

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

ИЗВЕСТИЯ
АКАДЕМИИ НАУК СССР
ФИЗИКА ЗЕМЛИ

(ОТДЕЛЬНЫЙ ОТТИСК)

11

МОСКВА · 1985

ХРОНИКА

УДК 550.372

VII МЕЖДУНАРОДНЫЙ СИМПОЗИУМ ПО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ИНДУКЦИИ В ЗЕМЛЕ

VII Международный симпозиум по электромагнитной индукции в Земле проходил с 15 по 22 августа 1984 г. в г. Ифе (Нигерия). Симпозиум был организован Международной ассоциацией геомагнетизма и аэронавтики (МАГА) при участии университетов городов Ифе и Ибадан, Министерства образования Нигерии, Нигерийской нефтяной корпорации и Нигерийской компании по производству стали. Программа симпозиума включала обсуждение широкого круга вопросов, распределенных по шести научным сессиям.

1. Электромагнитная индукция в длинных трубопроводах. Обзорный доклад на тему «О природе индуктивных электрических токов в длинных трубопроводах, вызванных естественными геомагнитными источниками в верхней атмосфере» сделал *В. Кэмпбелл* (США). В обзоре приведены характеристики индукционных токов в длинных трубопроводах и методы измерения этих токов и потенциалов между трубой и почвой. В проводящих трубопроводах под влиянием земного электрического поля в местах заземлений вследствие нарушения изоляции возникают токи, способствующие возникновению коррозии. Степень коррозии зависит от плотности тока, его частоты и химического состава почв. Интенсивность токов в трубопроводе может быть предсказана на определенные временные периоды по установленным заранее соотношениям с геомагнитными обсерваторскими данными. Вместе с тем точные определения требуют детальных и весьма трудоемких полевых исследований.

В докладе *А. Юнге* (ФРГ) «Влияние геомагнитных вариаций на коррозионную защиту в трубопроводах» приводятся результаты сопоставления одновременных регистраций геомагнитных вариаций и потенциала труба – почва в трех местах газопровода в Северной Баварии. Установлена линейная корреляция между ними. Во время магнитных бурь амплитудой 100–200 нТл потенциал достигает 1,5 В.

На сессии было зачитано четыре доклада нигерийских ученых. Исследование индукции в трубопроводах важно для Нигерии, поскольку она расположена непосредственно под экваториальной электроструей, которая должна наводить значительные токи в трубопроводах, имеющих широтное простираение. В частности, в докладе *С. Огунаде* (Нигерия) «Электромагнитные поля в заглубленных нефтепроводах, наведенные электроджетом» содержатся результаты численных двумерных расчетов индукции в длинном нефтепроводе. Доклад «Электромагнитная индукция в заглубленных трубопроводах Нигерийской национальной нефтяной корпорации» был представлен *Б. Ожунореном* и *Д. Дерофаком* (Нигерия). Во время магнитных бурь был зарегистрирован положительный потенциал, достигающий 4,5 В.

2. Локальные источники: полевые исследования и техника моделирования. В обзорном докладе *М. Марешаль* (Франция) дан анализ физической природы геомагнитных вариаций, используемых при зондировании Земли. Основное внимание было обращено на современные методы экспериментального изучения электрических токов в ионосфере – спутниковые измерения и использование радиолокационной техники. Оценено влияние горизонтальных градиентов внешнего поля на точность определения отклика Земли при различных методиках исследования (магнитотеллурическое, магнитовариационное зондирования). *А. Ашур* (Египет) сделал попытку теоретического анализа электромагнитной индукции в модели двух полуплоскостей различной проводимости. В качестве источника рассматривалась токовая линия. С интересом был встречен доклад коллектива советских геофизиков (руководитель *Е. П. Велихов*) «Об интерпретации МГД-данных на Балтийском шите».

На этой же сессии *М. С. Жданов* доложил результаты сравнения различных программ численного двумерного моделирования. Эта работа выполняется в рамках Международного проекта КОММЕМИ, принятого по инициативе советских ученых на VI Международном симпозиуме по электромагнитной индукции в Канаде (г. Виктория, 1982 г.). В настоящее время ученые из семи стран, включая Канаду, ФРГ, Финляндию и др., принимают участие в этом проекте. Координатором проекта является ИЗМИРАН. В ходе состоявшейся дискуссии представители еще семи

западных стран выразили готовность принять участие в работе по проекту и прислать в СССР результаты расчетов по своим программам.

3. Индукционные исследования в континентальных регионах, включая высокочастотную магнитотеллурическую разведку месторождений полезных ископаемых. Обзорный доклад был подготовлен *А. Дюпи* (Франция). Из-за отсутствия *А. Дюпи* обзор был зачитан *С. Хьелтом* (Финляндия). В обзоре дано краткое описание применения методов прикладной электроразведки при исследовании глубоких осадочных бассейнов, геологическом картировании, разведке на нефть, уголь, железную руду, графит, соль, воды и т. д. Довольно подробно описаны методы рудной и структурной электроразведки искусственными источниками. Только небольшая часть обзора посвящена применению магнитотеллурических методов. Интересно, что этот раздел написан в основном на базе переведенной на английский язык обзорной работы советских электроразведчиков-нефтяников *Альперовича И. М.* и др. «Магнитотеллурика в нефтяной разведке в СССР», 1982. Следует отметить широкое использование высокочастотной магнитотеллурической разведки в зарубежных странах. К сожалению, в СССР она пока не нашла должного применения.

