

Журнал "Природа"

№ 1, 1970

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 001
ББК 72
Ж92

Ж92 Журнал "Природа": № 1, 1970 / – М.: Книга по Требованию, 2023. – 131 с.

ISBN 978-5-458-66311-3

"Природа" — ежемесячный научно-популярный журнал Российской академии наук, публикации которого посвящены естественно-научной тематике. Издается с января 1912 года. Издание журнала началось в Москве в январе 1912 года. Среди первых редакторов были крупнейшие естествоиспытатели: зоолог, профессор В. А. Вагнер, химик, академик АН СССР Л. В. Писаржевский, генетик Н. К. Кольцов, микробиолог, академик АН УССР Л. А. Тарасевич, геохимик, академик АН СССР А. Е. Ферсман

ISBN 978-5-458-66311-3

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2023
© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2023

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первозданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.



Дом ученых Сибирского отделения АН СССР в Академгородке под Новосибирском.

Фото АПН

безошибочных программ по машинному решению задач в различных областях науки. Новый метод решения системы уравнений в области атмосферной газодинамики разработал акад. Г. И. Марчук. За последние годы особое развитие получила одна из отраслей математики — линейное программирование и экономико-математическое моделирование (акад. Л. В. Канторович и чл.-корр. АН СССР А. Г. Аганбегян). В тесном контакте с геологами в Вычислительном центре созданы новые математические методы по расшифровке данных сейсморазведок полезных ископаемых. На базе дискретной математики выросла школа кибернетики, возглавляемая чл.-корр. АН СССР А. А. Ляпуновым.

Крупный успех — создание в Институте ядерной физики установок со встречными электрон-электронными пучками, энергия которых достигает порядка 100 млрд эв, и электрон-позитронными пучками, относительная энергия которых достигает 2 тыс. млрд эв. Начато сооружение протон-антипротонной установки с относительной энергией 1200 млрд эв, которая не будет иметь себе равных в нашей стране и за рубежом. За разработку метода встречных пучков для исследований элементарных частиц акад. Г. И. Будкер, чл.-корр. АН СССР А. А. Наумов, чл.-корр. АН СССР А. Н. Скринский,

чл.-корр. АН СССР В. А. Сидоров и В. С. Панасюк удостоены в 1967 г. Ленинской премии.

Наряду с большими ускорителями, в Институте ядерной физики разработаны промышленные ускорители с энергией около 1,5 млн эв и мощностью в пучке до 25 квт. По признанию специалистов, подобные установки — самые удобные и самые дешевые источники радиации, широко применяемой в различных областях народного хозяйства. Разработка теории бесстолкновительных ударных волн позволила получить в специальных установках плазму с температурой в 100 млн градусов. В Институте теоретической и прикладной механики создана установка для получения низкотемпературной плазмы.

В Институте гидродинамики получила дальнейшее развитие теория и практика кумулятивных зарядов. Гидродинамическая теория этих зарядов нашла свое применение в целом ряде проблем и, в частности, в так называемой сварке взрывом. Оказалось, что с помощью взрыва можно сваривать любые пары металлов и создавать «гибридные» материалы, столь необходимые для новейшей техники.

Важные исследования были выполнены в области направленного взрыва, позволяющего перемещать большие массы породы в нужном направлении, что имеет большое значение при строительстве плотин, каналов, разработке карьеров и т. д.

Следует отметить также полученные за последнее десятилетие теоретические и экспериментальные резуль-

таты по неустановившимся движениям жидкости двух- и трехмерных потоков.

В конце прошлого столетия было замечено, что в ряде случаев при прохождении взрывной волны в трубке с взрывной смесью фронт взрывной волны распространяется по спирали. Явление это получило название спиновой детонации. Неоднократные попытки дать теорию этого явления долгое время ни к чему не приводили. Полная качественная и количественная теория спиновой детонации была создана в Институте гидродинамики чл.-корр. АН СССР Б. В. Войцеховским и развита его учениками. Из отдельных остроумных опытов родилось новое научно-техническое направление, названное «гидроимпульсной техникой», с исключительно богатыми приложениями в разных областях горного дела и машиностроения.

Сильно вырос организованный в январе 1957 г. в Красноярске Институт физики, который возглавляет акад. Л. В. Киренский. Интересные исследования проводятся Иркутским институтом земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн, руководимым чл.-корр. АН СССР В. Е. Степановым.

В Якутске расположен один из важнейших центров в Советском Союзе по изучению космических лучей — Институт космофизических исследований и аэронауки, возглавляемый Ю. Г. Шафером. Здесь же проводятся исследования физических свойств полярных сияний ионосферы и верхней атмосферы.

Геолого-минералогические и географические науки

В пределах Сибири и Дальнего Востока, занимающих громадную площадь — 13 млн км, существуют исключительно благоприятные условия для решения важнейших задач теоретической геологии, геофизических и географических исследований, имеющих важное значение для обобщения данных о строении и развитии нашей планеты. Работы геологов дают возможность выявить огромные минеральные богатства недр, повышают эффективность их разведки и использования.

Сибирское отделение Академии наук СССР при активном содействии Отделения наук о Земле развернуло в Сибири и на Дальнем Востоке широкую сеть научно-исследовательских учреждений геологического профиля. За время деятельности Сибирского отделения этими учреждениями выполнен большой объем работ.

Большой вклад в развитие палеонтологии и стратиграфии внесли крупнейшие в нашей стране палеонтологическо-стратиграфические школы, руководимые акад. Б. С. Соколовым и чл.-корр. АН СССР В. Н. Саксом. Исследованиями этих школ обосновано выделение древнейшей докембрийской рифейской системы, существенно уточнено развитие органического мира в пределах Азиатского материка. Школой тектонистов под руководством чл.-корр. Ю. А. Косыгина заложены основы исторической палеотектоники.

Акад. Ю. А. Кузнецовым дана сравнительная характеристика магматических формаций, обоснована генети-

ческая их классификация, намечены закономерности их размещения в структурах земной коры, что позволяет дать конкретные рекомендации по поискам железа, полиметаллов и редких металлов.

