

УДК 551.8; 551.7

ББК 26.82

М54

Рецензенты: д-р геогр. наук, профессор С. И. Большов  
д-р геогр. наук, профессор Д. А. Тимофеев

*Печатается по постановлению  
Ученого совета географического факультета  
Московского государственного университета  
имени М. В. Ломоносова*

ISBN 978-5-89575-179-4

**Методы палеогеографических реконструкций:** Методическое пособие / Коллектив авторов: Блюм Н.С., Болиховская Н.С., Большаков В.А., Глушанкова Н.И., Каплин П.А., Клювиткина Т.С., Маркова А.К., Николаев С.Д., Новичкова Е.А., Полякова Е.И., Поротов А.В., Свиточ А.А., Судакова Н.Г., Талденкова Е.Е., Фаустов С.С., Янина Т.А. / Под редакцией П.А. Каплина, Т.А. Яниной. - М.: Географический факультет МГУ, 2010 - 430 с.

Освещены методы палеогеографических реконструкций событий плейстоцена и голоцена: раскрыта их суть, показаны возможности и особенности применения, приведены примеры реконструкций. Руководящий методический принцип палеогеографических исследований - сопряженный комплексный анализ природных пространственно-временных закономерностей на основе системного подхода, использующий рациональный набор методов и сопряженное истолкование их результатов. Показаны палеогеографические корреляции, выполненные на основе сопряженного анализа новейших отложений и событий плейстоцена. Предназначено для студентов и аспирантов географических и геологических факультетов ВУЗов, а также лиц, интересующихся историей развития природы Земли.

УДК551.8;551.7

ББК 26.82

ISBN 978-5-89575-179-4

© Коллектив авторов  
©Географический факультет МГУ, 2010

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ (Каплин П.А., Янина Т.А.) .....	3
1. КОМПЛЕКСНЫЙ ЛИТОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ (Судакова Н.Г.) .....	9
2. ПАЛЕОПЕДОЛОГИЧЕСКИЙ МЕТОД (Глушанкова Н.И.) .....	38
3. ПАЛИНОЛОГИЧЕСКИЙ МЕТОД (Болиховская Н.С.) .....	60
4. ПАЛЕОАЛЬГОЛОГИЧЕСКИЙ МЕТОД .....	103
4.1. Анализ водных палиноморф (Полякова Е.И., Ключевкина Т.С., Новичкова Е.А.) .....	103
4.2. Диатомовый анализ (Полякова Е.И.) .....	126
5. МАПАКОФАУНИСТИЧЕСКИЙ МЕТОД .....	161
5.1. Морские моллюски (Талденкова Е.Е.) .....	163
5.2. Солонатоводные моллюски... (Янина Т.А., Свиточ А.А.) .....	171
5.3. Пресноводные моллюски... (Янина Т.А.) .....	195
5.4. Наземные моллюски... (Янина Т.А.) .....	201
6. АНАЛИЗ МОРСКОЙ МИКРОФАУНЫ... (Блюм Н.С., Талденкова Е.Е.) .....	213
7. МИКРОТЕРИОЛОГИЧЕСКИЙ МЕТОД (АНАЛИЗ МЕЛКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ)... (Маркова А.К.) .....	237
8. ИЗОТОПНЫЕ МЕТОДЫ... (Николаев С.Д.) .....	258
9. МАГНИТНЫЙ И ПАЛЕОМАГНИТНЫЙ МЕТОДЫ .....	289
9.1. Магнитный метод... (Большаков В.А.) .....	289
9.2. Палеомагнитный метод... (Фаустов С.С.) .....	308
10. МЕТОДЫ АБСОЛЮТНОЙ ГЕОХРОНОЛОГИИ .....	332
10.1. Ядерные методы абсолютной геохронологии... (Николаев С.Д., Свиточ А.А.) .....	332
10.2. Неядерные методы абсолютной геохронологии... (Николаев С.Д.) .....	342
10.3. Астрохронологический метод датирования палеогеографических событий... (Большаков В.А.) .....	346
11. ПАЛЕОГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЙ МЕТОД ПРИ ИЗУЧЕНИИ ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ МОРСКИХ ПОБЕРЕЖИЙ (Каплин П.А., Поротов А.В.) .....	360
12. СОПРЯЖЕННЫЙ МЕТОД (Свиточ А.А.) .....	403
13. КОРРЕЛЯЦИЯ ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКИХ СОБЫТИЙ [Свиточ А.А.] .....	411

