапазон – радаевский, бобриковский и нижняя (терригенная) часть тульского горизонтов визейского яруса нижнего карбона. Эта терригенная толща регионально продуктивна. Имеет разнофациальный характер, ее отличает как стратиграфическая, так и латеральная пестрота. Литолого-фациальными исследованиями установлено, что в рассматриваемый промежуток времени на обширной территории происходили сложные аккумулятивные процессы в условиях прибрежно-морской и аллювиально-дельтовой равнин [Пахомов, Пахомов, 1980; Стукова и др. 2005; Стукова, 2017, 2019]. Визейская терригенная толща представляла собой переходную от суши к морю зону, в которой формировался генетически разнообразный ряд отложений. Здесь периодически происходили смещение береговой линии и миграция компонентов дельты.

Доказательством развития палеопочвенных образований послужили находки остатков *Stigmaria ficoides* (Sternberg) Ad. Brongniart и *Stigmaria* sp. в керне ряда скважин. Фотоизображения объектов с определениями автора любезно просмотрены и одобрены Ю.В. Мосейчик. Определенные находки *Stigmaria* – это в основном ризофоры, инситные фоссилизированные корненосцы плауновидных растений, а также, предположительно, апендиксы ризофоров. Найдены зафиксированы на разных стратиграфических уровнях, датировка которых определена по данным палинологических исследований. Возрастная привязка местонахождений находок в разрезах разных скважин диагностируется как радаевскими, так и бобриковскими, а также тульскими спорово-пыльцевыми комплексами во вмещающих, подстилающих или покрывающих отложениях. Таким образом, возраст визейских слоев со стигмариями (палеопочвенных слоев) палинологическими данными обоснован более детально (до горизонта).

При описании керна изученных скважин из визейской терригенной толщи часто фиксируются текстуры, нарушенные многочисленными «корешками» (ризоидами). Они располагаются обычно перпендикулярно наслоению, иногда в несколько этажей. Нередко обуглены или пиритизированы, их диаметр 0,3–1,0 см. Уровни их нахождения нами принято называть «корненосными горизонтами». Это важный диагностический признак, характеризующий уровни субаэрации. В вертикальном ряду фаций визейской терригенной толщи «корненосные горизонты», как правило, занимают вполне определенное положение, оказываясь приуроченными к подугольной части седиментационных циклов, отдельные из них залегают непосредственно под тонкими прослойями углистых аргиллитов.

На изученной территории нахождение «корненосных горизонтов» зафиксировано в породах разных фациальных комплексов: дельтовых проток (в кровельной части песчаников русловой отмели); межпроточной равнины (заболоченная прибрежная равнина, периодически заливаемая морем); прибрежно-аккумулятивных образований (песчаники баровой отмели) [Стукова, 2012, 2017]. «Корненосные горизонты» также показатель существования разрушенных позднее палеопочвенных слоев.

В одном из разрезов на изученной территории в радаевских песчаниках (предположительно кровельная часть русловой отмели) зафиксирован «корненосный горизонт», выше по разрезу тонкий прослой углистого аргилита. В аргиллитах следующего циклита обнаружены ризофоры вида *Stigmaria ficoides*. Это представляется примером существования в радаевское время палеопочв. Зафиксированы отдельные компоненты протяженной во времени заболоченной прибрежной равнины, периодически заливаемой морем.

Полученные данные используются в геологических построениях (схемах корреляции, литолого-фациальных палеогеологических профильных разрезах и др.), что является важной составляющей для понимания формирования продуктивной терригенной толши, в которой сосредоточены объекты накопления и сохранения органического вещества (ОВ). И здесь важно отметить еще один аспект палинологической характеристики, который практически не используется при характеристике палеопочвенных горизонтов. Это цветовой индекс миоспор, являющийся показателем катагенетической преобразованности рассеянного ОВ (РОВ), составляющей частью которого являются миоспоры. Методика использования цветового индекса уровня катагенеза по миоспорам [Ровнина, 1983] достаточно хорошо согласуется с геохимическими исследованиями. Она нашла применение в прежних работах автора [Стукова, 2014; Стукова и др., 2019]. По палинологическим данным, в слоях предполагаемых палеопочв на изученной территории зафиксированы индексы цвета миоспор 4 и 5, что соответствует 1 и 2 стадиям мезокатагенеза РОВ, главной фазе нефтебразования. Это позволяет оценивать качество сохраненного в них орга-

нического вещества и тем самым качество нефтематеринских свойств терригенной толщи.

Алексеев А.О. и др. Ископаемые почвы девона на архипелаге Шпицберген // Фундаментальные основы палеонтологии: теория и практика. Матер. LXXI сессии Палеонтол. об-ва при РАН. – СПб.: Ин-т Карпинского, 2025. С. 5–6.

Алексеева Т.В. Почвообразование и почвы в девоне и карбоне на территории Северной Евразии: строение, типы, биота, палеоклиматические архивы и стратиграфическая значимость: автореф. дис. ... док. геол.-минер. наук. Москва, 2020. 46 с.

Алексеева Т.В., Алексеев А.О., Малышев В.В. Доэйфельское микробиальное почвообразование vs сфероидного выветривания гранитов // Палеострат-2025. М., 2025. С. 9.

Мосейчик Ю.В., Рябинкина Н.Н. К познанию визейской флоры Печорского Приуралья // *Lethaea rossica*. Рос. палеобот. журн. 2012. Т. 6. С. 1–22.

Пахомов В.И., Пахомов И.В. Визейская угленосная формация западного склона Среднего Урала и Приуралья. М.: Недра, 1980. 152 с.

Ровнина Л.В. Методика определения исходного типа и уровня катагенеза органического вещества палинологическим методом // Современные аспекты применения палинологии в СССР. Тюмень: ЗапСибНИГНИ, 1983. С. 34–38.

Рябинкина Н.Н. Палеопочвы раннего карбона на северо-востоке Европейской платформы и их связь с нефтегазоносностью // Нефтегазовая геология. Теория и практика. 2025. Т. 20. № 1. С. 1–14.

Сташкова Э.К., Пахомов В.И., Стукова Т.В. Методика исследования визейской терригенной толщи для моделирования ее строения // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. № 3–4. М.: ВНИИОЭНГ, 2005. С. 60–71.

Стукова Т.В. Метод палинофаций для уточнения обстановок древнего осадконакопления нефтегазоносной территории юга-востока Пермского Прикамья и опыт реконструкции береговой линии // Фациальный анализ в нефтегазовой литологии: Тр. II Рег. совещ. Томск, 2012. С. 66–71.

Стукова Т.В. Возможности палинологического метода при определении типа и специфики катагенеза органического вещества // Нефтяное хозяйство. 2014. № 3. С. 46–49.

Стукова Т.В. Возраст и корреляция продуктивных песчаных пластов (на примере одного из месторождений юго-востока Пермского края) // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. № 2. М.: ВНИИОЭНГ, 2017. С. 9–13.

Стукова Т.В., Пономарева Ю.А., Федотов И.С. Опыт палинологических исследований в нефтяной геологии // Вестн. Пермского ун-та. Геология. 2019. Т. 18. № 4. С. 296–306.

Palynological characteristics of the Early Carboniferous paleosols in the south-east of the Permian Kama area (north-east of the Volga-Ural Subregion)

T.V. Stukova

Perm, stukova_tatyana@mail.ru

Роль высших растений в установлении животско-франских зон на Восточно-Европейской платформе

А.Л. Юрина

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва,
flora.paleo@mail.ru

Положение границы животского и франского ярусов девона на территории Восточно-Европейской платформы (ВЕП) остается пока дискуссионным. В обсуждениях этой проблемы данные о высших растениях не учитывались. Это связано с тем, что опубликованные данные по растениям не отвечали необходимым требованиям: приводились лишь отдельные упоминания присутствия растений в разрезе или общие списки без анализа комплексов. Продолжающаяся дискуссия о положении границы среднего и верхнего девона обязывает обстоятельно рассматривать и анализировать последовательность стратонов с растениями в разрезе и их таксономический и систематический составы с позиций современной ботанической систематики и современной трактовки возраста флоросодержащих отложений. Нами проанализированы растения и их возрастные привязки из 20 местонахождений четырех регионов ВЕП (Главное девонское поле – ГДП, Центральное девонское поле – ЦДП, Среднее и Нижнее Поволжье, Тиман), известные с конца прошлого века и описанные ныне. В анализе учитывались только монографически описанные растения, а также изученные в коллекциях музеев и личных сборов палеоботаников. Растения списочного состава не обсуждались. Из-за отсутствия в русской литературе рекомендаций по выделению по макрофлоре девона структурных компонентов зональной схемы, мы опирались на теоретические предпосылки, разработанные для схемы по макрофлоре девона Земного шара американским палеоботаником Х. Бэнксом [Banks, 1980]. Он создал схему на новой методической основе, учитывающей развитие у растений эволюционных преобразований, и выделил для силурийско-девонских флор 7 комплексных родовых зон (*generic assemblage zones*), назвал их по характерному роду и связал с палинозонами. Зоны базировались на признаках стратиграфически датированных растений с глобальным распространением, с новыми эволюционными элементами строения. Для животско-франского времени Бэнкс предложил 2 зоны: V зона *Svalbardia* (живетский ярус без нижней части) и VI зона *Archaeopteris* (франский ярус – средний фамен). Нижние границы зон определялись по появлению родов прогимноспермов с медуллизированной актиностелой (зона *Svalbardia*) или прогимноспермов с эвстелой со вторичной древесиной пикноксилического типа (зона *Archaeopteris*); учитывались сопутствующие роды плауновидных по типу развития репродуктивных структур; предпочтение по выделению комплексов по высшим растениям отдавалось родовым таксонам.

Живетские флороносные отложения на ВЕП (ГДП, ЦДП, Поволжье и Южный Тиман) охватывают интервал от ардатовского горизонта до нижнетиманского подгоризонта, в котором мы выделяем комплексную V зону *Svalbardia* с 6 родами растений: плауновидные – *Leclercqia Banks*, *Bonamo et Grierson*, *Precyclostigma Lejal-Nicol*; кладоксиевые папоротники – *Pseudosporochnus H. Potonié et Bernard*; папоротниковые – *Istchenkophyton Broushkin et Gordenko*; археоптерисовые прогимноспермы – *Svalbardia Høeg*, *Radicites H Potonié*. Эта зона имеет общие признаки с зоной *Svalbardia* Бэнкса. Основание зоны не связано с границей эйфеля – живета как по данным Бэнкса, так и по нашим на ВЕП, а начинается выше. На ГДП оно фиксируется в отложениях буртниекского региона с сообществом рода *Pseudosporochnus*. Активное развитие рода-индекса прогимносперма *Svalbardia* также общий признак зон, на ВЕП в живете известно до четырех-пяти видов этого рода.

Верхнедевонские растения расположены на двух стратиграфических уровнях. Нижний уровень выделен из верхнетиманского подгоризонта, плявинского и саргаевского регионаров, коррелируемых с нижним франом, и представлен комплексом из 8 родов, резко на 90% отличающимся от верхнеживетского: плауновидные (иные роды) – *Kossoviella Petrosjan*, *Lepidodendropsis Lutz*; первые хвощевые – *Pseudobornia Nathorst*, *Sphenophyllum Ad. Brongniart*; кладоксиевые папоротники – *Pietzschia Gothan*; первое появление родов археоптерисовых прогимноспермов *Archaeopteris Stur*, *Callixylon Zalessky* и новые виды прежнего рода *Svalbardia*. Стратиграфическое положение этого комплекса соответствует нижним частям зоны *Archaeopteris* Бэнкса, нижняя граница которой совпадает с границей живетского и франского ярусов, что также отмечается на ВЕП по первому появлению рода-индекса *Archaeopteris* и особенно *Callixylon*. Второй уровень верхнедевонской флоры (12 видов из 8 родов) отмечается в петинском (ЦДП, петинская свита) и сирачайском горизонтах Тимана (устьбезмошицкая свита). Оба уровня составляют значительный состав зоны *Archaeopteris*, распространенной на Среднем и Северном Тимане и редко в центре платформы.

На основании анализа высших растений предложено выделять две родовые зоны: живетскую *Svalbardia* и франскую *Archaeopteris* (значительную часть верхнедевонской зоны *Archaeopteris* без фамена). Граница живетского и франского ярусов по высшим растениям на ВЕП пока распознается в виде 3 версий на уровне региональных ярусов: (ГДП – в основании саргаевского; ЦДП – в основании яматского; на Среднем и Северном Тимане – в основании верхнетиманского подгоризонта).

С.В. Мейен [1987] познакомился с работой Х. Бэнкса в самые последние годы своей замечательной и необыкновенно творческой жизни. Он принял схему деления девона Х. Бэнксом на 7 флористических зон и кратко охарактеризовал каждую с предложением подумать о выделении особых фитохорий для каждой зоны. Этот завет великого Сергея Викторо-

вича Мейена мы еще не выполнили, но пытаемся приблизиться к его решению.

Мейен С.В. Основы палеоботаники: Справочное пособие. М.: Недра, 1987. 404 с.

Banks H.P. Floral assemblages in the Siluro-Devonian // *D.L. Dilcher, T.N. Taylor* (eds.). Biostratigraphy of fossil plants. Stroudsbourg: Dowden, Hutchinson and Ross, 1980. P. 1–24.

The role of higher plants in the establishment of Givetian-Frasnian Zones on the East-European Platform

A.L. Jurina

Lomonosov Moscow State University, Moscow, flora.paleo@mail.ru

Глобальные макрофлористические зоны нижнего карбона

Ю.В. Мосейчик

Геологический институт РАН, Москва, mosseichik@mail.ru

Проведенный автором [Мосейчик, 2022а, б] анализ макрофлористических последовательностей различных регионов мира показал, что в историческом развитии флор раннего карбона могут быть выделены четыре крупных этапа. Каждый из них характеризуется определенным уровнем морфологической организации растений, отраженным в характерном для этих этапов наборе морфотаксонов родового и видового ранга. Достаточно надежная увязка региональных макрофлористических последовательностей с данными по фауне, миоспорам и абсолютным датировкам позволяет установить, что указанные характерные морфотипы и морфотаксоны появляются и распространяются геологически одновременно в разных термических поясах на разных палеоконтинентах. Это позволило автору выделить четыре глобальные макрофлористические зоны (глоны), позволяющие коррелировать региональные флористические последовательности и соответствующие фитостратиграфические подразделения. Границы макрофлористических глон, в некоторых случаях, не совпадают с границами стандартных ярусов, что отражает собственную, внутреннюю этапность эволюции растений.

Можно указать следующие морфо-анатомические особенности растений, характерные для выделенных глон нижнего карбона.

Глона *Cyclostigma* (верхи фамена – нижний турне)

1. Появляются:

- древовидные плауновидные со *Stigmaria*-подобными ризофорами;
- эвстелические членистостебельные типа *Archaeocalamites* (с прямым прохождением проводящих пучков через узел).

2. Заканчивают свое существование:

- археоптериевые прогимноспермы;
- плауновидные *Leptophloeum*.

Глона *Lepidodendropsis* (верхний турне – нижний визе)

1. Появляются растения с кардиоптероидной папоротниковой листвой.

2. Характерны:

- мелкоподушечные плауновидные (с длиной листовых подушек не более 1 см);
- растения со сfenоптероидной папоротниковой листвой.

Глона *Lyginopteris* (верхний визе – большая часть серпуховского яруса)

1. Появляются:

- папоротники с языковидными перышками;
- эвстелические членистостебельные типа *Mesocalamites* (с проводящими пучками, которые могут как чередоваться, так и не чередоваться в узлах).

2. Характерны крупноподушечные плауновидные (с длиной листовых подушек до 3 см).

3. Массово распространяются птеридоспермы с отделяющимися семенами и разнообразной листвой сfenоптероидного, кардиоптероидного и невроптероидного типов.

Глона *Cordaites* (верхи серпуховского яруса – средний карбон?)

Характеристика касается только нижней части глоны, поскольку положение ее верхней границы пока точно не установлено.

1. Появляются:

- эвстелические членистостебельные типа *Calamites* (с проводящими пучками, чередующимися в узлах);
- кордаитовые голосеменные.

2. Характерны птеридоспермы с отделяющимися семенами и листвой сfenоптероидного, кардиоптероидного и невроптероидного типов.