Учение о магматических формациях создает теоретические предпосылки для развития учения о рудных формациях. Заметно продвинулись геохимические исследования, направленные на выявление глубоко залегающих и не выходящих на поверхность месторождений полезных ископаемых. Разработаны и внедрены в производство геохимические методы поиска золоторудных месторождений.

Неоценимый вклад внесли геологи также в изучение перспектив нефтегазоносности на востоке страны. В 1953 г. был получен мощный фронтон газа из скважины у села Березово на Оби, а в 1960 г. получены первые притоки нефти. В Западно-Сибирской низменности ежегодно открывается по несколько месторождений нефти и газа. Общая перспективная нефтегазоносная площадь Западно-Сибирской низменности по предварительным оценкам в два-три раза превышает соответствующие ресурсы Урала и Поволжья. Месторождения нефти и газа были обнаружены и на Сибирской платформе. В этом большую помощь поисковым группам оказали ученые, разработавшие методы, которые позволяют при минимальном количестве буровых скважин оценить геологические запасы нефти и газа в малоосвоенных и труднодоступных районах.

В геологических институтах Сибирского отделения проводятся интересные экспериментальные исследования минералообразования при высоких давлениях, моделирующие физико-химические процессы, которые происходят в земной коре. На основании теоретических работ была опубликована новая схема метаморфических фаций и «Карта метаморфических фаций в СССР» — первая в мире для таких больших территорий. В Международном союзе геологических наук принято решение о составлении карты метаморфических поясов мира с учетом принципов, разработанных советскими геологами.

Комплексное изучение запасов термальных вод Камчатки, выполненное группой ученых Института вулканологии, позволило не только получить информацию об особенностях вулканической деятельности этого района, но и создать первые в СССР геотермальные энергетические установки.

Большое место в деятельности ученых Сибирского отделения занимают геофизические методы изучения земной коры. Сейсморазведка позволила в пределах Западно-Сибирской низменности изучить границы поверхности Мохоровичича. Создана специальная аппаратура, которая дает возможность примерно в 10 раз увеличить эффективность проведения так называемых региональных исследований методом точечного сейсмического глубинного зондирования. Завершены сейсмические оценки районов Байкала, Удокана и других. Особый раздел сейсмических исследований составляет разработка методов оперативного прогноза цунами.

Один из факторов, определяющих трудность создания

крупной промышленности в Сибири, заключается в расположении предприятий в зоне вечной мерзлоты. Институт мерзлотоведения в Якутске — практически единственное в СССР учреждение, которое обеспечивает необходимыми материалами многочисленные проектные и строительные организации, участвующие в создании большой промышленности на Севере. Здесь же составлена серия геокриологических карт для районов первоочередного промышленного освоения.

За последние годы в сибирских институтах начало складываться перспективное направление по исследованию минералообразующих процессов путем моделирования динамических геологических систем, формирующих различные месторождения. Естественно, что решение подобных задач тесно связано с применением современных методов математического анализа, с использованием электронно-вычислительных машин. Одной из важнейших особенностей теоретической тематики в сибирских геологических учреждениях является резкое усиление исследований по математическим проблемам геологии и геофизики, физико-математическому анализу экспериментальных данных, статистике, вероятностному анализу и т. д. Интересные результаты по анализу перспективности на золото древних конгломератов получены с помощью эвристических методов дискретной математики. Экспериментальная проверка метода привела к обнаружению на Енисейском кряже и Алдане первых золотоносных конгломератов. Широкое развитие научных учреждений в Сибири не только количественно, но и качественно повлияло на геологические исследования, подняв их на более высокий в научном отношении и более результативный уровень. Учитывая все это, Сибирь и Дальний Восток можно рассматривать как важнейшую базу, обеспечивающую минеральными ресурсами все возрастающие нужды страны.

Биология

Крупные исследования выполняются коллективом Института цитологии и генетики Сибирского отделения АН СССР, возглавляемого чл.-корр. АН СССР Д. К. Беляевым. Анализ физико-химических и структурных основ наследственности, генетических основ эволюции и селекции позволил получить ряд интересных теоретических и практических результатов. Например, удалось установить, что ферменты, разрушающие нуклеиновые кислоты, задерживают синтез вирусных нуклеиновых кислот и размножение ряда болезнетворных вирусов. Ярким достижением наших биологов можно считать установление высокой эффективности ДНК-азы при лечении аденовирусных заболеваний глаз, поражений глаз, нервных стволов кожи, вызываемых вирусом Герпеса, установлена эффективность РНК-азы при клещевом энцефалите. ДНК-аза разрешена Министерством здравоохранения СССР для широкого использования в клиниках при заболеваниях, вызываемых аденовирусом и вирусом Герпеса. Надо добавить, что технология изготовления этого фермента также была разработана в наших институтах.

Целый ряд исследований позволил установить закономерности функционирования хромосом в ходе индивидуального развития некоторых организмов. Доказана возможность воздействия на активность хромосом путем изменения синтеза РНК под действием гормонов, температурных и иных факторов. Эти исследования указывают, что существуют определенные возможности управлять становлением отдельных признаков.

Начинают проявляться некоторые особенности сложной и малоизученной генетической системы регулирования процессов воспроизведения и плодовитости у млекопитающих, которая в конечном счете определяет численность и эволюцию популяций и видов. Своеобразие генетико-эволюционного процесса у млекопитающих заставляет ученых обратить на них серьезное внимание. В отличие от насекомых, в частности дрозофил, на которых генетики чаще всего ставят свои опыты, млекопитающие с их высокоразвитой системой корреляций, с высоким уровнем развития процессов высшей нервной деятельности представляют собой совершенно особую модель со своими специфическими признаками. Определенным результатом исследований в этой области можно считать получение так называемых гетерозиготных по генам окраски самок цветных норок, плодовитость которых в результате этого была повышена на 15—20%. Опыт этой работы широко используется сейчас в зверосовхозах.

При разработке теоретических проблем экспериментального мутагенеза были получены интересные мутационные формы. Так методами химического мутагенеза созданы новые сорта яровой пшеницы, отличающиеся высокой урожайностью, раннеспелостью и неполеганием соломы, ранние и устойчивые к болезням сорта картофеля и высокоурожайные сорта томатов.