## ВВЕДЕНИЕ

Главная задача палеогеографии - пространственно-временное изучение строения, состава, структуры и закономерностей развития древней географической оболочки Земли. Согласно основателю палеогеографической школы Московского университета академику К.К. Маркову, девиз палеогеографии «от настоящего к прошлому, от прошлого к настоящему и будущему» означает познание прошлого посредством настоящего, а настоящего и будущего посредством прошлого. Особенности палеогеографии заключаются в следующем: 1) реконструируется комплекс природных условий прошлого; 2) природа прошлого изучается не как самоцель, а ради объяснения особенностей современности; 3) география больше всего заинтересована в изучении недавнего геологического прошлого («предсовременности») - плейстоцена и голоцена.

В настоящее время университетская школа палеогеографии активно развивается в созданной в 1968 г. по инициативе К.К. Маркова на географическом факультете МГУ лаборатории новейших отложений и палеогеографии плейстоцена. Её основная научная деятельность - это реконструкция эволюции природы континентов и океанов в последнем геологическом периоде, установление закономерностей природного процесса и долгосрочное прогнозирование. В лаборатории активно развиваются методы палеогеографических реконструкций, возглавляемые ведущими специалистами нашей страны. Руководящим методическим принципом исследований является сопряженный комплексный анализ природных пространственно-временных закономерностей на основе системного подхода.

Палеогеографический анализ природных условий плейстоцена значительно отличается от такового для более отдаленных геологических эпох. Это объясняется не только тем, что плейстоцен самый короткий и ближний к современности геологический период, но и тем, что в плейстоцене произошли крупнейшие, геологически очень быстрые, изменения всех компонентов природы: рельефа, осадконакопления, климата, оледенения, флоры, фауны и становление человека. Общими причинами этих изменений, по К.К. Маркову, были тектонически и солнечно обусловленные преобразования поверхности Земли. Главной чертой рассматриваемого периода было повсеместное похолодание климата, происходившее в сто раз скорее, чем в плиоцене, одновременно с которым разнонаправлено изменялась увлажненность. Для плейстоцена К.К. Марковым установлены основные закономерности: (1) направленное изменение развития всего природного комплекса; (2) ритмичность изменений природы, происходившая на фоне ее направленного развития; (3) метакронное развитие природы.

Палеогеографические реконструкции плейстоцена проводятся на основе изучения материальных свидетельств, позволяющих установить те или иные природные условия прошлых эпох. Прежде всего, это рельеф и слагающие его новейшие отложения со всеми включениями. Осадки - важнейший источник информации о географии прошлого. В вещественном составе отложений запечатлеваются одновременно признаки, унаследованные от про-

шлых этапов осадконакопления, свойства, связанные с генетической неоднородностью отложений, изменения среды, особенности географической неоднородности условий во времени и пространстве. Остатки фауны и флоры, содержащиеся в отложениях, свидетельствуют о растительном и животном мире прошлого, климате, возрасте отложений, а следовательно, ландшафтах того времени, в котором они формировались.

Особенности и свойства отложений позволяют выяснить зависимость их признаков от физико-географической обстановки накопления. В этом смысле важнейшим объектом изучения должна быть фация осадка. Здесь в наиболее целостном виде сохраняются признаки природных условий осадконакопления отдельных этапов плейстоцена на данной территории. Подобно тому, как фация современного ландшафта представляется элементарной единицей физико-географического комплекса, так осадочная фация может служить элементарной «ячейкой памяти» Земли о прошлом. Однако в осадочных фациях сохраняются не все признаки ландшафтной обстановки прошлого. Некоторые компоненты природы в ископаемом состоянии не оставляют следов, поэтому при палеогеографических реконструкциях необходимо внимательно исследовать все свойства и признаки фаций как неполного слепок с ландшафта прошлого и пытаться косвенно восстановить все утраченные элементы, незаполненные «ячейки памяти». В связи с этим возникает, согласно К.К. Маркову, необходимость сбора сравнимых данных разного рода по определенной системе - сопряженный метод палеогеографических реконструкций.