Становление и развертывание перечисленных выше морфотипов во времени происходит, конечно, не мгновенно и не равномерно. Но в геологических масштабах времени эти массовые мутации могут рассматриваться как практически одновременные, что и позволяет делать межрегиональные стратиграфические сопоставления. Л.С. Берг [1977, с. 86] по этому поводу писал: «Преобразование одних форм происходит периодически, как бы скачками: известный промежуток времени вид находится в состоянии покоя, а затем вдруг наступает процесс образования нового. На этом явлении и основывается разделение геологической истории на века, эпохи, периоды, эры и пр.»

Для предлагаемых глон, также как для силурийско-девонских глон шкалы Х.П. Бэнкса [Banks, 1980] и большинства региональных макрофлористических зон, стратотипы не выделяются – такова европейско-североамериканская традиция, господствующая в фитостратиграфии карбона и более древних отложений. Возможность построения непротиворечивой зональной стратиграфии без формального выделения стратотипов показана О. Шиндевольфом [1975].

Берг Л.С. Труды по теории эволюции. Л.: Наука, 1977. 387 с.

Мосейчик Ю.В. Фитостратиграфия нижнего карбона: региональные последовательности и глобальные зоны. 1. Флоры Евразии и Гондваны // Lethaea rossica. Рос. палеобот. журн. 2022а. Т. 24. С. 1–31.

Mosseichik I.O. Фитостратиграфия нижнего карбона: региональные последовательности и глобальные зоны. 1. Флоры Катазии, Ангариды и Казахстана // *Lethaea rossica*. Рос. палеобот. журн. 2022б. Т. 25. С. 1–22.

Шиндельвальф О. Стратиграфия и стратотип. М.: Мир, 1975. 135 с.

Banks H.P. Floral assemblages in the Siluro-Devonian // *D.L. Dilcher, T.N. Taylor* (eds.). Biostratigraphy of fossil plants. Stroudsburg: Dowden, Hutchinson and Ross, 1980. P. 1–24.

Global macrofloral zones of the Lower Carboniferous

Yu.V. Mosseichik

Geological Institute RAS, Moscow, mosseichik@mail.ru

О возрасте стратотипа каезовского горизонта (средний карбон Кузбасса) по палеоботаническим данным

Л.Г. Пороховниченко

*Национальный исследовательский Томский государственный университет,
Томск, plg@t-sk.ru*

Каезовская свита и одноименный горизонт введены в стратиграфическую схему Кузнецкого бассейна в 1979 году [Решения..., 1982] путем разделения «острогской свиты» (и придания ей ранга подсерии) на евсеевскую нижнюю и каезовскую верхнюю свиты. В качестве парагенетотипа свиты и стратотипа горизонта принят палеонтологически охарактеризованный разрез, находящийся в юго-восточной части Кузбасса по р. Томь выше д. Камешок и известный как разрез выше улуса Каэзо или горы Малиновой.

В первые нижнее звено угленосных отложений в юго-восточной части Кузбасса было выделено профессором ТГУ В.А. Хахловым в качестве свиты Н₀ или «каезовской серии» [Хахлов, 1932]. На основании изучения флоры из Камешковского разреза [Хахлов, 1932, 1934] В.А. Хахлов приходит к выводу [Хахлов, 1935] об ее среднекаменноугольном возрасте. Стратиграфическим аналогом свиты Н₀ в южной части Кузбасса, по его мнению, является верхняя часть свиты Н₀ в Кемеровском районе (ныне она соответствует мазуровской свите нижнебалахонской подсерии).

В 1959 году исследования в юго-восточной части Кузбасса возглавляла геолог Западно-Сибирского геологического управления Н.П. Тараканова, а палеоботаническое сопровождение проводила С.Г. Горелова. Отложения Камешковского и близко расположенного от него разреза по р. Майзас были отнесены к «острогской свите». В этих разрезах прослежены все три выделенные С.Г. Гореловой фитогоризонта, датированные по флоре визе – намюром [Горелова, 1962]. Разрез по р. Майзас отнесен к первому фитогоризонту (соответствует евсеевской свите), Камешковский разрез ко второму и третьему фитогоризонту. В дальнейшем третий фитогоризонт отнесен к мазуровской свите [Бетехтина, Горелова, 1975].

Значительные расхождения в описании Камешковского разреза имеются у В.А. Хахлова и Н.П. Таракановой при сопоставимых мощностях разреза. По В.А. Хахлову в обнажении породы собраны в складки с единственным пластом золистого угля, повторяющегося в разрезе виде пропластков и выклинивающихся углистых линз и расположенного примерно в середине обнаженной части разреза. Основание свиты начинается не конгломератами, так как оно вообще не вскрыто. Разрез по Н.П. Таракановой составлен иначе. Пласт Камешковский не единственный, фигурируют еще пропластки угля, а основание горизонта представлено базальными конгломератами.

Флору из Камешковского обнажения в разные годы изучали Г.П. Радченко [1955], М.Ф. Нейбург [1948], семена – С.В. Сухов [1969], но систематически с геологическим сопровождением только С.Г. Горелова [1962; Бетехтина, Горелова, 1975; Горелова и др., 1973а, б; Горелова, Батяева, 1988].

Относительно флористического комплекса, выделенного С.Г. Гореловой [Бетехтина, Горелова, 1975] до пласта Камешковского (второй ее фитогоризонт), возникают вопросы по его составу. Особо отмечены характерные для каезовского комплекса «*Rhodea yavorskyi*» и «*Caenodendron neuburgianum*», по появлению которых в разрезе Майзас прослежена нижняя граница каезовского горизонта, распространяемая и на Камешковский разрез. По сопутствующей ассоциации видов *Angaropteridium* с этими таксонами выделен «флористический корреляционный слой», прослеженный во многих разрезах Кузбасса и за его пределами [Бетехтина, Горелова, 1988].

Однако экземпляр, обозначенный как *Caenodendron neuburgianum* [Горелова и др., 1973б, табл. 3, фиг. 1; Бетехтина, Горелова, 1975, табл. VIII, фиг. 1, 2], по признакам не соответствует ключу для определения этого вида. На то, что род *Caenodendron* не имеет четко выраженных диагностических признаков и требует полного пересмотра, указывал С.В. Мейен [1990; Meyen, 1976].

Вид «*Rhodea yavorskyi*» еще слабо изучен и определяется, в основном, по небольшим фрагментам, очень напоминающим сильно рассеченные листовые пластинки, принадлежащие *Angaridium*. Остальные виды являются «проходящими». Разнообразие видов *Angaropteridium*, выявленное в комплексе только по перышкам и без указания способа их прикрепления, достаточно формально.

Следует отметить, что одни и те же виды, включая кордайты, повторяются по разрезу свиты в интервале от ее основания до кровли пласта Камешковского [Бетехтина, Горелова, 1975]. Это наводит на мысль о существовании складки, о которой изначально писал В.А. Хахлов [1932], и, возможно, ошибочном определении положения слоев Н.П. Таракановой из-за выклинившегося угольного пласта по простиранию.

Растительные остатки из Камешковского разреза по сборам В.А. Хахлова (1930–1932 гг., Палеонтологический музей ТГУ, колл. №№ 10, 29 и 36) нами ревизованы и заново определены. В качестве надежно привязанного репера служат растительные остатки, собранные лично В.А. Хахловым из нижней аргиллитовой толщи, что значительно ниже пласта Камешковского и любых угольных прослоев, определенные им как *Angaropteridium neuropteroides* и *Noeggerathiopsis* sp. [Хахлов, 1932] и переопределенные нами как *Neuropteris tomiensis* и *Cordaites* sp. Флора из второго местонахождения находится выше пласта Камешковского и содержит более богатый комплекс.

В результате дополнительного изучения коллекций В.А. Хахлова уточнены данные по составу флоры Камешковского комплекса и каменноугольных комплексов из стратотипов и опорных разрезов Кузбасса [Пороховников, 2014, 2024, 2025]. Наибольшее сходство наблюдалось с комплексом кровли пласта Украинского, в подошве которого проводится граница между острогской и нижнебалахонской подсериями в стратотипическом Кемеровском районе. Ядро обоих комплексов составляют разные виды *Angaridium*, *Cordaites*, *Neuropteris* и *Dichophyllites*, знаменующие начало нового птеридоспермово-кордаитового этапа развития флоры Ангариды, а также реликты в виде *Angarodendron* и *Rhodeopteridium*. Это свидетельствует о выравнивании палеогеографических обстановок и изохронности в развитии флор северного и южного районов Кузбасса в раннемазуровское время.

Первое появление в Камешковском разрезе *Cordaites* вместе с *Neuropteris* приурочено к середине разреза, что является основанием для перемещения нижней границы мазуровского горизонта по крайней мере в середину разреза и отнесение флороносных отложений на данном этапе к нижнемазуровскому подгоризонту.

Бетехтина О.А., Горелова С.Г. К вопросу об «острогской свите» Кузбасса // Тр. ИГиГ СО АН СССР. 1975. Вып. 220. С. 93–105.

Горелова С.Г. Фитостратиграфия острогской свиты Кузнецкого бассейна // Вестн. Зап.-Сиб. и Новосиб. геол. управлений. № 3. Новосибирск, 1962. С. 46–54.

Горелова С.Г., Батяева С.К. Растения // И.Т. Журавлева, В.И. Ильина (ред.). Верхний палеозой Ангариды. Новосибирск: Наука, 1988. С. 71–80.

Горелова С.Г., Меньшикова Л.В., Халфин Л.Л. Фитостратиграфия и определитель растений верхнепалеозойских угленосных отложений Кузнецкого бассейна. Ч. I. Кемерово, 1973а. 168 с. (Тр. СНИИГГиМС. Вып. 140.)

Горелова С.Г., Меньшикова Л.В., Халфин Л.Л. Фитостратиграфия и определитель растений верхнепалеозойских угленосных отложений Кузнецкого бассейна. Ч. II. Кемерово, 1973б. 114 с. (Тр. СНИИГГиМС. Вып. 140.)

Мейен С.В. Каменноугольные и пермские лепидофиты Ангариды // С.В. Мейен. Теоретические проблемы палеоботаники. М.: Наука, 1990. С. 76–124.

Нейбург М.Ф. Верхнепалеозойская флора Кузнецкого бассейна. Л.: Изд-во АН СССР, 1948. 343 с.

Пороховников Л.Г. К палеоботанической характеристике каэзовского горизонта Кузбасса (средний карбон) // Современные проблемы географии и геологии. Томск, 2014. С. 697–702.

Пороховников Л.Г. Новые данные по флоре каэзовского горизонта Кузбасса // Верхний палеозой России. Современная стратиграфия: методы и приложения. Казань, 2024. С. 72.

Пороховников Л.Г. Новые данные по каменноугольной флоре Кузнецкого бассейна // Фундаментальные основы палеонтологии: теория и практика. Тр. LXXI сес. Палеонтол. об-ва при РАН. СПб.: Институт Карпинского, 2025. С. 123–124.

Радченко Г.П. Руководящие формы верхнепалеозойской флоры Саяно-Алтайской области // Атлас руководящих форм ископаемых фауны и флоры Западной Сибири. Т. 2. М.: Госгеолтехиздат, 1955. С. 42–154.

Решение Всесоюзного совещания по разработке унифицированных схем докембрия, палеозоя и четвертичной системы Средней Сибири. Средний и верхний палеозой. Новосибирск: СНИИГГиМС, 1982. 129 с.

Сухов С.В. Семена позднепалеозойских растений Средней Сибири. Л.: Недра, 1969. 264 с. (Тр. СНИИГГиМС. Вып. 64.)

Хахлов В.А. Геологический разрез продуктивной толщи в юго-восточной части Кузбасса // Изв. Зап.-Сиб. геол.-развед. треста. 1932. Т. XII. Вып. 2. С. 3–54.

Хахлов В.А. Палеоботаническое обоснование новой стратиграфической схемы Кузбасса. Новосибирск: ГНТГИ ОНТИ, 1934. С. 3–28.

Хахлов В.А. О стратиграфии угленосных отложений Кемеровского района Кузбасса // Тр. Томск. ун-та. 1935. Т. 88. С. 1–27.

Meyen S.V. Carboniferous and Permian lepidophytes of Angaraland // Palaeontographica B. 1976. Bd. 157. S. 112–157.

On the age of the Kaezovsky Horizon (Middle Carboniferous of Kuznetsk Basin) stratotype based on paleobotanical data

L.G. Porokhovnichenko

National Research Tomsk State University, Tomsk, *plg@t-sk.ru*

Необычные представители семейства Rufloriaceae в пермских отложениях Восточно-Европейской платформы

А.В. Гоманьков

*Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург,
gomankov@mail.ru*

Из пермских отложений Восточно-Европейской платформы известна группа пинопсидных растений, представленная родами *Steirophyllum* Eichwald, 1854, emend. Gomankov, 1995, *Entsovia* S. Meyen, 1969 и *Dubenskia* Gomankov, 2023. Эти роды, установленные для листьев и облиственных побегов, характеризуются присутствием дорзальных желобков, а также очень сходным строением устьичных аппаратов: устьица всегда имеют правильную круглую форму, а побочные клетки осложнены высокими папиллами, нависающими над замыкающими клетками. Эти особенности позволяют рассматривать три указанных рода как достаточно компактную таксономическую группу сравнительно низкого ранга, распространенную от Тимана до Оренбургского Приуралья и от кунгурского яруса до уржумского.

Таксономическое положение данной группы остается, однако, неопределенным из-за отсутствия надежных сведений о фруктификациях, которые были присущи ее представителям. Проблема осложняется еще тем обстоятельством, что роды *Steirophyllum*, *Entsovia* и *Dubenskia* встречаются довольно редко и, как правило, вместе с другими растениями, из-за чего с ними не удается связать какие-либо фруктификации на основании ассоциаций в одних и тех же местонахождениях. Исключение составляет лишь местонахождение Вострое, приуроченное к уржумским отложениям бассейна р. Сухона (Вологодская обл.), где доминируют листья *Steirophyllum gomankovii* (Meyen et Smoller) Gomankov и вместе с ними в захоронении встречен только один остаток (отпечаток с фитолеймой), который может быть интерпретирован как остаток женской фруктификации.

Как показало детальное морфологическое и эпидермальное исследование данного остатка, он может относиться к роду *Pholidophyllum* Zalessky, 1937, emend. Ignatiev, 2011. Этот род объединяет уплощенные билатерально симметричные вееровидные полиспермы, возникшие, по-видимому, в результате слияния отдельных элементов (семяношек и главной оси) полисперма, который имел вид радиально симметричного спирального побега. Благодаря своему архетипическому сходству с другими родами, установленными для женских фруктификаций руфлориевых (*Krylovia* Chachlov, *Gaussia* Neuburg, *Bardocarpus* Zalessky, *Pukhontella* Ignatiev, *Suchoviella* Ignatiev et S. Meyen), род *Pholidophyllum* обычно относится к семейству Rufloriaceae. И если остаток из местонахождения

Вострое – действительно кладосперм рода *Pholidophyllum*, то вместе с наличием дорзальных желобков это является веским аргументом в пользу включения рассматриваемой группы в семейство Rufloriaceae, хотя, конечно, нельзя игнорировать и своеобразие листьев ее представителей по сравнению с «типичными» представителями рода *Rufloria* S. Meyen. Вероятно, в составе семейства Rufloriaceae рассматриваемые растения заслуживают выделения в отдельную трибу.