В Институте цитологии и генетики проведена значительная работа по использованию метода экспериментальной полиплоидии для получения ценных форм культурных растений, в частности сахарной свеклы. Путем химического воздействия на ядра клеток получены тетраплоидные формы сортов сахарной свеклы и созданы высокопродуктивные триплоидные гибриды с содержанием сахара на 10—20% выше, чем в существующих районированных сортах. Впервые в нашей стране созданы тетраплоидные гибриды кукурузы, не снижающие гетерозисного эффекта (максимальных урожаев) на протяжении 5—6 поколений. Использование этих результатов позволит со временем резко удешевить существующую систему производства семян гибридной кукурузы.

Широким фронтом идет изучение почв Сибири. Исследования в этом направлении проводятся в Новосибирском биологическом институте, Бурятском филиале Сибирского отделения, Якутском биологическом институте и в Дальневосточном биолого-почвенном институте. За последние годы подготовлено 20 листов почвенной карты отдельных районов СССР. Разработан комплекс противоэрозийных мероприятий для лесостепных и степных районов Алтая, Хакасии, Забайкалья.

Изучение леса проводится в Биологическом институте,

Якутском филиале и особенно в Красноярском институте леса им. В. Н. Сукачева. Этот институт, возглавляемый акад. А. Б. Жуковым, является по существу всесоюзным центром изучения леса в нашей стране.

На Дальнем Востоке начато систематическое изучение биологической продуктивности прибрежных районов и химического состава уникальной флоры Приморья и фауны Тихого океана.

Химические науки

Химические науки в Сибирском отделении Академии наук СССР представлены семью институтами, а также специализированными отделами и лабораториями комплексных институтов. Общее число сотрудников институтов достигает 3 тыс. человек, около 80% из них работает в Новосибирском научном центре.

Впервые в Советском Союзе в Сибирском отделении создан Институт катализа, возглавляемый акад. Г. К. Боресковым. Быстрорастущий интерес к проблемам катализа связан с его широким использованием в химической и нефтеперерабатывающей промышленности. Опыт живой природы, где все химические превращения регулируются ферментами-катализаторами белковой природы, дает нам основание полагать, что в технике будущего все химические реакции будут осуществляться каталитическим путем.

Основная трудность в решении проблемы подбора катализатора — специфичность каталитического действия, связанная с его химической природой. Пока нет универсальных катализаторов. Почти для каждой реакции необходимо подбирать эмпирическим путем особый катализатор. Отсюда одна из важных проблем, стоящих перед Институтом катализа, — предвидение каталитического действия. Уже сейчас установлено, что решающее значение для каталитической активности имеет химический состав поверхности твердых катализаторов и удельная каталитическая активность, отнесенная к единице поверхности активного компонента.

Особое внимание уделяется изучению каталитических свойств металлоорганических соединений, их полимеров, а также органических полупроводников. С помощью этих полимеров можно моделировать действие ферментов и создавать синтетические катализаторы, близкие по своим свойствам к природным биологическим.

В Институте катализа широко используются математические методы расчета каталитических процессов, что позволяет облегчить и ускорить переход от результатов лабораторных исследований к созданию промышленных химических реакторов. Сейчас уже можно говорить о широком внедрении метода математического моделирования в химическую и нефтеперерабатывающую промышленность. Этот метод используется в социалистических странах. В системе СЭВа создан Научно-технический совет по использованию математических методов в химической технологии, который возглавляется чл.-корр. АН СССР М. Г. Слинько.

Одно из основных направлений Института неорганической химии, руководимого акад. А. В. Николаевым, —

получение веществ высокой степени чистоты и разработка методов разделения веществ с близкими химическими свойствами. Для этих целей применяются методы экстракционного извлечения металлов, ионного обмена и зонной плавки.

Важная проблема, разрабатываемая нашими неорганиками, — приготовление полупроводниковых материалов. Оригинальные методы синтеза и выращивания монокристаллов соединений позволили синтезировать уже около 350 новых соединений.

Органической химии посвящены исследования трех институтов. В Новосибирском институте органической химии, руководимом акад. Н. Н. Ворожцовым, разработан оригинальный способ получения фторароматических соединений, что позволило синтезировать большую группу веществ. Работы в области химии нуклеиновых кислот направлены на выяснение связи структуры и биологической активности транспортных РНК, которые являются важнейшими компонентами процесса считывания (трансляции) генетического кода.

Интересные исследования природных соединений растений и морских животных Дальнего Востока проводятся в Институте биологически активных веществ во Владивостоке. Из корней элеутерококка (растение из семейства аралиевых) выделен экстракт, активность которого значительно выше, чем у женьшеня. В Приморском крае создаются промышленные установки, которые будут выпускать жидкий экстракт элеутерококка для пищевых продуктов.

В Иркутске Институт органической химии, возглавляемый чл.-корр. АН СССР М. Ф. Шостаковским, специализируется по химии ацетилена. Один из важнейших результатов работы Института — создание нового безртутного способа получения уксусного альдегида. Работы, начатые и развитые учеными Сибири и Дальнего Востока, уже сейчас дают значительные результаты и открывают весьма большие перспективы.

Подготовка кадров, наука и производство

Наряду с научной работой, ученые Сибирского отделения уделяют большое внимание подготовке научных кадров. С самого начала организации Новосибирского центра был открыт университет. Все ведущие ученые академгородка работают в университете и привлекают студентов к научной работе в своих институтах. Здесь же создана физико-математическая школа-интернат, куда активно отбирается наиболее способная молодежь со всей Сибири и Дальнего Востока. Несколько лет тому назад в Красноярске открыт филиал Новосибирского университета.

Выше подчеркивалось, что многие наши научные работы связаны с промышленностью, с народным хозяйством. Наряду с прямым внедрением много внимания уделяется разработке новых принципов сближения науки и техники.

Происходит ли научная революция в геологии?

Член-корреспондент АН СССР В. Е. Хаин



Виктор Ефимович Хаин, профессор Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова, занимается вопросами общей и региональной геотектоники; известный специалист по изучению структур земной коры материков и океанов. Многие его исследования связаны с нефтегазоносными областями Советского Союза. Автор большого числа научных статей и монографий, в том числе книги «Общая геотектоника» (1964).