В сопряженном методе отсутствуют анализы или приемы - фавориты, каждый из них имеет свои сильные и слабые стороны. Поэтому необходимо применять различные методы в их сочетании в зависимости от особенностей исследуемого объекта. Сопряженный метод открывает путь к разностороннему и более полному пониманию географической обстановки исследуемого отрезка времени. При нем используется не только рациональный набор методов, но и сопряженное истолкование их результатов; конкретные методы в комплексе дают не только арифметическую сумму знаний, но и контролируют результаты друг друга.

Для палеогеографических реконструкций используются различные аналитические методы. Комплексный литологический анализ нацелен на установление закономерностей формирования свойств и состава литогенной основы опорных разрезов плейстоцена, которая служит важнейшим источником информации о природной обстановке прошлого. Вещественный состав отложений, являясь объектом самостоятельного исследования, имеет собственные приоритеты при решении палеогеографических задач, например, реконструкции источников сноса терригенного материала, воссоздание направления и путей потоков вещества, режима и динамики фациально-генетической обстановки осадконакопления и условий последующей трансформации вещества. Весом вклад литологического анализа в область диагностики и корреляции разновозрастных и разногенетических комплексов отложений, в реконструкцию структуры и динамики ледниковых покровов, в расшифровку условий формирования и происхождения лёссовых пород, в установление возрастных изменений состава аллювия террас. От грамотного литологического изучения разреза отложений в значительной мере зависит достовер-

ность интерпретации данных других методов палеогеографических реконструкций.

В системе методов палеогеографических реконструкций древних ландшафтов важное место занимает палеопедологический метод исследования, концептуальной базой которого являются докучаевские концепции: субстантивно-генетическая концепция почвы и почвенного покрова, концепция факторов почвообразования, концепция почвенной зональности. Особая роль палеопочв - ярких палеогеографических явлений плейстоцена - в правильном толковании развития и динамики природной среды объясняется способностью их к «зеркальному» отражению факторов географической среды в его современном динамическом понимании, способностью накапливать и хранить информацию о продолжительных отрезках существования, развития и эволюции природной среды.

Палинологический метод представляет собой совокупность приемов и сведений из разных областей ботаники, географии, геологии и, отчасти, математики, используемых для определения генезиса и геологического возраста осадочных пород, их детального стратиграфического расчленения, реконструкции ландшафтно-климатических условий эпох образования исследуемых толщ, а также для внутрирегиональных и дальних корреляций восстановленных палеогеографических событий. Он относится к числу ведущих методов реконструкции наземной растительности позднего кайнозоя. Объекты его изучения - цветочная пыльца семенных растений и споры высших споровых растений (мхов, папоротников, плаунов и хвощей). Пыльца и споры высших растений присутствуют в осадках разного возраста и всех литолого-генетических фаций; ископаемые спорово-пыльцевые спектры из отложений позднекайнозойских разрезов являются отражением палеорастительности окружающей территории, а изменения их состава снизу вверх по разрезу - полная запись климато-фитоценологических и флористических смен на протяжении изучаемого отрезка геологической истории.

Диатомовый метод, основанный на изучении современных водорослей, их морфологии, таксономического состава флор, экологических факторов обитания, географического распространения видов и т.д., и ископаемых остатков диатомовых водорослей, позволяет реконструировать экологические и фациально-генетические условия осадконакопления (температурный режим водоемов, соленость вод, степень эвтрофирования и т.д.); позволяет решать широкий круг биостратиграфических, палеогеографических и палеоклиматических проблем. Клетки диатомей, покрытые кремневой оболочкой - панцирем, по форме и сложной системе структурных элементов которого строятся современные классификационные системы, при благоприятных условиях хорошо сохраняются в ископаемом состоянии, что определяет роль диатомей как одной из важнейших палеонтологических групп при палеогеографических реконструкциях.