Небольшая часть докладов была посвящена методам повышения точности определения магнитотеллурических импедансов (*А. Джонс*, Канада, *Р. Робертс*, Швеция, *Д. Фостер*, Канада). Интересно, что предлагаемые методы обработки практически совпадают с разработанными в СССР методами (ИЗМИРАН, МЦД МГК АН СССР). Так, доклад *А. Джонсона* и *Х. Подике* (ФРГ) «Улучшение определения магнитотеллурической переходной функции путем использования когерентности для отбраковки» содержит описание методики получения переходных функций для линейных систем при наличии шумов в различных компонентах этой системы. Описывается методика отбраковки данных, которая уменьшает как случайные, так и систематические ошибки, увеличивает когерентность, что делает оценки импедансов более стабильными. В докладе *Р. Робертса*, *М. Свеннекара* и *Л. Педерсена* «Модель для оценки ошибок смещения в магнитотеллурике» горизонтальное магнитное поле рассматривается как сигнал на входе линейной системы, на выходе которой определяются горизонтальное электрическое и вертикальное магнитное поле. Показано, что эффект смещения вызывается некоррелированным шумом в электрическом и магнитном каналах. Даны точные выражения для элементов тензора импеданса. Минимизация ошибок достигается вращением системы координат. В докладе *А. Джонса* и *Д. Фостера* «Обработка в реальном времени» описывается схема подбора моделей для уменьшения статистических ошибок при определении переходных функций. Для этой цели используется фокусировка данных на определенных частотах. Схема дает количественную оценку статистической ошибки, которая может служить объективным критерием для окончания регистрации МТ-поля.

Основная часть докладов была посвящена описанию результатов экспериментальных магнитотеллурических и магнитовариационных исследований в различных регионах — Канаде, Швеции, Шотландии, Индии, Финляндии, Китае (Тибет), ФРГ, Франции, Советских Карпатах. Отметим следующие результаты. Подтверждено существование и уточнено положение глубинной аномалии электропроводности под Канадскими скалистыми горами (*Д. Гаф* и соавт., Канада). Магнитотеллурические зондирования впервые выполнены вдоль всей Швеции совместно с меридиональным сейсмическим профилем «Феннолора» (Длина 2000 км, 30 точек МТЗ). Предварительный анализ позволил, несмотря на резкие приповерхностные неоднородности, выделить глубинные проводящие горизонты значительного простираения (*Р. Робертс* и соавт., Швеция). Важной методической особенностью шведских работ явилось использование корреляционных магнитотеллурических зондирований (так называемая методика Гэмбла). При этом обрабатываются только те участки записей, которые коррелируются между двумя пунктами наблюдений, разнесенными на 10–20 км. Предполагается, что структура внешнего источника незначительно изменяется на таком расстоянии, в то время как локальные промышленные помехи, как правило, некогерентны. Это позволяет подавить их эффект. Методика корреляционных зондирований доказала свою эффективность во многих странах (США, Канада, ФРГ, Швеция). Представляется совершенно необходимым использовать эту методику в нашей стране, где есть районы с высоким уровнем промышленных помех, препятствующим проведению магнитотеллурических исследований (например, Армения).

Изучению Балтийского щита был посвящен и доклад *С. Хьелта*, рассказавшего о магнитотеллурических и магнитовариационных исследованиях, проводимых Университетом г. Оулу (Финляндия) в содружестве с советскими, венгерскими и шведскими учеными. В докладе подчеркивался важный вклад МГД-зондирований в изучение земной коры и литосферы. *М. Менвилль* (Франция) представил результаты работ франко-китайской экспедиции в Тибете. Здесь выявлена магнитовариационная аномалия, природа которой пока недостаточно изучена. В докладе *М. С. Жданова* сообщалось об интерпретации Карпатской магнитовариационной аномалии: установлено выклинивание астеносферы на восток от Паннонской впадины и уточнены параметры Карпатской аномалии.

4. Численное моделирование электромагнитных полей. Обзорный доклад на тему «Численное моделирование электромагнитных полей» был зачитан *П. Кайкконеном* (Финляндия). В обзоре дан детальный анализ состояния методов математического моделирования. Основное внимание было уделено новым публикациям, появившимся после VI Международного симпозиума (Канада, 1982 г.). Отмечен значительный прогресс в трехмерном моделировании, а также в применении неоднород-

ных тонких слоев для анализа приповерхностных эффектов. Кроме того *П. Кайконен* выступил с информационным сообщением о планируемом создании в Финляндии на базе Университета г. Оулу Международной лаборатории численного моделирования в геоэлектрике. Согласно проекту, в этой лаборатории могла бы быть создана библиотека программ, разработанных в различных странах для расчета магнитотеллурических полей в неоднородных средах, а также программ обработки полевых данных. Специалисты из различных стран (в первую очередь развивающихся) могли бы стажироваться в этой лаборатории, был бы налажен обмен программами между странами. Международная ассоциация геомагнетизма и аэрономии поддержала проект создания лаборатории в г. Оулу.