Современную эпоху со стремительным развитием точных, естественных и технических наук справедливо определяют как эпоху научно-технической революции. Начавшись еще в начале века открытием радиоактивности, теорией относительности и квантовой теорией, научная революция постепенно распространилась и на другие области науки. Новые физические методы исследования привели к открытию новых фактов кардинального значения, во многих случаях перевернув самые основы некоторых наук, а в других — подведя строгую научную базу под ранее эмпирически установленные закономерности (например, периодический закон Менделеева в химии, закон Федорова в кристаллографии — минералогии). Однако совершенно естественно, что отдельные науки и в революционный период развивались и развиваются неравномерно. Коренные изменения старых представлений происходят неодновременно, выражаются различным образом и заслуживают специального анализа.

Здесь речь пойдет о геологии — науке, которая, как недавно утверждал Джон Бернал в своей книге «Наука и общество» (1953), не стала по настоящему «логией», находясь пока на чисто описательной стадии «графии». А в самое последнее время очень любопытная полемика разгорелась на страницах американского журнала «Geotimes» между канадским геологом и геофизиком Дж. Т. Вильсоном и советским ученым В. В. Белоусовым, который направил в редакцию этого журнала открытое письмо — отклик на статью Вильсона «Революция в науках о Земле». Ре-

дакция «Geotimes» перепечатала статью Вильсона, поместила письмо Белоусова и ответ Вильсона¹. Хотя в центре этой полемики стоит спор между противниками и сторонниками горизонтального перемещения континентальных глыб земной коры («дрейф материков»), т. е. так называемыми фиксистами и мобилистами, в действительности дело касается важнейших теоретических основ геологии. В связи с таким «лобовым» столкновением резко противоположных мнений двух виднейших деятелей современной геологии интересно выяснить, действительно ли в геологии происходит научная революция и, если происходит, в чем она выражается, каковы ее важнейшие проявления и ближайшие перспективы.

Теоретическая геология на распутье

Основная задача геологии в теоретическом плане — выяснение истории формирования и развития верхних твердых оболочек Земли, т. е. земной коры и верхней мантии (до глубины около 400 км). Это они служат ареной основных геологических процессов — магматизма (вулканизм + + глубинный, интрузивный магматизм), тектонических движений и деформаций, геоморфогенеза (образование рельефа поверхности Земли), выветривания, осадконакопления и образования полезных ископаемых (минерогенеза). Очевидно большое

¹ J. T. Wilson. A revolution in Earth science. «Geotimes», v. 13, № 10, 1968. См. также J. T. Wilson. Static or mobile Earth: the current scientific revolution. In «Gondwanaland revisited», 1969; В. В. Белоусов. «Сов. геология», 1969, № 1.

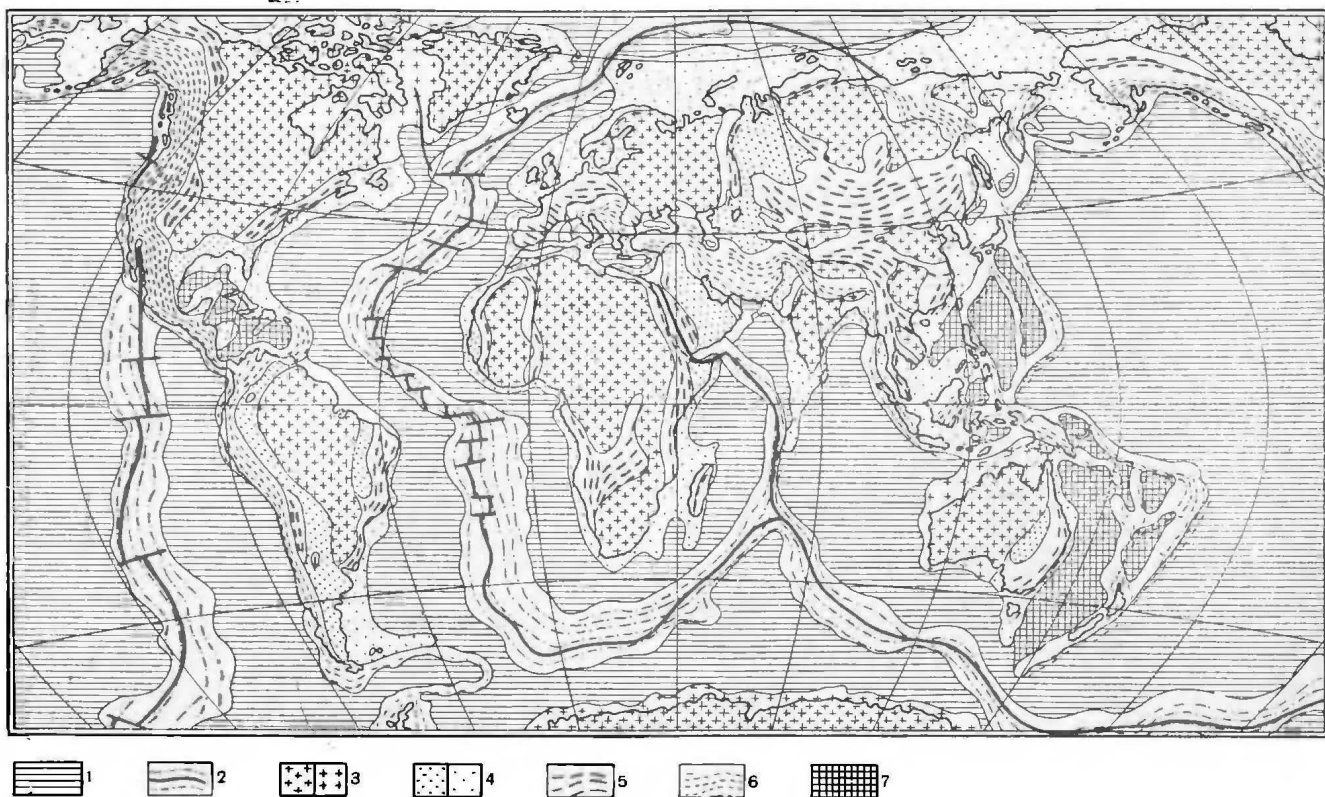


Рис. 1. Платформы и подвижные пояса мира: 1 — океанические платформы; 2 — срединно-океанические подвижные пояса; 3 — древние континентальные платформы; 4 — позднпротерозойские и палеозойские складчатые пояса, перекрытые осадочным чехлом; 5 — те же, испытавшие новейшее поднятие; 6 — молодые складчатые геосинклинальные пояса; 7 — впадины субокеанического типа в их пределах.