The unusual Rufloriaceae in the Permian of the East-European Platform

A.V. Gomankov

Komarov Botanical Institute RAS, St. Petersburg, gomankov@mail.ru

ПАЛЕОБОТАНИКА И ПАЛИНОЛОГИЯ МЕЗОФИТА

Распространение рода *Sapindopsis* Fontaine (*Platanaceae*) в мелу Северного полушария и его морфологическое разнообразие

Л.Б. Головнева¹, А.А. Золина¹, Е.Б. Волынец², Е.В. Бугдаева²

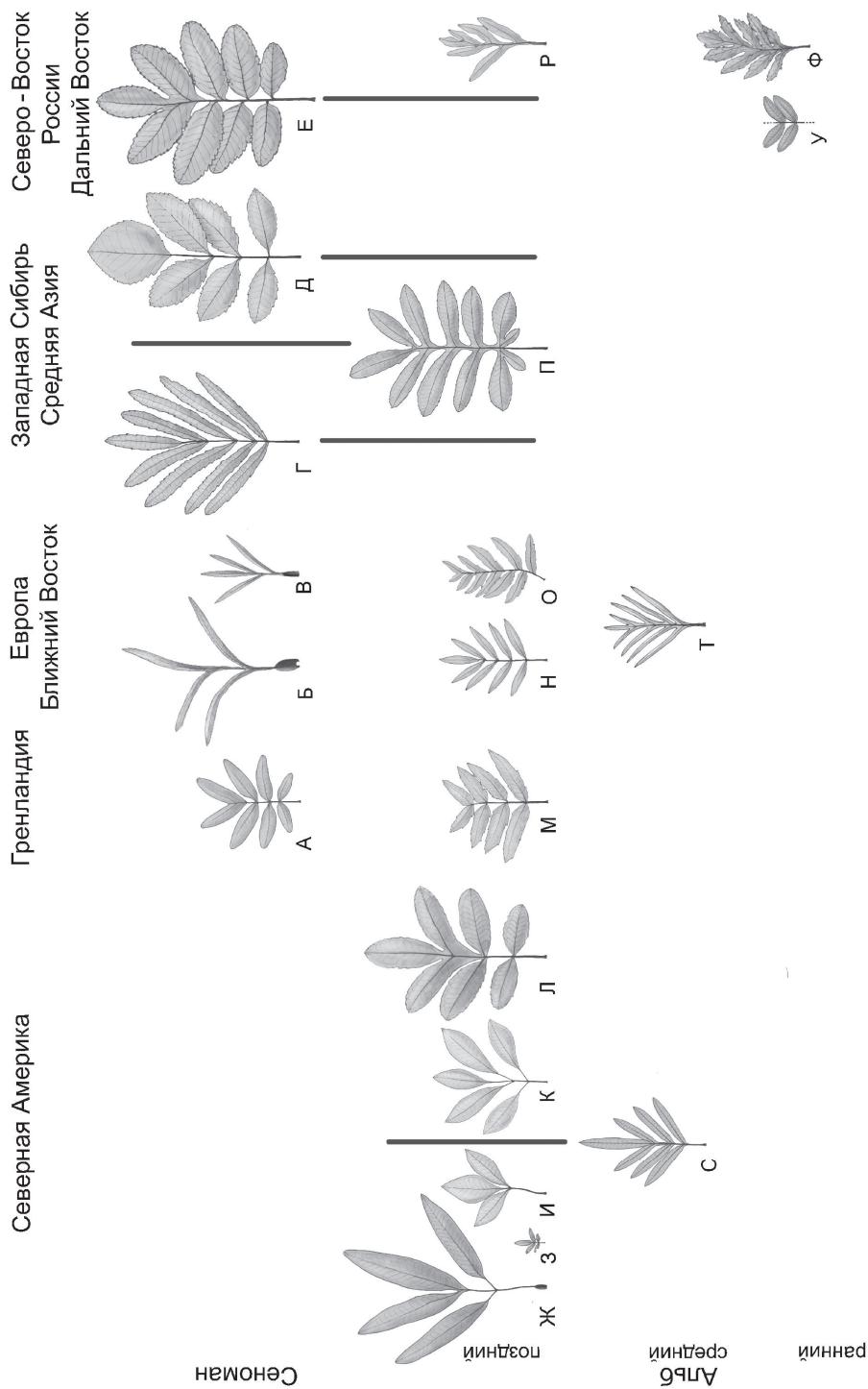
¹ Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург,
golovneva@binran.ru, azolina@binran.ru

² Федеральный Научный Центр Биоразнообразия наземной биоты
Восточной Азии ДВО РАН, Владивосток

Родовое название *Sapindopsis* Fontaine было предложено для перистых листьев из нижнемеловой формации Патапско группы Потомак в Северной Америке [Fontaine, 1889]. Исследование эпидермального строения листьев из типовых отложений, а также ассоциированных с ними генеративных структур указывает на принадлежность рода *Sapindopsis* к семейству платановые [Upchurch, 1984; Crane et al., 1993].

В настоящее время род *Sapindopsis* включает более 20 видов. В результате анализа географического и стратиграфического распространения рода было показано, что представители рода *Sapindopsis* существовали с раннего альба до сеномана (или, возможно, до раннего турона). Самыми ранними находками являются два вида из френцевской свиты Приморья (ранний – средний альб): *S. orientalis* Volynets, Golovneva et Zolina и *Sapindopsis* sp. 1, представленный фрагментарным материалом. В среднем альбе остатки рода *Sapindopsis* известны с обширной территории в Северной Америке и Европе. На поздний альб приходится наибольшее видовое разнообразие и самое широкое распространение рассматриваемого рода. В это время известно четырнадцать видов *Sapindopsis*, которые были распространены на территории Северной Америки, Европы, Гренландии, Ближнего Востока, Западной Сибири и Средней Азии. В сеномане число видов сокращается до семи. В это время род исчезает в Северной Америке и Европе. Большинство видов известно из Средней Азии и Западной Сибири и имеют узкое географическое и стратиграфическое распространение.

Подавляющее большинство представителей рода *Sapindopsis* распространено в средних широтах. Самым северным видом является *S. asiatica* (G. Philippova) Golovneva et Zolina из бассейна р. Анадырь (Чукотка).



← Рисунок. Морфологическое разнообразие листьев *Sapindopsis*: А – *S. angusta* (Heer) Seward et Conway; Б – *S. anhouryi* Dilcher et Basson; В – *S. lebanensis* Krassilov et Maslova; Г – *S. neuburgae* (Vachrameev) Golovneva; Д – *S. janshinii* (Vachrameev) Golovneva; Е – *S. asiatica* (G. Philippova) Golovneva et Zolina; Ж – *S. powelliana* (Lesquereux) H. Wang et Dilcher; З – *S. minutifolia* Upchurch, Crane et Drinnan; И – *Sapindopsis* sp. А; К – *Sapindopsis* sp. В; Л – *S. belviderensis* Berry; М – *S. ravnkloefensis* Boyd; Н – *Sapindopsis* sp. 2; О – *S. cf. heterophylla* Fontaine; П – *S. kryshtofovichii* (I. Lebedev) Golovneva; Р – *S. chinensis* Golovneva, Volynets et Sun Yuewu; С – *S. magnifolia* Fontaine; Т – *S. turolensis* Sender, J.A. Doyle, Villanueva-Amadoz, Pons, Diez et Ferrer; У – *Sapindopsis* sp. 1; Φ – *S. orientalis* Volynets, Golovneva et Zolina

Палеоширота данного местонахождения составляет около 74°. Наиболее южные находки *Sapindopsis* известны из Ливана (палеоширота 11°) и Израиля (палеоширота 8°).

Род *Sapindopsis* характеризуется быстрой адаптивной радиацией и большим количеством недолговечных эндемичных видов. Это разнообразие сформировалось за счет изменения следующих признаков: размера листовой пластинки, количества и формы листочеков, рассечения листовой пластинки, развития черешков, расположения листочеков, структуры края, изгиба стебля, структуры вторичного и третичного жилкования.

Сеноманские *Sapindopsis* обычно крупнее раннеальбских и среднеальбских, но эта тенденция не является абсолютным правилом. При этом позднеальбские виды очень разнообразны по размерам. Листья у *Sapindopsis* варьируют от перисто-рассеченных с долями, соединенными тонким крылом, до перисто-сложных с сидячими или черешковыми листочками (см. рисунок). Рассеченность листовой пластинки значительно различается как внутри вида, так и между видами, а также внутри листовой пластинки. Дж. Дойл и Л. Хики [Doyle, Hickey, 1976] предположили, что сложные листья *Sapindopsis* могли произойти от перистых. Однако изучение раннеальбских видов показало, что сложные листья существовали уже у древнейших представителей рода. Последовательность появления остатков из группы Потомак свидетельствует, что среднеальбские представители рода имеют более просто организованное жилкование, чем позднеальбские [Doyle, Hickey, 1976]. Эта тенденция проявляется в слабой дифференциации между жилками второго и более высоких порядков.

Таким образом, основные тенденции в морфологической эволюции рода включают увеличение расчлененности листьев, размеров, а также дифференциации листовых пластинок. Большинство видов *Sapindopsis* имеют мезоморфный облик и известны из прибрежных отложений. Вероятно, они были частью прибрежных лесных растительных сообществ. Листья только двух наиболее южных видов (*S. anhouryi* Dilcher et Basson и *S. lebanensis* Krassilov et Maslova) имеют более ксероморфный облик.

Исследование выполнено при поддержке гранта РНФ № 24-24-00492.

Crane P.R., Pedersen K.R., Friis E.M., Drinnan A.N. The earliest platanoids: fossil inflorescences and leaves from the Potomac Group (Early Cretaceous, middle Albian) of Eastern North America // Systematic Botany. 1993. Vol. 18. P. 328–344.

Doyle J.A., Hickey L.J. Pollen and leaves from the mid-Cretaceous Potomac Group and their bearing on early angiosperm evolution // *C.B. Beck* (ed.). Origin and Early Evolution of Angiosperms. New York: Columbia University Press, 1976. P. 139–206.

Fontaine W.M. The Potomac or younger Mesozoic flora // U.S. Geological Survey Monograph. 1889. Vol. 15. P. 1–377.

Upchurch G.R. Cuticle evolution in Early Cretaceous angiosperms from the Potomac Group of Virginia and Maryland // Annals of the Missouri Botanical Garden. 1984. Vol. 71. P. 522–550.

Distribution of the genus *Sapindopsis* Fontaine (Platanaceae) in the Cretaceous of the Northern Hemisphere and its morphological diversity

L.B. Golovneva¹, A.A. Zolina¹, E.B. Volynets², E.V. Bugdaeva²

¹ *Komarov Botanical Institute RAS, Saint Petersburg,*
golovneva@binran.ru, azolina@binran.ru

² *Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity,*
Far Eastern Branch of Russian Academy of Sciences, Vladivostok

Род *Arctopteris* (Pteridaceae) в меловых флорах Северо-Востока России

А.А. Грабовский

Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург,

paleochukotka@gmail.com

Род *Arctopteris* Samylina относится к папоротникам сем. Pteridaceae E.D.M. Kirchner и был описан В.А. Самылиной из нижне-среднеальбских отложений буор-кемюсской свиты Зырянского угленосного бассейна.

Остатки листьев рода *Arctopteris* в меловых отложениях Северо-Востока России, представлены 6 видами: *A. kolymensis* Samylina (ранний – средний альб), *A. obtusipinnata* Samylina (ранний – средний альб), *A. rari-nervis* Samylina (ранний альб – коньак), *A. penzhinensis* E. Lebedev (турон – коньак), *A. ilirnensis* Golovneva (турон – поздний сантон) и *A. rarytkinensis* Vassilevskaja (коньак – даний). Из нижне-среднеальбских отложений буор-кемюсской свиты Зырянского угленосного бассейна отмечено два вида: *A. kolymensis* и *A. rarinervis*. Последний вид был нами также отмечен из нижне-среднеальбских отложений айгурской и галимовской свит Балыгычан-Сугойского прогиба и из верхнеальбских-нижнетуронских отложений кривореченской свиты р. Анадырь, а также из коньакских отложений тыльпэгыргынайской и поперечненской свит хр. Пекульней.

Вид *A. obtusipinnata* отмечен только из отложений айгурской свиты Балыгычан-Сугойского прогиба.

Вид *A. penzhinensis* известен только из нижней (турон) и средней (коньак) части валижгенской свиты Северо-Западной Камчатки. Вид *A. ilirnensis* отмечен в турон-коньакских отложениях арманской свиты р. Армань. Остатки листьев *A. ilirnensis* известны из коньакских отложений чинганджинской свиты р. Чинганджа, гидринской и кананыгинской свит р. Кананыга, амкинской свиты р. Улья, вороныинской и коэквуньской свит р. Палываам, а также для верхнесантонских отложений эмунэрэтской свиты р. Эмунэрэтвеем.

Вид *A. rarytkinensis* известен из тыльпэгыргынайской и поперечненской свит хр. Пекульней и нижекампанских отложений барыковской свиты бухты Угольной. Этот вид также известен из маастрихт-датских отложений рапыткинской свиты хр. Рапыткин.

Таким образом, период существования рода *Arctopteris* на Северо-Востоке России охватывает время с альба по маастрихт – даний.

Genus *Arctopteris* (Pteridaceae) in the Cretaceous Floras of the northeast of Russia

А.А. Grabovskiy

Komarov Botanical Institute RAS, St. Petersburg, *paleochukotka@gmail.com*

Результаты палинологического изучения раннемеловых отложений в районе Коровинской губы Печорского моря

Л.А. Селькова

Институт геологии им. ак. Н.П. Юшкина ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар,
laselkova@mail.ru

Полученные данные представляют собой результаты анализа ископаемой пыльцы и спор из отложений скважины № 3, находящейся в районе Коровинской губы Печорского моря (см. рисунок). Целью работы было выделение палинологических комплексов и определение возраста осадочных пород.

Отложения представлены чередованием различных пород: глины темно-зеленовато серые, твердые, с глауконитом; глинистый алевролит, слабослюдистый, плотный слабосцементированный; глина аргиллитоподобная, черная, твердая, с жирным блеском, по сколам трещиноватая, с микропрослойками алеврита серого пылеватого; песчаник серый, с зеленоватым оттенком, пылевато-зернистый, неслоистый, слюдисто-кварцевый, плотный, слабосцементированный.

На палинологический анализ с интервала глубин 97–313 м было отобрано 25 образцов, техническая подготовка которых проводилась по общепринятой методике обработки соляной, азотной, плавиковой кислотами, пирофосфатом натрия. С помощью центрифугирования в тяжелой кадмиевой жидкости проводилось разделение на органическую и минеральную фракцию. Все образцы содержали микрофитофоссилии хорошей сохранности. В результате анализа выделены два палинокомплекса готеривского и барремского возраста.



Рисунок. Карта расположения скважины № 3

Готеривский комплекс характеризуется преобладанием спор (73–84%) над пыльцой (16–27%). В споровой части основной фон составляют споры глейхениевых (16–41%) и схизейных (32–48%) папоротников. Среди глейхениевых встречаются споры *Gleicheniidites angulatus* (Bolchovitina) Bolchovitina, *G. delicatus* (Bolchovitina) Pocock, *G. dicarpoides* Grigorjeva, *G. granulatus* Grigorjeva, *G. laetus* (Bolchovitina) Bolchovitina, *G. radiatus* (Bolchovitina) Bolchovitina, *G. rasilis* (Bolchovitina) Bolchovitina, *G. senonicus* Ross, *G. toriconcavus* Krutsch., *G. triplex* (Bolchovitina) Grigorjeva, *G. umbonatus* (Bolchovitina) Bolchovitina. Группа схизейных спор представлена несколькими родами: *Cicatricosisporites*, *Lygodiumsporites*, *Appendicisporites*. Два первых рода характеризуется более высокой частотой встречаемости, споры *Appendicisporites* отмечаются единично. *Cicatricosisporites* представлены *Cicatricosisporites apicanalis* Felix, *C. australiensis* (Cookson) Potonié, *C. dorogensis* Potonié, *C. exiliooides* (Bolchovitina) M. Voronova, *Cicatricosisporites perforatus* (Marcova) Doring, *C. pseudoauriferus* (Bolchovitina) M. Voronova. Среди *Lygodiumsporites*, наряду с гладкими формами *L. subsimplex* (Naumova) Bolchovitina, встречаются характерные для меловых комплексов *L. granulatum* Ivanova, *L. enorma* Ivanova, *L. valanjinensis* Kara-Mursa. Кроме перечисленных групп спор в незначительных количествах встречаются споры папоротников *Cyathidites* (2–4%) с видами *C. australis* Couper, *C. junctum* (Kara-Mursa) Semenova, *C. minor* Couper, единичные споры *Toroisporis solution* (Maljavkina) Krutschinina, *Ornamentifera echinata* (Bolchovitina) Bolchovitina, *Klukisporites variegatus* Couper, *Campotriletes cerebriformis* Naumova, обнаружены зерна плауновидных: *Lycopodiumsporites subrotundum* (Kara-Mursa) Pocock, *Neoraistrickia rotundiformis* (Kara-Mursa) Tarasova.