В практике реконструкций палеогидрологических обстановок и биостратиграфических исследований в морях все большее значение приобретает изучение водных палиноморф, которые включают в себя цисты морских видов динофлагеллат и пресноводные зеленые водоросли, а также акритархи и другие органические остатки водных микроорганизмов, которые обладают оболочками, близкими по составу к оболочкам пыльцы и спор и могут быть

определены в палинологических препаратах.

Малакофаунистический анализ является одним из наиболее активно используемых приемов реконструкции и корреляции палеогеографических событий. Объекты его изучения - раковины моллюсков - являются информативной палеонтологической группой, присутствующей в отложениях почти всех литолого-генетических типов. Особенно многочисленны они в морских образованиях, широко развитых по периферии материков, и в осадках внутриматериковых водоемов. Моллюски - один из самых богатых видами типов, представители которого благодаря своей известковой раковине хорошо сохранились в ископаемом состоянии. Малакофауны морские, солоноватоводные, пресноводные и наземные в их использовании для палеогеографических реконструкций имеют различия. Определяется это их биологическими особенностями, разными темпами их эволюционного развития и различной реакцией на изменения экологической обстановки.

Микрофауна морей и океанов дает богатый материал для палеогеографических реконструкций и как материал для разного рода химических и физических анализов (определение абсолютного возраста разными методами, изотопного состава карбоната раковин,  $Mg/Ca$  и  $Sr/Ca$  и т.д.), и, главное, как индикатор условий палеосреды и изменений природных событий прошлого. Последнее связано с широким стратиграфическим и географическим распространением организмов микрофауны и обилием и большой частотой встречаемости микроостатков в донных отложениях. Для палеогеографических реконструкций используются микроорганизмы с твердыми скелетными образованиями - фораминиферы, радиолярии, остракоды, птероподы и гетероподы.

Изучение видового состава, распространения, разнообразия и экологической приуроченности ископаемых мелких млекопитающих позволяет установить палеогеографические события и их ранг; определить их геологический возраст; определить структурные особенности межледниковых и перигляциальных фаун мелких млекопитающих разного возраста и выявить два основных типа сообществ: зональные сообщества мелких млекопитающих межледниковий и специфичные перигляциальные комплексы ледниковых эпох. Это свидетельствует о высокой информативности данных по ископаемым мелким млекопитающим при проведении палеогеографических и палеозоологических реконструкций, а также для определения возраста природно-климатических событий плейстоцена.

В палеогеографии широко применяются методы геохимии стабильных изотопов. Используются вариации изотопов целого ряда элементов - водорода, углерода, кислорода, серы и др. Наиболее распространенным является изотопно-кислородный метод. Это связано с самой широкой распространенностью этого элемента на Земле и с подверженностью изотопов кислорода сильному фракционированию в условиях земной поверхности, что делает изотопный состав кислорода удобной меткой различных гипергенных процессов и условий их протекания. При этом изотопно-кислородный метод, с одной стороны, может выступать как локальный метод корреляции океанских, морских и континентальных событий, с другой - как проникающий, если рассматривать например, систему открытый океан-шельф или открытый океан-моря средиземноморского типа. Он может быть и сквозным, если его результаты использовать для диагностики палеоклиматических событий.

Магнетизм горных пород является составной частью отдельной научной отрасли геофизики - земного магнетизма, изучающего современное (стационарное и переменное) геомагнитное поле, его происхождение и его вариации, а также магнитное поле Земли в геологическом (палеомагнетизм) и историческом (археомагнетизм) прошлом. Можно выделить три наиболее важные области изучения магнетизма горных пород, которые включают в себя теоретические и экспериментальные исследования: а) магнитных минералов горных пород (их химического состава, доменного состояния, температурных изменений и т.д.); б) формирования и сохранности намагниченности в горных породах при воздействии температуры, времени, химических изменений и других факторов; в) решения обратной задачи - по магнитным характеристикам определить условия формирования намагниченности в породе, и, следовательно, условия формирования самой породы. Области изучения а) и б) особенно важны для обоснования палеомагнитных заключений, фактически составляя физическую основу палеомагнетизма. Третья область, в), дала начало новому научному направлению - магнетизму окружающей среды (environmental magnetism). Предметом изучения этого направления является исследование влияния окружающей среды на магнитные минералы в процессе их формирования, переноса, отложения и дальнейших изменений в атмосфере, литосфере и гидросфере с тем, чтобы в дальнейшем по магнитным характеристикам определить условия образования соответствующих отложений. Палеомагнитный метод позволяет выделять изохронные уровни, определять временные срезы, наиболее удобные для дальней и глобальной корреляции палеогеографических событий.