общенаучное и мировоззренческое значение этой проблемы: ведь речь идет о том, как и когда возникла земная кора с ее специфическим химическим и минеральным составом, набором полезных ископаемых, как образовались материки и океаны, могучие горные страны и великие равнины, с чем связано их современное достаточно сложное и прихотливое распределение на Земле, какова причина разрушительных землетрясений и вулканической деятельности. Сейчас, в связи с успехами космических исследований и раскрытием многих тайн Луны, Венеры, отчасти Марса, становится все более очевидной уникальность и специфичность (по крайней мере в пределах солнечной системы) строения и состава земных оболочек, которые оказались столь благоприятным субстратом для зарождения и развития жизни, для появления человека и развития человеческого общества. Геологическая форма движения материи, как отмечают философы, это — естественная ступенька между космической и планетарной формой ее движения — с одной стороны,

биологической и социальной — с другой; не познав этого звена, невозможно постигнуть в полном объеме всю эволюцию материального мира и законы его развития в целом. Вплоть до второй половины XX столетия все попытки решить основную задачу геологии оставались почти чисто умозрительными, так как фактическая база была крайне недостаточна. Это привело к тому, что долгое время господствовали концепции, обладавшие внешней завершенностью и стройностью, но в действительности представлявшие лишь кажущееся объяснение, да и то лишь части реальных природных процессов.

Так обстояло дело в геологии до начала нашего века, когда она, почти вслед за физикой, химией и космологией, вступила в кризисное состояние¹. Длительно господствовавшая

¹ О кризисе можно говорить, однако, лишь применительно к теоретической геологии, еще точнее — к самой «высокой» геологической теории, ибо в областях более конкретных, и особенно в практической геологии, за это время достигнуты выдающиеся успехи: геологи-развед-



Рис. 2. Шкала инверсий магнитного поля для кайнозоя (из Дж. Т. Вильсона).

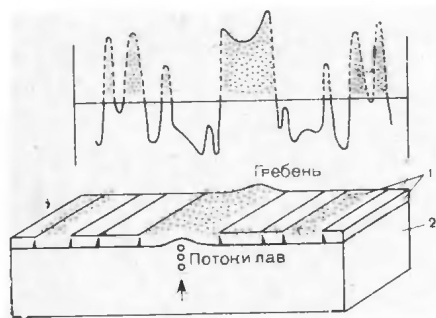


Рис. 3. Схема, поясняющая происхождение полосовых аномалий магнитного поля океанов (из Дж. Т. Вильсона): 1 — потоки лав и дайки нормально и обратно намагниченные, 2 — мантия.

до этого контракционная гипотеза¹ оказалась дискредитированной. Начались поиски новых путей для объяснения как происхождения, так и развития коры. При этом с самого начала наметились две главные тенденции. Одни исследователи сосредоточили свое внимание на вертикальных движениях земной коры и на связях тектоники с магматизмом, ко-

тики обеспечили все потребности быстро развивающейся индустрии в старых (уголь, железо, нефть и др.) и новых (уран, редкие металлы, газ и др.) видах полезных ископаемых (здесь и далее прим. автора).

¹ Гипотеза смятия коры в складчатые горные цепи при уменьшении объема в связи с общим охлаждением Земли.

которые недооценивались контракционистами. В поисках причин этих движений они обратились в конечном счете к процессам в мантии Земли. Различные варианты разработанной на этой основе гипотезы тектогенеза были предложены в 30-х — начале 40-х гг. немецким ученым Э. Хаарманом, голландцем Р. В. ван Беммеленом, советскими геологами М. М. Тетяевым, В. В. Белоусовым. Это научное направление привело к развитию методов изучения вертикальной компоненты тектонических деформаций (анализ фаций, перерывов, мощностей, объемов), к исследованию влияния на деформации магматизма и метаморфизма, и — к изучению верхней мантии¹.

Почти одновременно другие исследователи обратились к принципиально иной возможности истолкования природы глубинных (эндогенных) геологических процессов (тектоники, магматизма, метаморфизма) — возможности, основанной на гипотезе перемещения (дрейфа) материков, которая была выдвинута в десятилетиях А. Вегенером и Р. Тэйлором. В этой гипотезе (как, впрочем, и в контракционной) ведущая роль признавалась за горизонтальными движениями блоков коры, но источник их усматривался уже не в сжатии Земли, а в силах, связанных с ее вращением (полусобежная сила, относительное смещение коры к западу при ее осевом вращении). Гипотеза дрейфа (мобилизм) быстро завоевала популярность и в 20—30-х гг. получила широкое признание. Затем в течение 40—50-х гг. она пришла в упадок и, казалось, была обречена на забвение. В то же время противоположные ей фиксистские («вертикалистские») взгляды на короткое время почти достигли в геологии монопольного положения, особенно в нашей стране. Но торжество фиксизма над мобилизмом оказалось очень недолгим, и сейчас происходит возрождение и все более широкое распространение мобилистских идей. В СССР большую роль в этом отношении сыграли работы П. Н. Кропоткина и П. С. Воронова.

¹ «Проект верхней мантии» был выдвинут В. В. Белоусовым и осуществляется в международном масштабе.

Что же произошло в геологии за последние два десятилетия, что определило столь быструю «смену вех», когда даже одни и те же крупные исследователи (П. Н. Кропоткин, Р. В. ван Беммелен, Дж. Т. Вильсон и др.) изменили свою позицию на противоположную? Дело в том, что в геологии за это время, практически за послевоенные годы и особенно за последние 10—15 лет, было накоплено много новых фактов, а это повлекло за собой необходимость принципиально нового подхода к объяснению многих важнейших геологических явлений. Вряд ли мы ошибемся, если скажем, что геология вступила в новую фазу, новый этап своего развития. В чем же главные черты этого этапа?