Среди пыльцы многочисленна группа двухмешковой пыльцы (12–19%). Это различные *Piceapollenites exiliooides* (Bolchovitina) M. Petrosjan, *P. mesophyticus* (Bolchovitina) M. Petrosjan, *P. variabiliformis* (Maljavkina) M. Petrosjan, *Pinuspollenites divulgatus* (Bolchovitina) M. Petrosjan, *P. pernobilis* Bolchovitina, *Podocarpidites cretacea* Naumova, *P. lunatus* (Bolchovitina) Bolchovitina, *P. major* Naumova, *P. multesimus* (Bolchovitina) Pocock, *P. patula* (Bolchovitina) Bolchovitina. Единично, но встречается пыльца древних хвойных, характерная для среднеюрских палинокомплексов – *Pseudopicea magnifica* Bolchovitina, *Protopicea cerina* Rovnina, *Piceites latens* Bolchovitina. Постоянно встречаются безмешковые пыльцевые зерна *Classopollis* (4–12%) с видами *Classopollis classoides* Pflug et Potonié, *C. minor* Couper. Единична пыльца *Sciadopityspollenites mesozoicus* Couper, *S. mult verrucosus* Sachanova et Iljina. Из остальных обнаружены *Vitreisporites pallidus* (Reissinger) Nilsson, *Quadraeculina limbata* Maljavkina, *Ginkgocycadophytus* sp., *Callialasporites dampieri* Balme.

Кроме спор и пыльцы в комплексе постоянно в небольших количествах присутствуют зерна микрофитопланктона *Fromea*, *Pareodinea*, *Olygospaeridium*, *Chlamidophorella*, *Verychachium*, *Phalambages*.

В барремском комплексе сохраняется преобладание споровых элементов над пыльцевыми. Доминирование среди спор принадлежит схизейным папоротникам, составляющим от 14 до 45% от общего числа, причем значительную долю среди них занимают формы со стриатной структурой: *Cicatricosisporites apicanalis*, *C. australiensis*, *C. dorogensis*, *C. exilioides*, *C. hughesi* Dettmann, *C. perforatus*, *C. pseudoauriferus*, *C. torsus* Kara-Mursa. Состав другой группы схизейных *Lygodiumsporites* очень разнообразен: *L. asper* (Bolchovitina) Bolchovitina, *L. bellum* Ivanova, *L. calvum* Ivanova, *L. concors* Ivanova, *L. enorme*, *L. mirabilis* (Bolchovitina) Bolchovitina, *L. ornatum* Ivanova, *L. pilosum* Kara-Mursa, *L. subsimplex*, *L. tuberosum* Ivanova, *L. ungulatum* Ivanova, *L. valanjinensis*. Среди этой группы, кроме гладких форм, встречаются, характерные для меловых комплексов, формы с бугорчатой, шиповатой структурой. Постоянно встречаются споры *Appendicisporites* (1–2%): *A. tricornitatus* Weyland, *Appendicisporites* sp. Характерно появление единичных *Pilosisporites trichopapillous* (Thiergart) Delcourt et Sprumont, *Pilosisporites* sp. Отмечается снижение количества папоротников семейства глейхениевых, варьирующее в диапазоне от 6 до 22 процентов, однако видовое разнообразие остается значительным. *Gleicheniidites angulatus*, *G. delicatus*, *G. dicarpoides*, *G. laetus*, *G. radiatus*, *G. rasilis*, *G. senonicus*, *G. toriconcavus*, *G. triplex*, *G. umbonatus*. Из остальных много гладких треугольных спор *Leiotriletes* (7–12%), *Chyathidites* (2–9%). В небольших количествах во всех спектрах присутствуют споры плаунов *Lycopodiumsporites subrotundum* (1–4%), *Neoraistrickia rotundiformis* (1–2%), *N. truncata* Cookson (1–2%). Изредка встречаются споры папоротников *Camptotriletes cerebriformis* Naumova, *Klikisporites variegatus*, *Osmundacidites* sp. Характерным признаком является появление в спектрах *Aeguitrtradites* (1–3%).

Пыльцевая часть характеризуется увеличением количества доли двухмешковой пыльцы (25–37%). Состав ее довольно разнообразен: *Piceapollenites exilioides*, *P. mesophyticus*, *P. rotundiformis* (Maljavkina) Bolchovitina, *P. samoilovitchiana* Rovnina, *P. valanjiensis* Rovnina, *P. variabiliformis*, *Pinuspollenites divulgatus*, *P. pernobilis*, *Podocarpidites cretacea*, *P. crispa* Chlonova, *P. enodatus* (Bolchovitina) Bolchovitina, *P. horrida* (Bolchovitina) Bolchovitina, *P. lunatus*, *P. lutea* (Bolchovitina) M. Petrosjan, *P. major*, *P. multesimus*, *P. patula*, *P. stictus* (Bolchovitina) Bolchovitina, *P. unicus* (Bolchovitina) Chlonova. Наблюдается уменьшение количества пыльцевых зерен *Classopollis* (1–3%), *Sciadopityspollenites* (1–2%). В спектрах данного комплекса не отмечается наличие зерен микрофитопланктона.

Первый палинокомплекс, при сравнении с готеривскими комплексами из районов Большеземельской тундры, Печорского бассейна [Грязева, 1968, 1980], Костромской области [Добруцкая, 1973], готеривских отложений разреза Городищи, расположенного на правом берегу р. Волги [Селькова, Ветошкина, 2012], имеет с ними много общего.

Сходство выражается в преобладании споровой части с многочисленными спорами глейхениевых папоротников, высокой частотой встречаемости спор схизейных со стриатной структурой (*Cicatricosisporites*), наличии спор *Lygodiumsporites* с бугорчатой, игольчатой скульптурой, единичных пыльцевых зернах древних хвойных *Protopicea* sp., *Protopodocarpus* sp., *Pseudopicea* sp., в присутствии в пыльцевой части небольшого количества зерен классополисовых. Отличие выражается в небольшом содержании микрофитопланктона в выделенном палинокомплексе, в то время как в сравниваемых одновозрастных комплексах (Грязева, Селькова) отмечается их многочисленность.

Сопоставление второго комплекса с одновозрастным палинокомплексом из отложений баррема Большеземельской тундры [Грязева, 1968, 1980] позволило также установить как общие, так и отличительные черты между ними. Общим является преобладание споровой части, в которой многочисленны споры разнообразных глейхениевых, увеличение количества и разнообразия стриатных спор, появление характерных спор *Aeguitriradites*. Отличие заключается в том, что комплексы Печорского бассейна характеризуются значительным присутствием микрофитопланктона, в то время как в рассматриваемом нами комплексе его наличие не зафиксировано.

Грязева А.С. Палинологические данные о раннемеловых флорах Печорского бассейна // Палеопалинологический метод в стратиграфии. Л., 1968. С. 110–124.

Грязева А.С. Палинологическое обоснование стратиграфии нижнемеловых отложений Печорского бассейна // Микрофитофоссилии в нефтяной геологии. Л., 1980. С. 96–112.

Добруцкая Н.А. Спорово-пыльцевые комплексы юрских и нижнемеловых отложений северных районов Русской платформы и их значение для стратиграфии и палеофористики // Палинология мезофита (Тр. III Междунар. палинол. конф.). Москва: Наука, 1973. С. 108–111.

Селькова Л.А., Ветошкина О.С. Результаты палинологических и изотопных исследований фоссилий из готеривских отложений разреза Городищи (Русская платформа) // Меловая система России и ближнего зарубежья: проблемы стратиграфии и палеогеографии. Краснодар: Изд-во Кубанского гос. ун-та, 2012. С. 270–271.

Results of palynological study of the Early Cretaceous deposits in the Korovinskaya Bay area of the Pechora Sea

L.A. Selkova

Institute of Geology named ak. N.P. Yushkin FRC Komi SC UB RAS, Syktyvkar,
laselkova@mail.ru

Баррем-аптские последовательности палиноморф наземного и озерного генезиса в разрезе Белая гора (Забайкалье, Читинский р-н): палеофации и биостратиграфия

Е.Б. Пещевицкая

Институт нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН, Новосибирск,

PeschevickayaEB@ipgg.sbras.ru

Споры и пыльца наземных растений, а также микрофитопланктон озерного генезиса изучены в разрезе Белая гора (Семен), расположенного в Читинском р-не Забайкальского края. Разрез является палеонтологическим памятником регионального значения и неоднократно изучался палеонтологами. Здесь в озерных отложениях обнаружены богатые комплексы ископаемой флоры и разнообразная фауна (конхостраки, двустворчатые моллюски, рыбы, насекомые). В 2021 году обнажение было изучено сотрудниками ИНГГ СО РАН. Автором предпринято комплексное исследование палиноморф наземного и озерного генезиса, которое позволило определить возраст отложений, изучить особенности наземной палеорастительности и альгологических ассоциаций, связанные как с климатическим условиями и палеоландшафтом, так и с трансгрессивно-ретргессивной динамикой палеоозера.

В разрезе установлен разнообразный комплекс спор и пыльцы наземных растений тургинского типа, для которого характерно резкое доминирование голосеменных и присутствие редких покрытосеменных. Анализ таксономического состава спорово-пыльцевых спектров и ассоциаций микроводорослей показал, что осадки формировались в мелководном слабопроточном озере мезотрофного типа. Этапы низкого и высокого стояния озера выделяются по количественной динамике спор, пыльцы и микрофитопланктона. Наибольшее количество и разнообразие микроводорослей наблюдается в средней части разреза и соответствует этапу высокого стояния озера и более влажным климатическим условиям. Такие условия способствовали более интенсивному поступлению в озеро воды и питательных веществ, что создавало благоприятную среду для активного развития микрофлоры. В целом, влажность была достаточной для формирования богатой лесной растительности даже на возвышенных участках. Об этом свидетельствуют обильные комплексы спор и пыльцы наземных растений, изученные из нижней части разреза, которая формировалась в более мелководных обстановках на этапе низкого стояния озера. Состав спорово-пыльцевых спектров демонстрирует большое разнообразие лесных флористических сообществ с обилием хвойных (вользиевых, подозамитовых, араукариевых, кипарисовых, подокарповых, древних сосновых) и примесью лиственных пород (гинкговых/цикадовых, редких покрытосеменных). Особенности флоры позволяют предположить влажный и умеренно теплый климат, переходный к субтропическому.

Палинологические данные не подтверждают существования сильно расчлененного и высокого горного рельефа, который восстанавливается для раннего мела Забайкалья с использованием палеотопографического метода. Мезотрофный тип белогорского озера и особенности наземной палеофлоры предполагают существование в барреме – апте на изученной территории возвышенности, но с небольшими относительными превышениями, достаточно хорошо проработанным ландшафтом и развитым почвенным покровом, благоприятным для развития богатой лесной растительности.

Результаты комплексного изучения палиноморф наземного и озерного генезиса были использованы для определения возраста отложений в разрезе Белая гора. Биостратиграфически важными признаками спорово-пыльцевого комплекса являются присутствие редких покрытосеменных и мешковой пыльцы хвойных с хорошо выраженным щитом, морфологически близкой к современной, что характерно для верхней части баррема и апта на территории Сибири. Дополнительные данные получены в результате биофацального анализа палинологических ассоциаций, которые указывают на увеличение влажности климата в средней части изученного интервала. Усиление гумидности в переходном баррем-аптском интервале прослеживается по палинологическим данным в разных областях Сибири и европейской части России, а также на смежных территориях.

Сравнительный анализ спорово-пыльцевых комплексов баррем-апта на территории Забайкалья и окружающих регионов показал, что палинофлоры с обилием пыльцы хвойных и редкими покрытосеменными распространены в пределах области, которая протягивается полосой от верховьев р. Витим к среднему течению р. Аргунь и соседним районам Монголии и Китая, продолжаясь до провинции Ляонин. Такие палинофлоры (тургинский тип) отражают растительность возвышенной местности, на которой, возможно, располагались водоразделы. На обширных пространствах к юго-западу и северо-востоку распространены палинофлоры, для которых характерно разнообразие и обилие спор, а также значительное колебание процентных показателей отдельных таксонов и их групп. Спорово-пыльцевые комплексы этого типа (гусиноозерского) отражают влаголюбивую растительность низменных участков. Они изучены из многочисленных местонахождений на юге Сибири и Дальнего Востока, севере Китая, в центральных районах Монголии и демонстрируют разнообразие баррем-аптских палеофлор на этих территориях.

Barremian-Aptian palynomorphs of terrestrial and lacustrine genesis in the Belya Gora section (Transbaikalia, Chita Region): paleofacies and biostratigraphy

E.B. Pestchevitskaya

*Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS, Novosibirsk,
PeschevickayaEB@ipgg.sbras.ru*

ПАЛЕОБОТАНИКА И ПАЛИНОЛОГИЯ КАЙНОФИТА

Диатомовые водоросли в детальной стратиграфии морского кайнозоя

А.Ю. Гладенков

Геологический институт РАН, Москва, agladenkov@ilran.ru

Диатомеи – одноклеточные микроорганизмы с кремнистым панцирем, относящиеся к классу Bacillariophyceae отдела Охрофитовых (Ochrophyta) водорослей. Экологически это очень разнообразная группа микроводорослей, распространенных в планктоне и бентосе морских и континентальных бассейнов. Наиболее древние диатомеи найдены в раннемеловых морских отложениях, однако широкое развитие получили со среднего эоцена, а в олигоцене – неогене начали преобладать в фитопланктоне высоких и средних широт Мирового океана.

Последние десятилетия ископаемые диатомеи активно используются в геологической практике при проведении исследований прежде всего морских отложений кайнозоя. Изучение диатомовых с помощью современных методик их выделения из пород и идентификации дает эффективные результаты по расчленению и датированию вмещающих толщ, в том числе ранее считавшихся «немыми». В значительной степени интерес к изучению этих водорослей связан с началом проведения в Мировом океане глубоководного бурения. Обработка материалов глубоководных скважин дала возможность проследить в относительно полных разрезах пелагических фаций различных регионов последовательную смену разновозрастных палеонтологических комплексов, оценить интервалы стратиграфического распространения многих видов (включая, впервые описанные), а также выявить стратиграфически важные таксоны. Было выявлено, что планктонные диатомеи с успехом могут использоваться в качестве одного из основных «инструментов» для проведения расчленения и широких корреляций вмещающих отложений на детальной (зональной) основе. Изучение в разрезах глубоководных скважин разных океанов смены ископаемых комплексов кайнозоя предоставило реальную основу для разработки детальных океанических схем и шкал, представляющих собой последовательности смыкающихся зональных подразделений. К настоящему времени разработаны шкалы, состоящие из зон с продолжительностью в среднем от 1–2 до 0,1–0,2 млн лет, которые выделяются с учетом этапности эволюции ископаемой

флоры. Границы зон проводятся по датированным уровням – прежде всего уровням появления и исчезновения маркирующих планктонных форм.

Анализ накопленных данных позволил установить, что морские диатомовые комплексы, по крайней мере с олигоцена, характеризуются определенной степенью провинциализма и приурочены к трем основным климатическим поясам: средне-высокоширотному южному, приэкваториальному и средне-высокоширотному северному. Границы выделяемых в их пределах зон не всегда устанавливаются с помощью одних и тех же видов. Например, при расчленении неогена в пределах низких широт, Южном океане и Северной Пацифике используются в той или иной степени различные зональные шкалы с неодинаковым количеством зон. В целом, границы подразделений в этих шкалах проводятся по одному принципу – на основе использования датированных уровней. Однако зональные комплексы имеют отличия в таксономическом составе (особенно отчетливые начиная с позднего миоцена), а в качестве датированных уровней во многих случаях выбраны различные формы. Что касается возраста датированных уровней, то он в океанических разрезах определяется, прежде всего, с помощью данных по палеомагнетизму и радиологическому датированию. Во многих случаях в разрезах глубоководных скважин проведена прямая корреляция границ зон с магнитостратиграфической шкалой. Это дало возможность не только датировать границы зональных подразделений и определять «продолжительность» зон, но и напрямую сопоставлять их с Международной стратиграфической шкалой.

Необходимо отметить, что так как в осадочных толщах высоких широт с возрастом моложе эоцена остатки карбонатного планктона крайне редки или отсутствуют, в качестве основных инструментов при биостратиграфическом расчленении и определении возраста здесь используются в основном диатомовые водоросли. Это, например, относится к отложениям олигоцена – квартера Северо-Тихоокеанского региона, для которых разработана зональная шкала именно по диатомеям.