Большой интерес вызвал доклад *П. Вайдельта* (ФРГ) о построении предельных границ для распределения электропроводности с глубиной по данным магнитотеллурических зондирований. Важное значение имеет доклад, представленный *Д. Вивером* (Канада), посвященный вопросам квазитрехмерного моделирования с использованием тонких слоев и с учетом просачивания токов. С интересом была встречена также работа *Р. Вивера* и *Г. Фишера* (Швейцария) по построению строго аналитического теста для программ численного моделирования.

5. Глобальная электромагнитная индукция и стандартная геоэлектрическая модель Земли. Обзорный доклад на этой сессии был сделан *Р. Робертсом* (Швеция). В обзоре дан весьма полный анализ последних результатов по глобальному электромагнитному зондированию, полученных различными авторами. Отмечена необходимость учета приповерхностных геоэлектрических неоднородностей и влияния Мирового океана. Показано, что наблюдается значительное увеличение электропроводности на глубинах от 400 до 800 км. Однако неясно, носит ли это изменение плавный или ступенчатый характер. В докладе *Е. П. Харина* и *В. Ю. Семенова* показано, что кажущиеся электрические сопротивления Земли на глубинах свыше 400 км, определенные для Тихого океана, практически не отличаются от имеющихся данных глобального магнитовариационного зондирования, полученного в основном по результатам наблюдений на континентах.

В докладе *Л. Л. Ваньяна* и *М. Н. Бердичевского*, посвященном стандартной геоэлектрической модели Земли, было показано, что имеющиеся данные глобального магнитовариационного зондирования, а также глубинных магнитотеллурических зондирований на континентах и океанах свидетельствуют о том, что кажущееся электрическое сопротивление Земли, определяемое по этим данным для глубин более 300 км, слабо зависит от положения точки наблюдения. Следовательно, кривую глобального зондирования можно рассматривать как опорную кривую для уточнения и исправления результатов локальных МТ-зондирований. Доклад вызвал оживленную дискуссию. Судя по выступлениям, для многих зарубежных геофизиков основные положения доклада являются новыми и непривычными.

С интересным докладом, посвященным новым оценкам эффекта глобальной электромагнитной индукции, выступил *Б. Хоббс* (Великобритания).

Важная работа *Э. Б. Файнберга* (СССР), посвященная влиянию Мирового океана на глобальное зондирование, была доложена *М. С. Ждановым*. В докладе представлены результаты численного моделирования, впервые выполненного в широком частотном диапазоне с помощью оригинальной методики.

6. Проект ЭЛАС. В 1985 г. заканчивается первый этап проекта ЭЛАС (электропроводность астеносферы). Некоторые результаты изучения астеносферы и литосферы электромагнитными методами содержались в докладах, представленных на сессиях 3 и 5. Дополнительно *У. Шмукер* (ФРГ) рассказал о результатах магнитотеллурического зондирования в широком частотном диапазоне вблизи г. Геттингена. Выявлен коровый проводящий слой и слабо выраженная астеносфера. При обсуждении хода работ по проекту ЭЛАС большое внимание было уделено международной экспедиции ЭМСЛАБ, которая будет работать осенью 1985 г. у шельфа Канады. Планируется участие в экспедиции ученых Канады, США и СССР. Намечено расставить несколько десятков приборов на дне между берегом и рифтом Хуан-де-Фука, а также провести синхронные магнитовариационные и магнитотеллурические наблюдения в большом объеме на суше. Впервые обширная электромагнитная информация будет получена в регионе, сочетающем самые различные геодинамические структуры: океанический рифт, зону субдукции, континентальную плиту.

На заседании рабочей группы МАГА «Электромагнитная индукция в Земле и Луне» было принято решение обратиться в Советский геофизический комитет с просьбой организации IX Международного симпозиума по электромагнитной индукции в Земле в 1988 г. в СССР. Очередной VIII симпозиум планируется провести в 1986 г. в Швейцарии.

М. С. Жданов, Л. Л. Ваньян, Е. П. Харин

УДК 550.34.032

ВСЕСОЮЗНОЕ СОВЕЩАНИЕ ПО МОРСКОЙ СЕЙСМОМЕТРИИ И СЕЙСМОЛОГИИ

9–10 октября 1984 г. в Москве состоялось заседание Комиссии по морской сейсмологии и цунами Межведомственного совета по сейсмологии и сейсмостойкому строительству, носившее характер всесоюзного совещания. В нем приняли участие 60 представителей 25 организаций: было заслушано более 20 докладов и сообщений.