Новые рубежи древней науки

Геология — наука, в которой и раньше, и теперь (в силу специфики изучаемых ею объектов) открытия совершаются не столь мгновенно и эффектно, как, скажем, в физике, и в значительной степени не «озарениями» гениальных одиночек (они и в физике наших дней становятся редкостью), а усилиями многих ученых разных стран. Тем не менее и в геологии за последние 10—15 лет произошли сдвиги, которые вполне, на наш взгляд, могут быть квалифицированы как подлинные открытия. Если мы просмотрим комплекты ведущих научных журналов («Доклады АН СССР», английский «Nature», американский «Science», печатающие наиболее важные новые данные) за последние годы, то увидим, что наибольшая часть публикаций в области наук о Земле (кстати, это понятие все более приобретает право гражданства в мировой науке) в настоящее время относится именно к новым отраслям знания — таким как радиогеохронометрия, строение коры и верхней мантии, геология океанов, рифты, сдвиги и т. п.

Рассмотрим эти открытия несколько подробнее, затем постараемся оценить их и показать перспективы, которые намечаются уже сейчас при разработке общей концепции эволюции Земли.

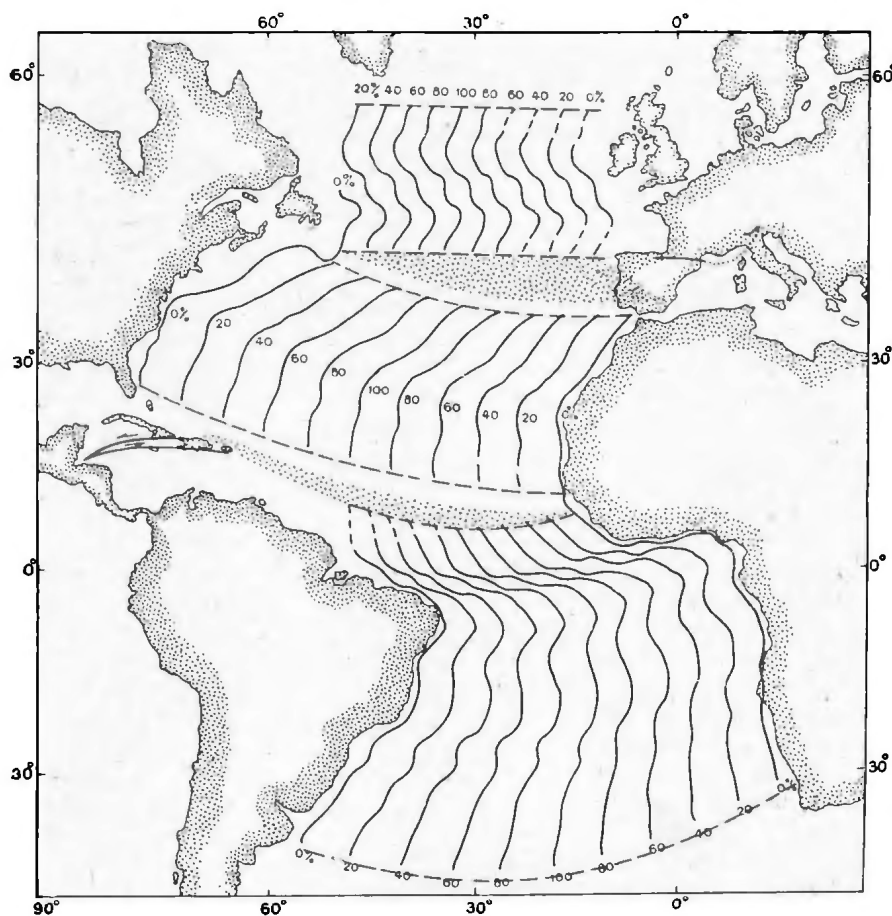


Рис. 4. Схема приоткрывания Атлантического океана, основанная на геометрических реконструкциях с применением палеонтологического метода (по Б. М. Фьюнеллу и А. Г. Смитту). Последовательные положения трез повернуты под углом сегментов — 10- и 20-процентные стадии приоткрывания. Северная и южная поперечные зоны отграничены пунктирными линиями и показаны красными точками. Главнейшие разломы (красный пунктир и сплошная линия) соответствуют положению Средиземноморского и Карибского орогенических поясов.

1. Геофизические данные (прежде всего глубинного сейсмического зондирования) подтвердили предсказанную Вегенером коренную противоположность глубинного строения континентов и океанов. Она распространяется в значительной степени и на верхнюю мантию и проявляется не только в разной мощности, но также в плотности и, вероятно, в составе верхов мантии. Одновременно эта противоположность находит и четкое отражение в характере аномального магнитного поля, существующего в океанах «полосатого» магнитного поля, ориентированного параллельно срединным хребтам. Полученные подтверждения принципиальных различий в строении геологической оболочки Земли под океанами и континентами¹ чрезвычай-

но обострили проблему происхождения океанов: ведь еще совсем недавно многие допускали, что океаны образуются просто в результате опускания суши, а океанические хребты — это погруженное продолжение ее складчатых горных сооружений.

2. В результате интенсивного геофизического и геологического исследования океанов к 1957 г. была открыта мировая система срединно-океанических хребтов, которые по своей общей протяженности (более 60 тыс. км), ширине и высоте не уступают складчатым горным сооружениям континентов и островных дуг¹, а по своему строению представляют собой принципиально новый тип под-

нов, напротив, с континентальным. Это обстоятельство, очень важное само по себе, не может тем не менее затушевывать коренные геофизические контрасты между океанами и континентами.

¹ B. C. Heezen and M. Ewing. «The Geology of Arctic». Toronto, 1961.