Практика показала, что разработанные зональные океанические шкалы могут также успешно использоваться при датировании, расчленении и корреляции толщ и наземных разрезов. Изучение в таких разрезах диатомовых комплексов и сопоставление их с ассоциациями зональных шкал во многих случаях позволило провести дробное расчленение кайнозойских толщ, а также пересмотреть или уточнить возраст различных формаций, свит и региональных ярусов.

Таким образом, диатомовые водоросли относятся к одной из важных ортостратиграфических групп микроорганизмов, которая используется для детального биостратиграфического расчленения и корреляции морских осадочных толщ кайнозоя. На современном уровне изученности диатомеи обеспечивают высокую разрешающую способность, сопоставимую с такой же шкалой по группам известковых планктонных микроорганизмов. Однако

используемые в настоящее время достаточно дробные подразделения не являются пределом, и в ближайшем будущем реально подойти к еще большей степени детальности и дробности зональных шкал.

Diatoms in detailed stratigraphy of marine Cenozoic

A.Yu. Gladenkov

Geological Institute RAS, Moscow, agladenkov@ilran.ru

Earliest record of *Bauhinia* s.l. (Fabaceae): a Middle Paleocene naturally folded leaf from South China

Y. Wu¹, T.M. Kodrul², Y. Zheng¹, N.P. Maslova³, Z.J. Ni⁴, X.K. Wu⁵,
J.H. Jin¹

¹ School of Life Sciences SYSU, Guangzhou, China, wuyan29@mail2.sysu.edu.cn (Y. Wu), zhengy327@mail2.sysu.edu.cn (Y. Zheng), lssjh@mail.sysu.edu.cn (J.H. Jin)

² Geological Institute RAS, Moscow, Russia, kodrul@mail.ru

³ Borissiak Paleontological Institute RAS, Moscow, Russia,
paleobotany_ns@yahoo.com

⁴ Hubei Land Resources Vocational College, Wuhan, China, 1494609436@qq.com

⁵ School of Ecology SYSU, Guangzhou, China, wuxk9@mail.sysu.edu.cn

The genus *Bauhinia* Plumier ex Linnaeus s.l. (Fabaceae) includes c. 380 species of trees, shrubs, lianas and herbs, distributed in pantropical regions and with previous fossil records from the late Paleocene to the Pliocene, mainly recovered from Asia. Here we report the earliest fossil record of *Bauhinia* s.l., in the form of a naturally folded leaf from the middle Paleocene of the Sanshui Basin, Guangdong, South China. Based on detailed morphological comparisons, the fossil is named *Bauhinia sanshuiensis* sp. nov. Its discovery indicates that *Bauhinia* s.l. had already appeared in its modern diversity centre at least by the middle Paleocene. The results of Biomod2 species distribution modelling quantitatively support the significance of the Kohistan-Ladakh Island Arc in facilitating the floristic exchange of *Bauhinia* s.l. between Africa and Asia. The diversification and modernization of *Bauhinia* s.l. in China are discussed in detail based on substantial fossil evidence, underscoring China's crucial role in the phytogeographic history of this genus. Nearest relative analysis for *Bauhinia sanshuiensis* suggests that it may have been a vine or shrub, adapted to temperatures similar to those of modern Sanshui, but with less precipitation.

This study was supported by the National Key Research and Development Program of China (Grant no. 2024YFF0807604) and the National Natural Science Foundation of China (Grant no. 32100172).

Древнейшая находка рода *Bauhinia* s.l. (Fabaceae): естественным образом сложенный лист из среднего палеоцена Южного Китая

Я. У¹, Т.М. Кодрул², Ю.Чжэн¹, Н.П. Маслова³, Ц.Ц. Ни⁴, С.К. У⁵,
Ц.Х. Цзинь¹

¹ Школа наук о жизнни, Университет Сунь Ят-сена, Гуанчжоу, Китай,
wuyan29@mail2.sysu.edu.cn (Y. Wu), zhengy327@mail2.sysu.edu.cn (Y. Zheng),
lssjjh@mail.sysu.edu.cn (J.H. Jin)

² Геологический институт РАН, Москва, Россия, kodrul@mail.ru

³ Палеонтологический институт им. А.А. Борисяка РАН, Москва, Россия,
paleobotany_ns@yahoo.com

⁴ Хубэйский профессиональный колледж земельных ресурсов, Ухань, Китай,
1494609436@qq.com

⁵ Школа экологии, Университет Сунь Ят-сена, Гуанчжоу, Китай,
wuxk9@mail.sysu.edu.cn

New materials of the Late Pleistocene mummified fruit and seed fossils from the South China

Y. Zheng¹, T.M. Kodrul², L.L. Huang³, J.H. Jin¹

¹ School of Life Sciences SYSU, Guangzhou, China,

zhengy327@mail2.sysu.edu.cn (Y. Zheng), *lssjh@mail.sysu.edu.cn* (J.H. Jin)

² Geological Institute RAS, Moscow, Russia, *kodrul@mail.ru*

³ School of Ecology SYSU, Guangzhou, China, *huanglliang@mail.sysu.edu.cn*

The Pleistocene epoch was characterized by rapid and intense climatic oscillations, including glacial-interglacial cycles. These oscillations significantly impacted terrestrial plant floras. However, previous studies of Pleistocene fossil plants have primarily focused on mid-to-high latitude regions and based on fossils spores and pollen. Study of the vegetation and climate during the Pleistocene of low-latitude regions based on megafossil plants, such as fruits and seeds, remain relatively scarce.

Here, we present a detailed study for the new materials of mummified fossil fruits and seeds from the Late Pleistocene (33–30 ka cal. BP) of the Maoming Basin, Guangdong, South China. Five species belonging to four genera of four families were identified: *Cocculus maomingensis* sp. nov. (Menispermaceae), *Meliosma fordii* Hemsl. (Sabiaceae), *Zanthoxylum nitidum* (Roxb.) DC. (Rutaceae), *Zanthoxylum* sp. (Rutaceae) and *Alangium chinense* (Lour.) Harms (Cornaceae).

In addition to the taxonomic research, we discussed the phytogeographic history of these four genera based on their existing fossil records and modern distribution patterns. The results indicated that all these four genera disappeared from Europe after the Pliocene or Early Pleistocene, likely due to the effects of the cooling during the Pleistocene glaciation. By contrast, Guangdong, which is situated at a low latitude with complex topography, was less affected by the glaciation. The relatively warm climate in this region could have provided suitable habitats for these four genera.

Based on the nearest living relatives of four fossil genera studied here and other fossil plants previously reported from the same locality in Maoming Basin, the paleoclimate of this region during the Late Pleistocene was quantitatively reconstructed using the Coexistence Approach. The results indicated that the Maoming Basin had a subtropical monsoon climate during the Late Pleistocene, characterized by hot, humid summers and cool, dry winters. By integrating different paleoclimate proxies, it was speculated that the climate during the Late Pleistocene in this region was colder and drier than present, with more prominent temperature seasonality.

This study was supported by the National Natural Science Foundation of China (Grant no. 42372007).

Новые материалы о позднеплейстоценовых мумифицированных плодах и семенах из Южного Китая

Ю. Чжэн¹, Т.М. Кодрул², Л.Л. Хуан³, Ц.Х. Цзинь¹

¹ Школа наук о жизни, Университет Сунь Ят-сения, Гуанчжоу, Китай,
zhengy327@mail2.sysu.edu.cn (Y. Zheng), *lssjh@mail.sysu.edu.cn* (J.H. Jin)

² Геологический институт РАН, Москва, Россия, *kodrul@mail.ru*

³ Школа экологии, Университет Сунь Ят-сения, Гуанчжоу, Китай,
huanglliang@mail.sysu.edu.cn

Late Pleistocene glacial expansion of low-latitude species based on megafossil evidence and modeling

L.L. Huang^{1,2}, S.F. Li³, W.Y. Huang¹, J.H. Jin¹, A.A. Oskolski^{4,5}

¹ School of Life Sciences/School of Ecology, SYSU, Guangzhou, China,
huangliang@mail.sysu.edu.cn (L.L. Huang), huangwy88@mail2.sysu.edu.cn (W.Y. Huang),
lssjjh@mail.sysu.edu.cn (J.H. Jin)

² State Key Laboratory of Palaeobiology and Stratigraphy (Nanjing Institute of Geology and Palaeontology, CAS), Nanjing, China, huangliang@mail.sysu.edu.cn

³ CAS Key Laboratory of Tropical Forest Ecology, Xishuangbanna Tropical Botanical Garden, Chinese Academy of Sciences, Mengla, Yunnan, China, lisf@xtbg.org.cn

⁴ Department of Botany and Plant Biotechnology, University of Johannesburg, Johannesburg, South Africa, aoskolski@gmail.com

⁵ Komarov Botanical Institute RAS, St. Petersburg, Russia, aoskolski@gmail.com

Drastic climatic fluctuations of the Quaternary, especially last glaciation, had a profound impact on the distribution of modern flora and fauna. Many species contracted during the glaciation with persistence confined to refugia with favorable habitats followed by range expansion during interglacials. Some cold-tolerant species were able, however, to expand during cold periods, and contracted their ranges during the interglacial refugia. This glacial expansion model was supported by rich megafossils, pollen records and molecular evidence for Arctic-alpine species distributed in temperate zone of Europe and North America. Such scenario has also been suggested by molecular phylogeographic studies of several plant species occurred in subtropical zone of eastern Asia. However, so far, no fossil evidence of glacial range expansion for plant species at low latitudes has been reported to date.

Recently, fossil woods of *Pinus armandii* Franch. (Pinaceae) and *Magnolia insignis* (Wall.) Bl. (Magnoliaceae) were discovered from the Upper Pleistocene (33–30 ka cal. BP, in last glaciation) of the Maoming, Guangdong, South China. These findings provide the first fossil evidence of glacial range expansion for plant species at low latitudes. In addition, we simulated the potential distribution areas of *P. armandii* and *Magnolia insignis* since the last glaciation by species distribution models (SDM). The results show that the potential distribution area of these two montane cold-tolerant plants expanded to the southeast during the last glaciation (30 ka and 20 ka) and even extended to the low latitude area of south China, followed by rapid contraction during the interglacial–Holocene (6 ka and 0 ka). Our findings, combined with the results of SDMs confirming the glacial range expansion of cold-tolerant montane species at low latitudes during the last glaciation. The scenario of glacial expansion suggested in this study might be common for other montane cold-tolerant plants and organisms distributed in subtropical and tropical regions.

This study was supported by the National Natural Science Foundation of China (Grant no. 42372007).

Распространение видов растений в низких широтах во время позднеплейстоценового оледенения на основе данных о мегафоссилиях и компьютерного моделирования

Л.Л. Хуан^{1, 2}, Ш.Ф. Ли³, В.Е. Хуан¹, Ц.Х. Цзинь¹, А.А. Оскольский^{4, 5}

¹Школа наук о жизни/Школа экологии, Университет Сунь Ят-сена, Гуанчжоу, Китай, huangliang@mail.sysu.edu.cn (L.L. Huang), huangwy88@mail2.sysu.edu.cn (W.Y. Huang), lssjjh@mail.sysu.edu.cn (J.H. Jin)

²Государственная ключевая лаборатория палеобиологии и стратиграфии (Нанкинский институт геологии и палеонтологии, КАН), Нанкин, Китай, huangliang@mail.sysu.edu.cn

³Ключевая лаборатория экологии тропических лесов КАН, Тропический ботанический сад Сишуанбаньна, КАН, Мэнла, Юннань, Китай, lisf@xtbg.org.cn

⁴Факультет ботаники и биотехнологии растений, Университет Йоханнесбурга, Йоханнесбург, Южная Африка, aoskolski@gmail.com

⁵Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург, Россия, aoskolski@gmail.com

Палиноклиматостратиграфия и условия формирования плио-плейстоценовых отложений на севере Кавказско-Каспийского региона

О.Д. Найдина

Геологический институт РАН, Москва, onaidina@gmail.com

На рубеже неогена и квартера Каспийское море испытывало одну из грандиозных трансгрессий, названную акчагыльской [Андрусов, 1902]. В результате повышения уровня палео-Каспия и акчагыльской трансгрессии аккумулировались мощные отложения акчагыльского регионаряуса, относящегося к верхнему плиоцену (пьяченций) и палеоплейстоцену (гелазий). Морские отложения этой трансгрессии широко распространены по периферии Большого Каспия, включая обширные территории на севере Кавказско-Каспийского региона [Васильев, 1961; и др.]. Акчагыльские отложения богаты нефтью и природным газом на востоке Прикаспия и покрывают нефтесодержащие пласты продуктивной толщи всего региона Большого Каспия, что и обуславливает актуальность их изучения [Naidina, Richards, 2020; и др.].

Методом спорово-пыльцевого анализа изучены разрезы обнажений и скважин района Кавказских Минеральных Вод (КМВ), Терско-Сунженской области и Дагестана [Naidina, Richards, 2016; и др.]. На Северном Прикаспии изучен скважинный материал Прикаспийской низменности [Naidina, Richards, 2020; Найдина, 2025]. Впервые для этих регионов выделены спорово-пыльцевые комплексы (СПК) и палинозоны в акчагыльских отложениях, позволяющие реконструировать флору, растительность и климатические условия для диапазона времени 3,6–1,8 млн лет назад.

Систематический состав СПК характеризует формации степей и широколиственных лесов в равнинном Дагестане и смешанных хвойных лесов с тсугой в районе КМВ, что связано с влиянием вертикальной поясности в предгорьях Большого Кавказа. Развитие растительности происходило в зависимости от климатических осцилляций. Методом спорово-пыльцевого анализа выявлено, что климатические осцилляции в акчагыле вызывали пятикратную смену растительных зон степей и лесов. На востоке Северного Прикаспия, в том числе на севере Прикаспийской низменности, смена ландшафтов происходила менее часто.

Иссушение климата вызывало расширение ландшафтов степей и опустыненных степей в начале акчагыла. Потепление и увлажнение климата приводило к возобновлению лесов с субтропическими элементами. В начале среднего акчагыла произошло похолодание, о чем свидетельствует появление хвойных лесов с тсугой. В интервале времени 2,5–2,3 млн лет назад началось последовательное сокращение доли теплолюбивых элемен-

тов дендрофлоры, совпадающее с похолоданием и началом оледенения Северного полушария. Позднеакчагыльское время характеризуется иссушением климата и расширением степных и полупустынных ландшафтов. Граница акчагыла и апшерона отмечается по смене лесных СПК степными комплексами.

Таким образом, установлены два похолодания и потепления климата, включая кратковременное интенсивное потепление около 3,2 млн лет назад, когда в Терско-Сунженской и Урало-Эмбенской нефтегазоносных областях развивались обширные широколиственные леса. На основе СПК это потепление впервые регистрируется на севере Кавказско-Каспийского региона и сопоставляется с позднеплиоценовым потеплением климата в Средиземноморье [Naidina, Richards, 2020; Suc, 1984].

Исследования выполнены по государственному заданию Геологического института Российской Академии наук.

Андрусов Н.И. Материалы к познанию прикаспийского неогена. Акчагыльские пласты // Тр. Геол. ком. 1902. Т. 5. № 4. С. 1–153.

Васильев Ю.М. Антропоген южного Заволжья // Тр. ГИН АН СССР. 1961. № 49. С. 1–128.

Найдина О.Д. Споро-пыльцевые спектры и условия формирования плио-плейстоценовых отложений близ озера Аралсор в Прикаспийской низменности // Геоморфология и палеогеография. 2025. Т. 56. № 1. С. 30–40.

Naidina O.D., Richards K. Pollen evidence for Plio-Pleistocene vegetation and climate change in the North Caucasus, North-Western Caspian Region // Quaternary Int. 2016. Vol. 409. Part A. P. 50–60.

Naidina O.D., Richards K. The Akchagylian stage (late Pliocene – early Pleistocene) in the North Caspian Region: Pollen evidence for vegetation and climate change in the Urals-Emba Region // Quaternary Int. 2020. Vol. 540. P. 22–37.

Suc, J.-P. Origin and evolution of the Mediterranean vegetation and climate in Europe // Nature. 1984. Vol. 307. P. 429–432.

Palynoclimatostratigraphy and conditions of formation of Plio-Pleistocene deposits in the north of the Caucasian-Caspian Region

O.D. Naidina

Geological Institute RAS, Moscow, onaidina@gmail.com

Динамика изменений растительности и климата на северо-западе Прикаспия в плейстоцене

Н.Ю. Филиппова

Геологический институт РАН, Москва, n_filip@list.ru

На основе палинологических данных рассмотрено развитие растительного покрова и климата в плейстоцене Северо-Западного Прикаспия.