Методы абсолютного датирования являются одним из основных приемов сравнительного анализа разнообразных природных явлений. Изучение природы последней геологической эпохи разными методами физико-химического анализа позволяет четко определить хронологические рубежи палеогеографических событий, их временную диагностику и выполнить достоверные корреляции независимо от расстояния между объектами сравнительного анализа. В настоящее время существует целый ряд методов абсолютной хронометрии, охватывающих весь временной интервал плейстоценовой истории Земли. Их можно объединить в две большие группы. К первой относятся методы, основанные на непосредственной оценке соотношения материнских и дочерних продуктов радиоактивного распада: иониевый, иониево-ториевый, протактиниево-иониевый, радиоуглеродный, калий-аргоновый, радиосвинцовый методы. Ко второй - методы, использующие опосредованные результаты радиоактивного распада или вообще с ним не связанные и основанные на иных принципах: термолюминесцентный, метод оптически-стимулированной люминесценции, электронного парамагнитного резонанса, трековый; биохимический аминокислотный метод датирования. Астрохронологический метод датирования отложений и событий основан на выделении в геологических последовательностях астрономически обусловленных временных периодичностей.

Палеогеоморфологический метод - один из основных при изучении палеогеографического развития морских и океанических побережий в плейстоцене. Основным объектом его изучения являются современные и древние береговые линии - комплексы форм рельефа и слагающих их отложений, фик-

сирующие положение уровня моря в прошлом. Особый интерес представляют древние береговые аккумулятивные террасы, представляющие собой реликтовые аккумулятивные образования, состоящие из серии береговых валов и содержащие остатки морской фауны. Применение палеогеоморфологического метода позволяет реконструировать изменения уровня моря, оценить направленность и интенсивность тектонических движений, проследить эволюцию аккумулятивных форм под влиянием изменений уровня морей и океанов и решить ряд других задач.

Задача настоящего методического пособия - раскрыть суть каждого из перечисленных методов и показать возможности их применения при палеогеографических реконструкциях. Книга является дополненным и переработанным изданием вышедшей более десяти лет назад монографии «Методы диагностики и корреляции палеогеографических событий» (1999).

Ее авторами являются ведущие специалисты в области исследования палеогеографии плейстоцена и голоцена, научные сотрудники НИЛ новейших отложений и палеогеографии плейстоцена географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова: доктора географических наук Н.С. Болиховская (палинологический метод), Н.И. Глушанкова (палеопедологический метод), П.А. Каплин (палеогеоморфологический метод), С.Д. Николаев (изотопные методы, методы абсолютной геохронологии), Е.И. Полякова (палеоальгологический метод), А.А. Свиточ (малакофаунистический метод, методы абсолютной геохронологии, сопряженный метод, корреляция палеогеографических событий), Н.Г. Судакова (комплексный литологический анализ), Т.А. Янина (малакофаунистический метод); доктор физико-математических наук В.А. Большаков (магнитный и астрохронологический методы); кандидаты географических наук Н.С. Блюм (анализ морской микрофауны), Т.С. Ключевиткина и Е.А. Новичкова (анализ водных палиноморф), Е.Е. Талденкова (малакофаунистический метод и анализ морской микрофауны), С.С. Фаустов (палеомагнитный метод); А.В. Поротов (палеогеоморфологический метод); ведущий научный сотрудник Института географии РАН доктор географических наук А.К. Маркова (микротериологический метод). Редакторская работа выполнена П.А. Каплиным и Т.А. Яниной. Оригинал-макет подготовлен В.М. Соболевым.

Методическое пособие рассчитано на студентов и аспирантов географических и геологических факультетов ВУЗов, а также на всех лиц, интересующихся историей развития природы Земли.