вижных поясов Земли¹. С установлением этих поясов стало очевидно, что вулканическая и сейсмическая активность, а также высокий тепловой поток практически приурочены к подвижным поясам различных типов (складчатым континентальным, глыбовым континентальным и океаническим). Закономерное расположение срединно-океанических подвижных поясов (в основном срединное по отношению к океанам и концентрическое — к континентам²) показало, что существует глобальный закон распределения континентов и океанов, платформ и подвижных поясов (рис. 1).

3. Доказано существование в верхней мантии слоя пониженных скоростей распространения сейсмических волн — волновода или астеносферы³

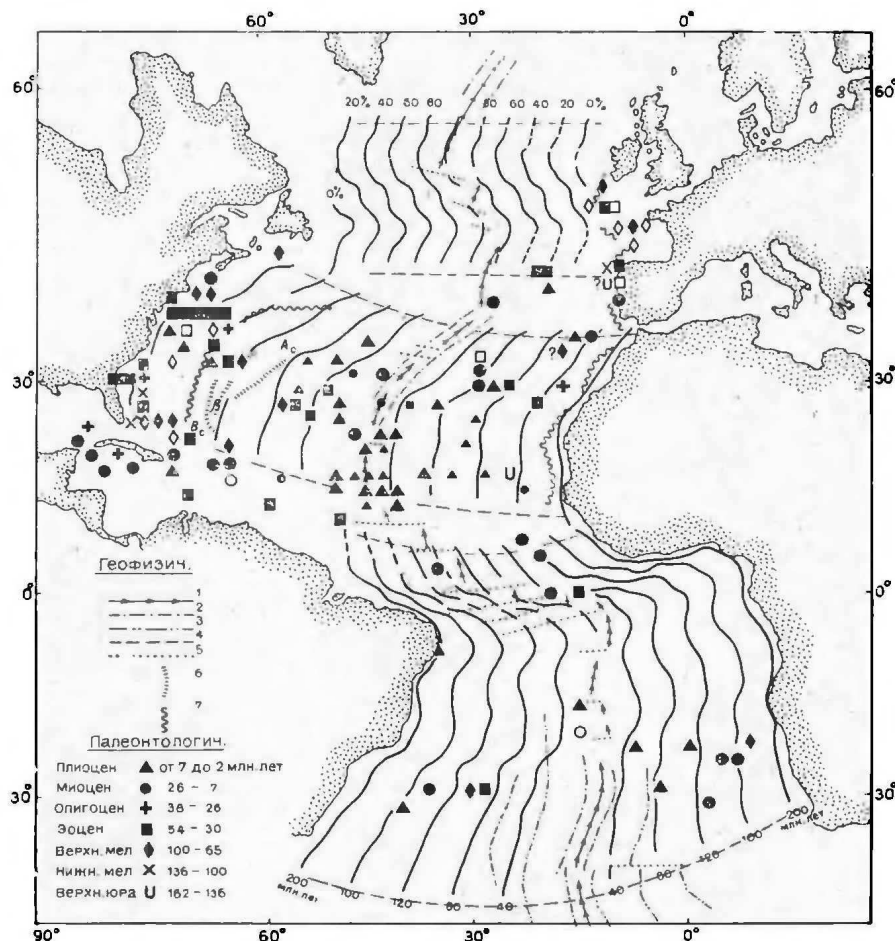
¹ Г. Б. Удинцев. «Докл. АН СССР», т. 185, № 4, 1969.

² H. W. Menard. В кн. «Physics and chemistry of the Earth», 1965.

³ В. А. Магницкий. Волновод в верхней мантии. М., «Наука», 1968.

¹ Следует сделать оговорку, что к настоящему времени в пределах континентов обнаружены участки с близким к океаническому характером строения коры, а среди оке-

Рис. 5. Стадии приоткрывания Атлантического океана по геофизическим и палеонтологическим данным (по Б. М. Фьюнеллу и А. Г. Смит): 1 — срединная магнитная аномалия; 2 — аномалия 5-10 млн лет; 3 — аномалия 15-40 млн лет; 4 — аномалия 30-70 млн лет; 5 — ответвления (преобразованные разломы); 6 — ограничения горизонтов A_c — 70 млн лет, B_c — 100 млн лет, $\beta(?)$ — 150 млн лет; 7 — пределы спокойных магнитных зон. Разломы показаны красной прерывистой линией.



(он был предсказан Дж. Бареллом на основе геологических и Б. Гутенбергом¹ на основе геофизических соображений). Астеносфера представляет слой резко пониженной вязкости и противостоит в этом смысле относительно жесткой и хрупкой, обладающей слоисто-глыбовым строением литосфере, которая охватывает кору и самые верхи мантии. В астеносфере возникают магматические очаги; это наиболее вероятная область проявления подкорковых конвекционных течений, зарождения вертикальных и горизонтальных движений литосферы. Глыбы литосферы стремятся к гидростатическому равновесию по отношению к поверхности астеносферы, подчиняясь закону изостазии². Вдоль астеносферы скорее всего может

осуществляться горизонтальное смещение глыб литосферы относительно более глубоких оболочек Земли. Вещество астеносферы находится в значительной степени в стекловатом, близком к расплавленному состоянию; можно допустить, что оно периодически плавится целиком или частично, но во всяком случае на значительном пространстве. Таким образом, астеносфера обладает многими важными свойствами, которые приписывались прежде базальтовому слою коры (симе) в гипотезах изостазии, Вегенера или Джולי. Более того, теперь выясняется, что динамическое взаимодействие достаточно вязкой астеносферы и сравнительно жесткой и хрупкой литосферы составляет основу тектонического развития самых верхних слоев Земли.

4. Поскольку ныне решающая роль в формировании коры, гидросферы и атмосферы отводится магматизму¹

¹ А. П. Виноградов. Химическая эволюция Земли. М., Изд-во АН СССР, 1959.

и с ним же тесно связанными оказываются тектонические движения, по крайней мере вертикальные, особое значение приобретают результаты исследований в области экспериментальной петрологии. В последние десятилетия впервые была осуществлена постановка экспериментов при высоких температурах и давлениях, соответствующих тем, которые существуют в глубоких частях коры и в верхней мантии. Это позволило выяснить, что в верхней мантии, в зависимости от термодинамических условий разных глубин, из одного и того же исходного материала, промежуточного по составу между перидотитом и базальтом (гипотетический «пиролит» Рингвуда и Грина)¹, может происходить выплавка магм различного состава — от щелочных оливиновых и нормальных толеитовых базальтов до андезитов-базальтов

¹ Д. Х. Грин, А. Э. Рингвуд и др. Петрология верхней мантии. М., «Мир», 1968.