Материалом для палинологических исследований послужили образцы керна скв. 1, пробуренной в Калмыкии, севернее г. Лагань. Скважиной вскрыты плейстоценовые отложения мощностью около 500 м, принадлежащие верхней части акчагыла, ашшерону, тюркяну, баку, хазару и частично хвалыни [Лаврищев и др., 2002].

В результате исследований установлено, что развитие растительного покрова и климата Северо-Западного Прикаспия в течение изученного интервала (~2,3–0,08 млн л.н.) имело ритмичный характер, выражавшийся в чередовании лесных гумидных и степных/полустепенных субаридных фаз.

В лесные фазы были широко развиты смешанные еловые, сосновые и березовые леса с участием пихт, небольшой примесью различных лиственных пород (ольха, ильм, липа, дуб, лапина, орех, граб, лещина, бук и др.) и с покровом из папоротников (*Polypodiaceae*), сфагновых мхов и вересковых. Лесная растительность в основном занимала прилегавшие к палеобассейну низинные, часто заболоченные биотопы на побережьях заливов, лиманов, а также балки, овраги и пр.

В позднем акчагыле и раннем ашшероне в растительном покрове встречались немногочисленные, но довольно разнообразные неогеновые экзоты: болотный кипарис, туя, редкие ниссы, ликвидамбры, гикори, энгельхардии, глэйхении (переотложенные?), некоторые из которых (туя) все еще присутствовали в позднем ашшероне – раннем баку, а позже элиминировали. Эта тенденция проявлялась в соседних районах Северного Прикаспия [Гричук, 1954] и в Восточном Закавказье [Филиппова, 1997].

Лесные фазы, судя по присутствию в древостоях широколиственных пород, коррелируются с относительно теплыми гумидными климатическими условиями и соотносятся с трансгрессивными фазами палеобассейнов.

Особо надо отметить лесную фазу со значительной ролью широколиственных пород, в частности ореха, в конце исследованного интервала, предположительно относимом к началу хвалыни (гиркан?). Данные о возрасте этого интервала и его принадлежности к гирканским слоям нуждаются в уточнении. Тем не менее, это единственная фаза с преобладанием в растительном покрове района исследований широколиственных пород и наиболее «теплая» в пределах позднего ашшерона – хазара.

Среди ландшафтов лесных фаз выделялись хвойные и смешанные леса, редколесья (сосняки и ельники), перелески, на плакорах – степи и полустепи.

Степные/полустепные фазы характеризовались широким распространением травянисто-кустарничковых группировок (полянно-маревые, полянно-марево-злаковые степи и полустепи). В их составе доминировали ксерофиты и мезо-ксерофиты – злаки, маревые/амарантовые и полянь, занимавшие возвышенные (плакоры) и сухие местообитания. Встречались эфедры, редкие представители разнотравья (астровые, цикориевые, гвоздичные, фиалковые, лютиковые, зонтичные, бобовые, яснотковые, валериановые, жимолостные, амариллисовые, луковые и др.). На засоленных, в том числе освободившихся из-под уровня моря субстратах прибрежной полосы, произрастали галофиты (солянки, сведы, ежовники, свинчатковые и др.). Травянистые прибрежно-водные и болотные растения были представлены осокой, рогозом, ежеголовником. Древесная растительность присутствовала в виде островных, в основном сосновых редколесий. В оврагах, балках встречались адаптированные к засушливым условиям ильмы, грабинник, тамариск и др.

Степные/полустепные фазы, по всей видимости, соответствовали умеренно-холодным с semiаридным условиям и коррелировались в большинстве случаев с регressiveными фазами палеобассейнов, что подтверждается литологией.

Таким образом, судя по палинологическим данным, растительность и климат Северо-Западного Прикаспия в исследованном интервале плейстоцена ~2,3–0,08 млн л.н. заметно отличались от современных. В лесные фазы облесенность территории была несравненно выше. Исходя из доминирования в растительном покрове сосен, елей, берез, многоножковых папоротников, сфагновых мхов и вересковых, климат был гумидным, значительно более влажным чем современный. В позднеакчагыльское – раннеапшеронское время, судя по присутствию немногочисленных неогеновых экзотов, он был переходным от умеренно-теплого к умеренно-холодному, а в позднеапшеронский – хазарский интервал был уже умеренно-холодным. В «степные» фазы климат становился semiаридным, ограниченным рамками умеренно-холодного.

В заключение нужно заметить, что изменения растительности, климата и ландшафтов Северо-Западного Прикаспия тесно связаны с колебаниями уровня Палеокаспия и зависят от природно-климатической ситуации на Русской равнине.

Гричук В.П. Материалы к палеоботанической характеристике четвертичных и плиоценовых отложений северо-западной части Прикаспийской низменности // Матер. по геоморфологии и палеогеографии СССР. Вып. 11. М.: Изд-во АН СССР, 1954. С. 5–79.

Лаврищев В.А., Семенов В.М., Башкиров А.Н., Греков И.И., Терещенко Л.А., Гамаса Ю.Н., Швец А.И., Малофеев Н.В., Письменная Н.С., Корсакова Н.Т., Доброродная В.И., Усенко В.В. Информационный отчет по ГДП-200 листов L-38-ХХIII, ХХIV (Черноземельский объект). Ессентуки: ФГУП «Кавказгеолсъемка», 2002. 134+78 с. + 6 л.

Филиппова Н.Ю. Палинология верхнего плиоцена–среднего плейстоцена юга Каспийской области. М.: ГЕОС, 1997. 164 с. (Тр. ГИН РАН. Вып. 502.)

The dynamics of changes in vegetation and climate in the north-west of the Caspian Region in the Pleistocene

N.Yu. Filippova

Geological Institute RAS, Moscow, n_filip@list.ru

Новое палеоботаническое местонахождение позднего кайнозоя Западной Сибири (Омское Прииртышье)

С.С. Трофимова¹, А.А. Бондарев²

¹ Институт экологии растений и животных УрО РАН, Екатеринбург,
svetlana.trofimova@ipae.uran.ru

² Омское региональное отделение ВОО Русское географическое общество, Омск,
gilgamesh-lugal@mail.ru

Юг Западно-Сибирской равнины относится к числу регионов Евразии с наиболее полно изученной последовательностью флор кайнозоя. В первую очередь это касается семенных флор, изучение которых было начато в тридцатые годы прошлого столетия классиком отечественной палеокарпологии П.А. Никитиным. С того времени и до конца XX века были собраны тысячи индивидуальных ископаемых флор, полученных из многочисленных скважин и береговых обнажений рек Обь-Иртышского бассейна. Они изучались преимущественно специалистами Западно-Сибирского геологического управления и Ботанического института АН СССР [Дорофеев, 1963; Никитин П., 1965]. Итог изучения палеогеновых и неогеновых семенных флор на протяжении XX века был подведен В.П. Никитиным в сводке 2006 года. Впоследствии накопление данных о дочетвертичных семенных флорах региона в значительной степени замедлилось. Большинство известных дочетвертичных семенных флор происходит с юго-востока равнины, из района, ограниченного 57° с.ш. и 71° в.д., полнота изучения более северных и западных территорий была и остается значительно меньшей. Коллекции прошлых лет также далеко не полно и не равномерно изучены и опубликованы. По этим причинам остаются недостаточно известными флоры отложений, складывающих цоколи низких террас среднего и нижнего течения р. Иртыш. Как правило, обнажающиеся здесь в межень цоколи террас относятся к тургасской свите и датируются поздним олигоценом.

Изученная нами проба была отобрана в августе 2024 года из цоколя второй надпойменной террасы правого берега Иртыша в 1 км ниже по течению от с. Утускун Усть-Ишимского района Омской области. Цоколь сложен горизонтально-слоистыми синими плотными глинами с тонкими прослойками растительного детрита, песка и местами гравия. Проба отобрана на высоте 0,5–1,0 м от уреза воды из прослоев растительного детрита. Кроме макроостатков растений в ней содержались единичные зубы рыб и фрагменты чешуи. В настоящей работе приводятся предварительные результаты изучения палеофлоры из местонахождения Утускун.

По семенам и плодам было определено 46 таксонов растений, из них до вида – 27, до рода – 18. Комплекс макроостатков реконструирует пойменный смешанный лес с участием кипарисовых, произраставший в усло-

виях умеренно-теплого климата. В древесном ярусе лесных сообществ присутствовали кипарисовые *Taxodium* ex gr. *dubium* Heer, *Glyptostrobus* и мелколиственные породы *Alnus*, *Betula*. В кустарниковом подлеске росли бузина *Sambucus* и кизиловые *Swida* (*Cornus*) *gorbunovii* P. Dorof., *S.* (*C.*) cf. *rotundata* P. Dorof. Встречались лианы *Vitis tomskiana* P. Dorof., *Epipremnites ornatus* (R. et Ch.) Gregor et. Bogner. Разнообразны кустарники поймы и окраин болот рода *Decodon* (*D. gibbosus* (E.M. Reid) E.M. Reid, *D. sibiricus* P. Dorof., *D. globosus* (E.M. Reid) P. Nikit.), многочисленны водные и околоводные растения – *Salvinia*, *Nymphaea*, *Brasenia*, *Potamogeton*, Сурепасея и др.

Флора состоит в основном из видов, появившихся на территории Западно-Сибирской равнины в олигоцене и продолживших свое существование в миоцене [Никитин, 2006]. Верхней границей распространения таких видов как *Taxodium* ex gr. *dubium*, *Vitis tomskiana*, *Nuphar* cf. *macroisperma* P. Dorof., *Microdiptera panii* Arbusova et Zhil., *Hypericum* cf. *septestum* P. Nikit. считается ранний миоцен [Никитин, 2006]. В начале неогена появляются *Sparganium juzepczukianum* P. Dorof., *Ceratophyllum* cf. *demersum* L. и *Menyanthes* cf. *trifoliata* L. Также присутствуют виды, которые не указаны в этом регионе позднее среднего миоцена — *Punica natans* (P. Nikit.) Gregor, *Stratiotes sibiricus* P. Dorof. ex V.P. Nikit., *Urospathites cristatus* V.P. Nikit., *Epipremnites ornatus*. Из реликтов раннего олигоцена отмечен только один вид *Aracispermum corniforme* Balueva et V.P. Nikit., сохранность семени которого не исключает переотложение.

На основании таксономического состава и реконструкции палеосообщества мы предполагаем возраст флоры местонахождения Утускун в границах верхнего олигоцена – нижнего миоцена.

Авторы выражают благодарность А.С. Голубеву и О.В. Аристархову за помощь в организации экспедиционных работ.

Дорофеев П.И. Третичные флоры Западной Сибири. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1963. 345 с.

Никитин В.П. Палеокарпология и стратиграфия палеогена и неогена Азиатской России. Новосибирск: Гео, 2006. 229 с.

Никитин П.А. Аквитанская семенная флора Лагерного Сада (Томск). Томск: Изд-во Томск. ун-та, 1965. 119 с.

A new paleobotanical locality of the Late Cenozoic of Western Siberia (Omsk Irtysh Region)

S.S. Trofimova¹, A.A. Bondarev²

¹ Institute of Plant and Animal Ecology, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, svetlana.trofimova@ipae.uran.ru

² Omsk Regional Branch of the Russian Geographical Society, Omsk, gilgamesh-lugal@mail.ru

Палеоботанические аспекты изменения концепции возраста неогеновых отложений в разрезе Исаковка (Омская область)

А.В. Иванова¹, С.С. Трофимова²

¹ Геологический институт РАН, Москва, alexandra.ivanova@ginras.ru

² Институт экологии растений и животных УрО РАН, Екатеринбург, svetlana.trofimova@ipae.uran.ru

В 2024 году было проведено комплексное исследование стратотипического разреза Исаковка, расположенного на правом берегу Иртыша, в 3,5 км ниже д. Исаковка, Омская область [Мартынов и др., 2000]. В Унифицированной схеме 2001 года этот разрез фигурирует как стратотип бещеульского горизонта раннего – среднего миоцена [Унифицированная региональная стратиграфическая схема..., 2001]. Однако позднее толща данной свиты в Исаковке была охарактеризована остатками млекопитающих раннеплиоценового возраста [Зыкин, Зажигин, 2004]. Для исаковских отложений характерна высокая насыщенность растительными остатками, что привлекало к ним внимание палеоботаников: карнологов [Дорофеев, 1963; Никитин, 1967, 1978] и палинологов [Александрова, 1969; Меркулова, 1971; Кузьмина, 2003]. Во взглядах на возраст полученных палеофлор имелись расхождения. Представленная работа содержит предварительные результаты обработки отобранного карнологического и палинологического материала.

Пробы для спорово-пыльцевого анализа происходят из переслаивающихся алевритовых песков, глин нижней и средней частей разреза. Для всей изученной толщи установлен однотипный палинокомплекс, в котором ведущую роль играет пыльца древесно-кустарниковой группы (40–50%). В ней доминируют голосеменные, в первую очередь различные *Pinus*, *Picea* и *Cupressaceae*, реже отмечены *Abies*, *Tsuga*, *Larix* и *Sciadopitys*. Примерно равную роль играют широколиственные и мелколиственные породы (по 10–15%). Среди широколиственных наиболее значимы *Quercus*, *Ulmus* и *Juglans*. Среди мелколиственных доминирует пыльца *Alnus*, *Betula* и *Salix* второстепенны. Присутствуют жимолостные (*Lonicera*, *Diervilla/Weigela*) и кизиловые. Примечательно наличие в некоторых образцах единичных зерен субтропических форм (*Ilex*, *Nyssa*, *Carya*). В споровой части господствуют гладкие бобовидные споры *Polypodiales* (30–35% от общего числа). В ряде палинопроб в низах толщи зафиксированы целые мегаспоровые комплексы водных папоротников *Azolla*. Богата и разнообразна пыльца травянистых и кустарничковых форм (20–25%): отмечаются степные (*Ephedra*, *Amaranthaceae*, *Asteraceae*), лугово-степные (*Poaceae*, *Cyperaceae*, *Polygonaceae*, *Onagraceae*, *Caryophyllaceae*, *Ranunculaceae*, *Campanulaceae*) прибрежно-водные (*Typha*, *Sparganium*, *Myriophyllum*) и водные (*Trapa*,

Nuphar, *Stratiotes*, *Utricularia*). Группа непыльцевых палиноморф преимущественно состоит из колоний различных зеленых водорослей: в первую очередь, это вариации *Pseudopediastrum boryanum* (Turpin) Hegewald, обычный элемент водоемов умеренного климата, а также *Monactinus simplex* (Meyen) Corda, характерные для озер тропической зоны и потому обычно воспринимаемые как более теплолюбивые [Komárek, Jankovská, 2001]. В качестве субдоминантов выступают водоросли неясного систематического статуса *Sigmopollis* и различные коньюгаты,ственные неглубоким, хорошо прогреваемым водоемам. Стоит отметить наличие во всех изученных образцах пыльцы разной сохранности, что предполагает неоднократное перераспределение материала. Возможно, именно этим обстоятельством, наряду с разной техникой лабораторной обработки и характерной для палиноспектров из аллювиальных отложений изменчивостью, объясняются заметные отличия в данных у всех палинологов, изучавших эту толщу.

Макроостатки растений были получены из средней части разреза из переслаивающихся глинистых алевритов с тонкими прослойками дистрита и песка. Всего определено 57 таксонов, до вида определены 38. Основу комплекса, в силу генезиса отложений, составляют околоводные и водные виды, в том числе теплолюбивые *Aldrovanda*, *Brasenia* и *Azolla*. Древесно-кустарниковый ярус представлен кустарниками поймы и окраин болот, из хвойных присутствует *Abies*, встречались эпифитные лианы *Scindapsites crassum* (C. et E. Raid) Gregor et Bogner, *Epipremnites ornatus* (R. et E. Ch.) Gregor et Bogner. Среди лугово-степного разнотравья отмечены *Meloke sibirica* Arbusova et V.P. Nikit., *Teucrium*, *Hypericum*, *Potentilla pliocenica* E. Raid. Полученная нами макрофлора схожа с флорой исаковского уровня. Наблюдаются характерные виды *Potamogeton besczeulicus* P. Dorof., *P. erosus* P. Nikit., *Caulinia cf. reticulata* P. Dorof., *C. irtishensis* P. Dorof., *Scindapsites crassum*, *Stratiotes intermedius* (Hartz) M. Chandl. P. Dorof., *Scirpus tertiaris* P. Dorof., *S. palibinii* P. Nikit., *Myriophyllum elongatum* P. Nikit., *Sparganium juzepczukianum* Dorof. и др. Ядро флоры составляют миоцен-плиоценовые виды, возникновение и расцвет которых связан с неогеном [Никитин, 2006]. Верхнюю границу миоцена не переходят всего 5 видов (*Caldesia cf. proventitia* P. Nikit. ex V.P. Nikit., *Aldrovanda cf. sibirica* V.P. Nikit. sp. nov., *Teucrium balueva* V.P. Nikit., *Microdiptera panii* Arbusova et Zhil., *Epipremnites ornatus*). Отсутствие реликтов более древних эпох и кипарисовых указывает на возраст флоры моложе раннего миоцена. Незначительное количество современных и типично плиоценовых видов позволяет предполагать доплиоценовый возраст. Макрофлору можно соотнести с интервалом среднего – позднего миоцена. Но мы не исключаем, что отсутствие древних и молодых форм может быть связано с тафономическими особенностями формирования палеофлоры. К тому же отсутствие надежно датированных позднемиоценовых и плиоценовых региональных флор затрудняет возрастные интерпретацию ассоциаций семян.

В целом, флора имеет умеренный облик, где наряду с лесными заметна роль травянистых сообществ, субтропические элементы исключительно редки. Первичный анализ полученных нами палеоботанических данных позволяет предполагать возможным более молодой возраст исаковской флоры, чем считалось ранее.

Работа поддержанна грантом РНФ № 24-27-00401.

Александрова Л.В. Палинологическая характеристика отложений бещеульской свиты у дер. Исаковки (бассейн р. Иртыша) // Материалы по стратиграфии и палеонтологии Сибири. Новосибирск: СНИИГГиМС, 1969. С. 151–157.

Дорофеев П.И. Третичные флоры Западной Сибири. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1963. 345 с.

Зыкин В.С., Зажигин В.С. Новый биостратиграфический уровень плиоцена Западной Сибири и возраст стратотипа нижне-среднемиоценового бещеульского горизонта // Докл. РАН. 2004. Т. 398. № 2. С. 214–217.

Кузьмина О.Б. Палинофлора позднего эоцена, олигоцена и миоцена, ее значение для стратиграфии и палеогеографии юга Западной Сибири: Автореф. дис. ... канд. геол.-минер. наук. Новосибирск, 2003. 21 с.

Мартынов В.А., Гнибиденко З.Н., Никитин В.П. Бещеульский горизонт миоцена Западной Сибири: стратиграфия, палеоботаника, палеомагнетизм // Стратигр. Геол. корреляция. 2000. Т. 8. № 2. С. 78–88.

Меркулова К.А. О границе палеогена и неогена в Западной Сибири (по данным спорово-пыльцевого анализа) // Кайнозойские флоры Сибири по палинологическим данным. М.: Наука, 1971. С. 51–60.

Никитин В.П. Семенные флоры неогена южной части Западно-Сибирской низменности: Автореф. дис. ... канд. геол.-минер. наук. Новосибирск, 1967. 28 с.

Никитин П.А. Плиоценовая семенная флора у д. Исаковки на Иртыше // Материалы к стратиграфии Западно-Сибирской равнины. Томск: Изд-во ТГУ, 1978. С. 23–75.

Никитин В.П. Палеокарпология и стратиграфия палеогена и неогена Азиатской России. Новосибирск: Гео, 2006. 229 с.

Унифицированная региональная стратиграфическая схема палеогеновых и неогеновых отложений Западно-Сибирской равнины. Объяснительная записка и схема. Новосибирск: Изд-во СНИИГГиМС, 2001. 84 с.

Komárek J., Jankovská V. Review of the green algal genus *Pediastrum*; Implication for pollen-analytical research // Bibliotheca Phycologica. 2001. Bd. 108. P. 1–127.

Paleobotanical aspects of the change in the age concept of Neogene deposits in the Isakovka Section (Omsk Region)

A.V. Ivanova¹, S.S. Trofimova²

¹ Geological Institute RAS, Moscow, alexandra.ivanova@ginras.ru

² Institute of Plant and Animal Ecology, Ural Branch of the RAS, Yekaterinburg, svetlana.trofimova@ipae.uran.ru

Пыльца рода *Decodon* (*Lythraceae*) в олигоцене и миоцене юга Западной Сибири

О.Б. Кузьмина

Институт нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН, Новосибирск,

KuzminaOB@ipgg.sbras.ru

Впервые в олигоценовых и миоценовых отложениях, вскрытых скв. 2 (пос. Озерянка, Новосибирская обл.) на юге Западно-Сибирской равнины, выявлена пыльца, морфологические особенности которой позволили отнести ее к роду *Decodon* (*Lythraceae*). Такая пыльца ранее не упоминалась в палинологической летописи этого региона, в то время как ископаемые семена рода *Decodon* довольно широко распространены в позднем палеогене и неогене Западной Сибири [Никитин, 2006].

В настоящее время *Decodon* – монотипный род, включающий вид *D. verticillatus* (L.) Ell., это травянистый многолетник, обитатель заболоченных берегов водоемов на востоке США и Канады. До недавнего времени палеонтологическая летопись *Decodon* повсюду в мире основывалась почти исключительно на находках ископаемых плодов и семян [Grímsson et al., 2012]. Недавнее комплексное исследование ископаемой пыльцы из разных местонахождений Евразии и пыльцы современного *D. verticillatus* с применением светового и электронного сканирующего микроскопов позволило выделить шесть морфотипов и доказать их принадлежность к роду *Decodon* [Grímsson et al., 2012]. Сравнение выявленной в олигоцене и миоцене Западной Сибири пыльцы с этими морфотипами показало их большое сходство, что позволило определить ее как *Decodon* sp. Вполне возможно, что ранее такую пыльцу в спорово-пыльцевых спектрах позднего палеогена и неогена Западной Сибири относили к формальному роду *Tricolporopollenites*.

Выполнено описание ископаемой пыльцы *Decodon* sp. на основе изучения 50 экземпляров хорошей степени сохранности из олигоценовых и миоценовых отложений скв. 2. Мезокольпии пыльцевых зерен *Decodon* sp. осложнены выступающими меридиональными «гребнями», проходящими в их срединной части, что особенно хорошо заметно в полярной проекции зерен. Эта особенность является важным диагностическим признаком пыльцы рода *Decodon* [Grímsson et al., 2012]. В области оры экзина расщепляется, нижний слой выклинивается, а верхний – нависает над орой, образуя своеобразный «мостик», хорошо заметный как в полярной, так и в экваториальной проекции зерна. Скульптура пыльцевых зерен преимущественно гладкая. Борозды длинные, узкие, сжаты по экваториальной оси. Оры довольно крупные, хорошо заметные, овальные.

Ископаемые пыльцевые зерна *Decodon* sp. по своей морфологии весьма близки к пыльце современного *Decodon verticillatus* (L.) Ell.

[Grímsson et al., 2012, fig. 6, G, J], но отличаются более тонкой экзиной. Также есть сходство выявленных пыльцевых зерен и с пыльцой рода *Decodon* из олигоцена Австрии и среднего миоцена Испании [Grímsson et al., 2012].

Обнаруженная пыльца *Decodon* sp. может принадлежать виду *Decodon gibbosus* E. Reid, распространенному в олигоцене и неогене Западной Сибири, семена которого известны из множества местонахождений в этом регионе [Никитин, 2006]. В пользу этого предположения свидетельствует тот факт, что множество семян, определенных В.П. Никитиным как *Decodon ex gr. gibbosus* E. Reid (неопубликованые данные), обнаружены им в бешеульской свите в разрезе скв. 10 (пос. Урожайный, Новосибирская обл.), пробуренной в нескольких километрах северо-восточнее скв. 2 [Кузьмина и др., 2003].

Прослежено распространение пыльцы *Decodon* sp. в разрезе олигоцена и миоцена Кулундинской равнины – единично пыльца встречается в новомихайловской (нижний олигоцен), журавской (верхний олигоцен), абросимовской (нижний миоцен) свитах. Наибольшее количество экземпляров пыльцы *Decodon* sp. обнаружено в алевритах бешеульской свиты, датированной ранним – средним миоценом [Кузьмина, 2025]. Спорово-пыльцевой спектр, в котором обнаружено наибольшее количество экземпляров *Decodon* sp., отличается некоторым своеобразием – в нем резко возрастает содержание пыльцы водно-болотного *Sparganium* и микрофитопланктона *Sigmatopollis* (до 15%), относящегося к цианобионтам [Worobiec, 2010], что, по-видимому, обусловлено заастанием прибрежной части палеоводоема и цветением воды в нем.

Находки ископаемой пыльцы рода *Decodon* в Западной Сибири важны для обобщения ископаемой летописи распространения представителей этого рода, их эволюции и миграции в Северном полушарии Земли в кайнозое, а также открывают новые возможности для оценки стратиграфического значения таксона в палеогене и неогене Западной Сибири.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РНФ, проект № 24-27-00186 «Расцвет и угасание тургайской флоры в олигоцене и миоцене на юге Западно-Сибирской равнины (по палинологическим данным)».

Кузьмина О.Б. Палиностратиграфия и условия формирования верхнепалеогеновых и неогеновых отложений Кулундинской равнины Западной Сибири // Стратигр. Геол. корреляция. 2025. Т. 33. № 4. С. 86–112.

Кузьмина О.Б., Волкова В.С., Гнибиденко З.Н., Лебедева Н.К. Микрофитофоссилии и магнитостратиграфия верхнемеловых и кайнозойских отложений юго-восточной части Западно-Сибирской равнины // Геология и геофизика. 2003. Т. 44. № 4. С. 348–363.

Никитин В.П. Палеокарпология и стратиграфия палеогена и неогена Азиатской России. Новосибирск: Гео, 2006. 229 с.

Grimsson F., Ferguson D., Zetter R. Morphological trends in the fossil pollen of *Decodon* and the paleobiogeographic history of the genus // Int. J. Plant. Sci. 2012. Vol. 173(3). P. 297–317.

Worobiec E. Late Miocene freshwater phytoplankton from Jósefina (Poland) // Micropaleontology. 2010. Vol. 56. № 6. P. 517–537.

Pollen of the genus *Decodon* (Lythraceae) in the Oligocene and Miocene of the south of Western Siberia

O.B. Kuzmina

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS, Novosibirsk,
KuzminaOB@ipgg.sbras.ru

Оценка палеоусловий голоцен по растительным сообществам торфяников южной гипоарктической тундры Западной Сибири

А.О. Кузнецова, О.Л. Опокина

Институт криосферы Земли ТюМНЦ СО РАН, Тюмень, kuznetsovaao90@mail.ru, oropokina@ikz.ru

В связи с изменением климата и интенсивным хозяйственным освоением южной гипоарктической тундры Западной Сибири становятся актуальными исследования торфяников тундр с целью восстановления растительных сообществ голоцена и оценки изменений палеоусловий в то время. Мерзлые мощные торфяники с полигональным рельефом и ледяными жилами в хасыреях сохраняют информацию об изменениях фитоценозов, захороненных в месте произрастания. На состав фитоценозов локальных обстановок низин оказывали влияние изменения климата и геокриологических процессов. Цель работы – изучить изменчивость растительных сообществ и обстановок торфонакопления в голоцене.

Разрезы торфа, расположенные в хасыреях на разном удалении от высокой III озерно-аллювиальной террасы Тазовского района ЯНАО, был изучены в 2017–2020 годах. Разрез В7-17 вскрыт вблизи высокой поверхности, на полигоне, мощностью 0,9 м; разрез В8-17 – на удалении от террасы, в межполигональном понижении, мощностью 2,3 м; разрез С3-20 – на полигоне, мощностью 4,4 м.

Для определения растительных остатков и возраста отобрано 23 пробы. Методом ботанического анализа торфа определена видовая принадлежность растительных остатков, зольность определена в муфельной печи по ГОСТ 11306, степень разложения – методом центрифугирования по ГОСТ 10650. Возраст торфа определен на спектрометре-радиометре Quantulus (ТомЦКП СО РАН) и в ЦКП Института географии РАН и Университета Джорджии (США). Калибровка данных проведена в программе CALIB REV 8.2. Для реконструкции условий торфонакопления использованы характеристики условий увлажнения согласно экологическим шкалам и оценка термического и влажностного режима в голоцене. С 2018 года по решению Международной комиссии по стратиграфии голоцен делят на 3 периода – гренландский (нижняя граница 11 700 кал. л.н.), северогрипинский (нижняя граница 8 236 кал. л. н.) и мегхалайский (нижняя граница 4 250 кал. л. н.). Гренландский период соответствует голоценовому потеплению климата, северогрипинский – кратковременному похолоданию, мегхалайский – засушливым и прохладным условиям.

Осоково-моховый торф и осоковый торф (сл. 1, 2) в хасыре **вблизи террасы** (В7-17) накопились, с учетом высокой зольности (7,8–8,9%) и высокой степени разложения (43–33%), в условиях богатого питания на фоне

более длительного сезонного протаивания. Гипновые мхи, березовая кора характерны для мелеющих водоемов, что, по-видимому, связано с переходом от обводненных к слабо увлажненным и более теплым условиям существования болот.

Сфагновый магелланникум-торф (сл. 3, 4) накопился в относительно влажных условиях с богатым питанием (зольность 5–6,4%), низкая степень разложения мхов с высоким содержанием кислот (12–24%), вероятно, связана с потеплением на фоне сезонного промерзания и протаивания или быстрым промерзанием, обеспечившим сохранность.

Осоково-сфагновый и сфагновый торф (сл. 5, 6) накопились в мезотрофных условиях (3,7–4,3%) с разной интенсивностью разложения остатков (для трав – 52%, мхов – 17%), связанных, вероятно, с обстановкой переменного обводнения при потеплении.

Сфагновый торф (сл. 7, 8) накопился в наиболее теплых и влажных условиях с богатым минеральным питанием (7,2–7,8%), высокая степень разложения (21–45%) обусловлена относительным потеплением. Интенсивное разложение и высокая зольность могут быть связаны с перемешиванием торфа при разрушении.

Осоковый, ивово-хвощовый и гипновый торфа (сл. 1, 2, 3) в хасырее на удалении от террасы накопились в теплых эвтрофных (зольность 5–81%) условиях застраивающего обводненного болота. Высокая степень разложения, вероятно, связана с присутствием остатков древесных и кустарничковых растений, а также обстановкой обводнения.

Травянистый и сфагновый торф (сл. 4, 5) накопились во влажных условиях с эвтрофным питанием (5%), низкая степень разложения (7–16%), вероятно, связана с быстрым промерзанием, обеспечившим сохранность.

Гипновый и осоковый торф (сл. 6, 7) накопились в обводненных, но обедненных условиях (4%), средняя степень разложения (25–26%) обусловлена обстановкой переменного обводнения при потеплении.

Балтикум-торф (сл. 8) накопился во влажных условиях с богатым питанием (5%). Низкая степень разложения (8%) связана с преобладанием мхов.

Травянисто-моховый, гипново-пушицевый и травянистый торф (сл. 9, 10, 11) накопились в обводненных условиях с эвтрофным, затем олиготрофным питанием (4–8%). Высокий показатель степени разложения (33–39%), вероятно, связан с обстановкой обводнения и преобладания трав.

Магелланникум-торф (сл. 12, 13) накопился во влажных олиготрофных условиях (4%), низкая степень разложения (16–19%) связана с преобладанием мхов.

Комплексный и мохово-кустарничковый торф (сл. 14, 15) накопились в эвтрофных (10–13%) условиях с переменным увлажнением, степень разложения (25–38%), вероятно, от преобладания остатков кустарничков.

Слои торфа в хасырее вблизи террасы (В7-17) накопились: 1–6 – в гренландский период голоцен (с 10200–10405 до 9122–9310 л.н., мощность

0,67 м); 7 – в северогриппианский период (2392–6572 л.н.). У торфа из слоя 8 нет точной датировки.