¹ Этот слой нередко называют также волноводом Гутенберга.

² Изостазия (дословно «равное состояние») понимается как удовлетворение условия указанного равновесия.

и андезитов. Другая серия опытов подтвердила возможность образования гранитов при плавлении осадочных пород алюмосиликатного состава в присутствии воды, подкрепив тем самым существенно гипотезу корового, палингенно-анатектического происхождения гранитоидов¹.

5. Разработаны радиометрические методы определения возраста (точнее, времени первичного образования или преобразования) горных пород (еще одно геологическое следствие открытия радиоактивности). Массовое применение этих методов впервые создало объективную возможность для расшифровки истории земной коры, показало, что длительность ее существования превосходит 3,5 млрд лет и что основная часть этого времени приходится на докембрий. Изучение на радиометрической основе тектонической истории докембрия выявило ряд эпох крупнейших перестроек структурного плана коры (литосферы) — «великих обновлений».

6. Открыто явление палеомагнетизма. Оказалось, что ферромагнитные минералы, которые выделяются из лав при их остывании или осаждаются из воды при накоплении осадков на дне морских и внутриконтинентальных бассейнов, приобретают определенную ориентировку. Она соответствует направлению силовых линий древнего магнитного поля Земли и сохраняется в течение сотен миллионов и даже миллиардов лет, если породы не подвергаются особенно сильному нагреву и тектоническим деформациям.

Существование у горных пород подобной «магнитной памяти» дает возможность по данным измерений ориентированных образцов пород определить положение магнитных полюсов Земли для различных эпох геологического прошлого. Исходя из современной теории происхождения земного магнетизма — теории Эль-Зассера — Френкеля (она нашла подтверждение в отсутствии магнитного поля у Луны и Венеры), надо пола-

¹ Эта гипотеза отрицает глубинное (мантийное) происхождение гранитов и предусматривает их образование за счет плавления осадочных или метаморфических толщ верхней части земной коры.

гать, что в прошлые геологические эпохи магнитное поле Земли было дипольным, а положение географических полюсов — близким к положению магнитных полюсов. Но положение полюсов не оставалось стабильным, а испытывало в течение геологической истории значительные изменения. Это согласуется с изменениями в положении и ориентировке климатических зон, выявленных еще раньше по данным палеобиогеографии и распространению минералов и пород — индикаторов климатической обстановки.

Еще более интересным оказалось другое обстоятельство. Местоположение полюсов одних и тех же эпох, определенное по данным для разных точек одного континента, обнаруживает обычно хорошее совпадение. Однако их определения по данным для разных континентов, наоборот, систематически расходятся, причем это расхождение возрастает от более поздних эпох к более ранним. Такое несовпадение находит одно удовлетворительное объяснение: должно было происходить последующее горизонтальное расхождение ранее единых континентальных масс. Совмещение полюсов, которые определялись по разным континентам, приводит к объединению их в единый массив. Другими словами, мы получаем реконструкцию, близкую к реконструкциям Вегенера и его последователя А. Л. Дю Тойта. Так, гипотеза мобилизма, совсем было уже забытая, получила неожиданное и притом весьма эффективное подтверждение¹.

¹ Следует, впрочем, сказать, что значение результатов палеомагнитных исследований оспаривается некоторыми учеными (И. А. Резанов, 1968). Они указывают, что в ряде случаев получается большой разброс положений полюса, определенных для отложений одного и того же возраста, одного и того же континента или для отложений близких возрастов из одного и того же разреза, а также несовпадение палеомагнитных широт с положением данного района относительно полюса по биологическим или литологическим индикаторам. В связи с этим высказываются сомнения относительно дипольного характера геомагнитного поля древних геологических эпох и предположения о возможности существования источника систематических ошибок в

Вклад палеомагнетизма в решение кардинальных вопросов геологии не ограничивается получением возможности определять положение отдельных регионов в прошлые геологические эпохи относительно полюсов и экватора. Было также обнаружено чрезвычайно важное явление инверсии геомагнитного поля — быстрого изменения положения северного и южного полюсов на противоположное. Такие инверсии особенно часто происходили в кайнозое, совпадая с эпохами повышенной тектоно-магматической активности¹. Подобное же совпадение установлено и для позднего палеозоя. Оказалось, что чередование эпох прямой и обратной намагниченности запечатлено и в колонках осадков, накопившихся на океаническом ложе². Чрезвычайно любопытным явилось обнаружение определенной корреляции длительности эпох прямой и обратной намагниченности для кайнозоя (рис. 2), ширины полосовых аномалий магнитного поля в океанах (рис. 3), а также мощности осадков, накопившихся за соответствующие эпохи на дне океанов. В статье Дж. Т. Вильсона, о которой упоминалось вначале, этому совпадению придается совершенно исклю-

палеомагнитных определениях. Эти сомнения, однако, не разделяются подавляющим большинством специалистов. Отмеченные расхождения чаще всего наблюдаются в пределах подвижных поясов, где на устойчивость остаточного магнитного поля могут, во-первых, серьезно влиять интенсивные тектоно-термальные процессы и где, во-вторых, действительно проявлялись значительные горизонтальные перемещения. В отдельных случаях, особенно для докембрия, разброс определений может быть результатом принятия за разновозрастные тех пород, которые на самом деле являются разновозрастными. Как бы то ни было, при составлении «Атласа литолого-палеогеографических карт СССР» констатировано в целом вполне удовлетворительное совпадение планов климатической зональности прошлых геологических эпох (намеченных по био- и литоиндикаторам) с географическим положением соответствующих зон (по данным палеомагнетизма). Отдельные неувязки относятся, как правило, к подвижным зонам.

¹ L. Glangeaud. «C. R. Soc. geol. France», 1963, № 1.

² N. D. Opdyke et al. «Science», v. 154, 1966.