Накопление торфа в хасыре на удалении в полигонах (C3-20) и межполигональных понижениях (B8-17) различалось в связи с различным увлажнением и составом растительных группировок: в гренландский период в полигонах (с 11804–11879 до 8981 л.н.) накоплены слои 1, 3, мощностью 0,4 м, в понижении (с 9401–9530 по 8446–8599 л.н.) – слои 2, 4, 5, мощностью 1,5 м; в северогриппианский период в полигонах (с 7831–8650 по 6953–7010 л.н.) – слои 6, 7, мощностью 0,4, в понижении (с 6673–6901 по 6169–6304 л.н.) – слои 10–13, мощностью 0,3 м; в мегхалайском периоде в понижении (с 2779–2939 по 730–834 л.н.) – слои 14, 15, мощностью 0,12 м.

Работа выполнена Институтом криосферы Земли ТюмНЦ СО РАН в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № FWRZ-2021-0012.

Assessment of Holocene paleoenvironments by plant communities of peatlands of the southern hypoarctic tundra of Western Siberia

A.O. Kuznetsova, O.L. Opokina

*ECI Tyumen Scientific Centre SB RAS, Tyumen, kuznetsovaao90@mail.ru,
opokina@ikz.ru*

Климатические интерпретации карнологических и палинологических данных из олигоценово-миоценовых отложений Казахстана

П.Д. Тропина, С.С. Попова, В.Ф. Тарасевич, А.Л. Аверьянова
Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург,
polinatropina@gmail.com, svetlana.popova@binran.ru

Карнологическим и палинологическим методами были изучены образцы из четырех местонахождений ископаемых растений Тургая. Были составлены списки видов для каждой флоры, которые в дальнейшем послужили основой для реконструкции климата количественным методом.

Местонахождение позднеолигоценовых растений Дюсембай находится на левом берегу реки Улы-Жиланшик (Джангельдинский район Костанайской области). Образцы отбирались из отложений, соответствующих верхней части чиликтинской свиты (верхний олигоцен). В целом в результате карнологического анализа было выявлено около 20 таксонов преимущественно водных растений, характеризующих местную растительность. В результате изучения спорово-пыльцевых спектров было установлено, что абсолютное господство принадлежит пыльце древесных пород. Таксономический состав цветковых достаточно разнообразен. В количественном отношении господствующее положение занимает пыльца рода *Pterocarya* (сем. *Juglandaceae*). Среди голосеменных доминирует пыльца таксодиевых.

Местонахождение раннемиоценовых растений Кумыртас находится неподалеку от местонахождения Дюсембай. Из слоев, датируемых аквитаном, выявлены семена и плоды *Saururus*, *Tubela* (два вида), *Alnus* (плодовые чешуи), *Hypericum*, *Actinidia*, *Aldrovanda*, *Decodon* (два вида), *Microdiptera*, *Cephalanthus*, *Rubus*, *Stratiotes*, *Spirematospermum*, *Sparganium*, *Typha*, а также фрагменты сережек *Betula* и *Alnus* с хорошо сохранившейся пыльцой – всего около 19 родов высших растений. Палинологическое исследование показало, что состав пыльцы и спор достаточно разнообразен. Абсолютное господство принадлежит пыльце цветковых растений, которая составляет 73%. Среди них доминирует пыльца трех семейств: *Betulaceae*, *Fagaceae* и *Juglandaceae*. Среди голосеменных доминирует пыльца *Taxaceae* и *Cupressaceae* (*Taxodioidae*).

Из местонахождения остатков третичных растений Болаттам и Акжар также получены карнологические и палинологические материалы, хранящиеся в лаборатории палеоботаники БИН РАН. Таксономический состав спектров пыльцы и их количественные соотношения позволяют предполагать сильно заболоченные условия территории, где процветали таксодиевые, а также на более возвышенных местах произрастали широколиственные породы в небольшом количестве. Возможно, на некоторых участках, по берегам водоемов заросли образовывала ольха. Карнологические данные дополняют картину заболоченного леса из хвойных таксодиевых влаголюбивыми древесными *Nyssa*, водными травами *Stratiotes*, *Urospathites*, *Salvinia* и другими.

Растения, встреченные в этих местонахождениях, являются обычными для флор тургайского экологического типа, однако в силу особенностей процессов выветривания в аридных районах сохранился далеко неполный набор растений, составлявших древнюю флору. В результате наших исследований впервые для Тургая по карнологическим данным определены виды родов: *Tubela*, *Altus*, *Dorotheevia*, *Leitneria*, *Actinidia*, *Decodon*, *Microdiptera*, *Carex*, *Ailanthis*, *Cephalanthus*, *Rubus*, *Sparganium*, *Epiptemnites*.

Количественная реконструкция климата была выполнена при помощи метода Coexistence Approach отдельно для пыльцевой и семенной аквитановой флоры Кумыртаса и Дюсембая. Климатические данные реконструированные по аквитанской пыльце указывают на теплоумеренный климат с безморозными зимами и влажным летом. Параметры температуры и влажности, полученные по семенной флоре, в целом сходны с таковыми полученными по пыльце, но указывают на более низкую среднегодовую температуру. Предыдущие исследования, основанные на данных по ископаемым листьям, показали, что в течение олигоцена и раннего миоцена территории Казахстана в Центральной Евразии была покрыта лесом с теплоумеренными листопадными деревьями и кустарниками флоры тургайского типа. Наши результаты, полученные по пыльце в дополнение к карнологическим данным флоры Кумыртаса, подтверждают этот вывод. Поскольку пыльцевая флора лучше всего отражает зональную растительность, можно предположить, что это представляет собой общий тип растительности в раннем миоцене Казахстана. Более того, градиент к более теплым и влажным условиям от Западной Сибири/Дальнего Востока к югу и юго-востоку очевиден при сравнении наших данных с ранними миоценовыми флорами из других азиатских регионов. Если рассматривать пыльцевые данные с позднего олигоцена по ранний миоцен, очевидна тенденция к более открытым ландшафтам с травами и кустарниками в восточной части Казахстана, градиенты которых в настоящее время гораздо более выражены. То же самое относится к климатическим условиям, которые еще не имели четко выраженного градиента, более характерного для конца неогена и современности. В контексте общей эволюции климата в Казахстане на протяжении рюпельского и аквитанского периодов наши новые данные по позднеолигоценовой пыльцевой флоре Дюсембая указывают на продолжающуюся тенденцию к потеплению и увеличению сезонности температуры. Данные об осадках по пыльце указывают на несколько более сухие условия в позднем олигоцене по сравнению с результатами, полученными ранее по палинофлорам рюпельского и аквитанского периодов того же региона.

Climate interpretations of meso- and microfossil data from the Oligocene-Miocene deposits of Central Kazakhstan

P.D. Tropina, S.S. Popova, V.F. Tarasevich, A.L. Averyanova

*Komarov Botanical Institute RAS, St. Petersburg, polinatropina@gmail.com,
svetlana.popova@binran.ru*

Определение окаменевшей древесины античной Фанагории

Е.В. Белоконь¹, А.В. Степанова², А.О. Хотылев³

¹ Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург,
ekaterinabelokon00@gmail.com

² Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург,
stepanovabot@mail.ru

³ Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва,
akhotylev@gmail.com

Фанагория – древнегреческая колония, основанная на южном берегу Таманского залива и представлявшая собой важный транзитный центр на торговом пути из Средиземного моря в Азов и Прикубанье. Для возведения наземных и портовых сооружений в 5–3 веках до н.э. здесь использовали строительный камень, однако местные месторождения этого материала немногочисленны и маломощны для масштабного строительства, таким образом, встает вопрос о его происхождении. Возможно, каменный строительный материал привозился из городов, с которыми Фанагория имела торговые связи.

Осадочные горные породы часто содержат растительные и животные остатки, в том числе окаменевшие древесины. Шесть фрагментов литифицированной древесины размером до 25 см были обнаружены в постройках акрополя Фанагории. Анализ строительного каменного материала построек Фанагории позволил установить, что он представлен широким спектром вулканических, плутонических, метаморфических и осадочных горных пород и является главным образом привозным. На сегодня комплексными исследованиями установлено, что камень для строительства доставлялся из Греции (остров Эгина в Афинском заливе) и с северного побережья Турции [Хотылев и др., 2022]. Так как один из найденных в Фанагории крупных обломков древесины окатан, вероятный район его происхождения следует искать на морском побережье, такие местонахождения окаменевшей древесины известны в Греции и Турции. Поскольку генетически литификация дерева может быть связана с вулканической деятельностью, а в фундаментах Фанагорийского акрополя обнаружено значительное количество вулканических пород, наиболее вероятные источники окаменевшей древесины – античные каменоломни в акватории Эгейского моря — Лесбоса, Лемноса, Александруполя или Килоса [Хотылев и др., 2022]. Древесина представляет собой сложную ткань, состоящую из нескольких типов клеточных элементов, и исследование ее микроскопического строения, позволяет определить принадлежность до рода, группы видов или даже вида. Определение пород окаменевших древесин из Фанагорийских раскопок и их сравнение с известными ископаемыми остатками может позволить определить регион

поставок данного вида камня в Фанагорию и расширить представления об импорте строительного камня в Черноморско-Эгейском регионе в 5–3 веках до н.э.

Анатомическое строение древесины анализировали по шлифам, измерения делали с помощью микроскопа Olympus BX 51, цифровой камеры Olympus DP74 и программного обеспечения Olympus cellSens Standard по общепринятой методике [Wheeler et al., 1989].

Анализ микроскопических шлифов показал, что пять образцов из шести относятся к кольцесосудистой породе с широкими сосудами ранней древесины (диаметр просветов 121–344 мкм), расположенными в два ряда, многочисленными узкими сосудами поздней древесины и лучами двух разных размерных классов, а также агрегатными лучами. Согласно [Iamandei et al., 2024], такое строение характерно для группы белых дубов, включающих виды секции *Quercus*. Сравнение с литературными данными и данными базы данных по анатомии древесины (InsideWood, 2004; <http://insidewood.lib.ncsu.edu>) показало, что больше всего сходства эта древесина показывает с *Quercinum rossicum* Merckl., для которой характерно расположение сосудов в виде «языков пламени», а также с *Q. montanum* Merckl., похожим на предыдущий вид и иногда рассматриваемым в качестве его формы [Мерклин, 1857; Шилкина, 1982]. Найдки этого вида относятся к палеоцену и неогену Европейской части РФ и Украины.

Последний образец имеет полукольцесосудистую древесину с относительно узкими сосудами (не более 128 мкм в диаметре), лучами от 1 до 27 рядов в ширину и агрегатными лучами и также может быть отнесен к роду *Quercus* sp., но вечнозеленым дубам из секции *Plex*. К миоценовым древесинам такого типа относится широко распространенный в окаменевших лесах Греции *Quercoxylon intermedium* Petrescu et Velitzelos [Iamandei et al., 2024], однако этот вид отличается от исследуемого нами образца из Фанагорийского акрополя целым рядом важных диагностических признаков: гораздо большим диаметром сосудов, гетерогенным строением лучей, окаймленными порами волокон, обильными друзами в клетках лучей и камерной аксиальной паренхимы. Ю. Аккемик с соавторами [Akkemik et al., 2019] указывает древесину подобного типа, *Quercoxylon courpierense* Privé, для побережья Стамбула (Турция), однако она отличается от исследуемого нами образца значительно более широкими сосудами (средний диаметр в диапазоне 100–200 мкм по данным InsideWood) и отсутствием выраженных границ слоев прироста. Также в этой работе приведен ключ для определения ископаемых древесин подрода *Plex*. Использование этого ключа позволяет нам определить древесину из Фанагорийского акрополя как *Quercus mixtum* Petrescu. Еще одна находка этой же древесины из Стамбула описана в текущем году [Akkemik et al., 2025].

Мерклин К.Е. Анатомия коры и древесины стебля разных лесных дерев и кустарников России. СПб., 1857. 101 с.

Хотылев А.О., Хотылев О.В., Ольховский С.В., Майоров А.А. Каменный материал некоторых построек Акрополя Фанагории // Проблемы истории, филологии, культуры. 2022. № 3. С. 51–70.

Шилкина И.А. *Quercus*. Виды, установленные по древесине // *А.Л. Taxmаджян* (ред.). Ископаемые цветковые растения СССР: Т. 2. Ulmaceae – Betulaceae. Л.: Наука, 1982.

Akkemik Ü., Akkılıç H., Güngör Y. Fossil wood from the Neogene of the Kilyos coastal area in Istanbul, Turkey // Palaeontographica. Abt. B. 2019. Bd. 299. Lief. 1–6. P. 133–185.

Akkemik Ü., Üner B. A new fossil woody flora of the Late Oligocene-Early Miocene of northwest İstanbul with a new species // Turkish J. Earth Sci. 2025. Vol. 34(3). P. 407–420.

Iamandi S., Iamandi E., Velitzelos D., Velitzelos E. Palaeoxylotomical studies in the Cenozoic petrified forests of Greece. Part Three – Dicots // Acta Palaeontologica Romaniae. 2024. Vol. 20(2).

Wheeler E.A., Baas P., Gasson P.E. (eds.). IAWA list of microscopic features for hardwood identification // IAWA Bul. 1989. Vol. 10. P. 219–332.

Identification of fossilized wood from ancient Fanagoria

E.V. Belokon¹, A.V. Stepanova², A.O. Khotylev³

¹ St. Petersburg State University, St. Petersburg, ekaterinabelokon00@gmail.com

² Komarov Botanical Institute RAS, St. Petersburg, stepanovabot@mail.ru

³ Lomonosov Moscow State University, Moscow, akhotylev@gmail.com



**Алефтина Львовна Юрина
(05.11.1931 – 18.08.2025)**

Оргкомитет Конференции «Фундаментальные проблемы изучения ископаемых растений» с глубоким прискорбием сообщает о кончине 18 августа 2025 года известного палеоботаника и стратиграфа, видного специалиста по флорам девона, ведущего научного сотрудника кафедры палеонтологии Московского государственного университета, доктора геолого-минералогических наук Алефтины Львовны Юриной.

А.Л. Юрина родилась в г. Озера Московской области, в семье служащих. В 1949 году поступила на геологический факультет МГУ, где окончила кафедру палеонтологии (1954 г.).

С 1954 по 1963 год Алефтина Львовна работала в Центрально-Казахстанской экспедиции геологического факультета МГУ, а с 1964 года и до конца жизни – на кафедре палеонтологии университета.

В 1965 году она защитила кандидатскую диссертацию «Девонская флора Центрального Казахстана», а в 1985-м – докторскую диссертацию «Средне- и позднедевонские флоры Северной Евразии».

Перу А.Л. Юриной принадлежит более 150 печатных работ, в том числе обобщающая монография «Флора среднего и позднего девона Северной Евразии» (1988) и учебное пособие «Палеоботаника. Высшие растения» (соавт., 2010).

На кафедре Алефтина Львовна в разные годы вела учебные курсы «Палеоботаника», «Палеоботаника и палинология», «Палеоботаника: высшие растения», «Современные проблемы палеоботаники», руководила курсовыми и дипломными работами. Под ее началом защитили диссертации 5 кандидатов наук.

Алефтина Львовна планировала принять участие в нашей конференции, выступив на ней с докладом «Роль высших растений в установлении животско-франских зон на Восточно-Европейской платформы» (см. наст. издание, с. 105–107). Благодарная память об А.Л. Юриной будет жить в сердцах ее учеников и коллег.

Научное издание

Материалы

Всероссийской палеоботанической конференции
с международным участием

**«Фундаментальные проблемы изучения ископаемых растений:
морфология, систематика, экология, география, эволюция,
стратиграфическое значение»**

К 90-летию со дня рождения Сергея Викторовича Мейена (1935–1987)

Москва, Геологический институт РАН, 17–19 декабря 2025 г.

Редактор издательства *A.L. Анидралантов*
Макет *Ю.В. Мосейчик*

Подписано к печати 02.09.2025
Формат 70×100 1/16. Бумага офсет № 1,80 г/м².
Печать офсетная. Уч.-изд. 10 л. Тираж 150 экз.

Издательство ГЕОС
125315 Москва, 1-й Амбулаторный пр., 7/3–114
Тел./факс: 8 (495) 959 3516, 8 (926) 222 3091
e-mail: geos-books@yandex.ru
сайт: www.geos-books.ru

Отпечатано с готового оригинал-макета в ООО «Чебоксарская типография № 1»
428019, г. Чебоксары, пр. И.Яковлева, 15.