

ПЕРИОДИЧЕСКИЕ ВАРИАЦИИ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ И СЕЙСМИЧНОСТИ, ИХ ВОЗМОЖНАЯ СВЯЗЬ С ДВИЖЕНИЕМ ЯДРА ЗЕМЛИ

Ю.П. Малышков, С.Ю. Малышков

*Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН,
634055, Томск, просп. Академический, 10/3, Россия*

Проанализированы многолетние наблюдения естественных импульсных электромагнитных полей Земли (ЕИЭМПЗ) в сейсмоактивных районах Прибайкалья. Показана несостоятельность общепринятых представлений о возникновении шумовой составляющей ЕИЭМПЗ только в результате грозовых атмосферных разрядов. Доказывается, что значительная доля регистрируемых электромагнитных импульсов возникает в земной коре и возбуждается плохо изученными высокостабильными суточными и годовыми ритмами движения коры. Именно эти виды движения активизируют механоэлектрические преобразования в горных породах, определяют появление ЕИЭМПЗ в диапазоне очень низких частот, суточные и годовые вариации полей.

Аргументами в пользу литосферного происхождения многих регистрируемых импульсов являются многогранные связи электромагнитных полей с процессами подготовки землетрясений, их энергией и удаленностью, высокой корреляцией суточных вариаций полей и сейсмической активности региона. Выполнен спектральный анализ многолетних временных рядов естественного импульсного электромагнитного поля Земли и сейсмичности в Прибайкалье. Результаты анализа сравниваются с известными спектральными характеристиками приливных волн Луны и Солнца. Делается вывод об отсутствии прямой связи обнаруженных ритмов с гравитационным воздействием.

В качестве возможного объяснения суточных и годовых ритмов ЕИЭМПЗ и сейсмичности предложено эксцентричное вращение ядра и оболочки Земли с разными угловыми скоростями. На основании такого предположения выявлена траектория годового движения ядра внутри Земли. Показано, что внутреннее ядро никогда не бывает в геометрическом центре планеты и совершает пульсирующее движение вблизи него по некоторой замкнутой орбите. Плоскость орбиты ядра перпендикулярна к плоскости экватора и составляет 45° к направлению на Солнце и к направлению орбитального движения Земли вокруг Солнца. Средняя угловая скорость вращения ядра на 1.1 град./год превышает угловую скорость вращения Земли. Полученные результаты по движению ядра сопоставлены с известными фактами нестабильностей вращения планеты. Показано, что эти факты не противоречат друг другу.

Электромагнитные поля, землетрясения, ядро Земли, ритмы движения.

PERIODICITY OF GEOPHYSICAL FIELDS: POSSIBLE LINKS WITH CORE MOTION

Yu.P. Malyshkov and S.Yu. Malyshkov

Years-long data series of Earth's natural pulse electromagnetic fields (EPEMF) from the Talaya station near Lake Baikal indicates their mainly terrestrial origin and includes a component of poorly understood stable diurnal and annual crustal rhythms. The short-period crustal motion may drive mechanic-to-electric conversion in rocks and be responsible for diurnal and annual VLF electromagnetic pulses.

The lithospheric rather than atmospheric origin of many recorded EPEMF signals is supported by their links with nucleation of earthquakes and respective perfect match of the EPEMF and seismicity diurnal patterns. Joint spectral analysis of the Talaya EPEMF and seismicity time series and comparison with the known spectra of lunar and solar tides shows no direct correlation between the short-period rhythms and the gravitation effects. We suggest that the diurnal and annual EPEMF periodicity may be associated with differential motion of the core and lithosphere and use this hypothesis to model an annual core path. As the model predicts, the inner solid core is never at the Earth's geometric center but moves relative to the latter along a closed orbit; the plane of the core orbit is normal to the equatorial plane and tilted 45° to the direction to the Sun and to the Earth's orbit; the core rotates 1.1 deg/yr faster than the Earth. The suggested model of core motion is consistent with the known instability of Earth rotation.

Earth's electromagnetic fields, earthquakes, core, rhythms of motion

ВВЕДЕНИЕ

Существует мнение, что естественные импульсные электромагнитные поля Земли (ЕИЭМПЗ) в диапазоне очень низких частот (ОНЧ) преимущественно связаны с грозовыми атмосферными процессами [Александров и др., 1972; Распопов, Клейменова, 1977; Ремизов, 1985; Башкуев и др., 1989]. Считают, что импульс поля возникает в момент электрического разряда молнии и приходит из точки разряда в точку

наблюдения в волноводе земля—ионосфера. Такой импульс обычно называют «атмосфериком». В любой точке земной поверхности регистрируются две составляющие ЕИЭМПЗ: шумовая и импульсная. Шумовую компоненту связывают с мелкими грозовыми разрядами и импульсами, многократно обошедшими вокруг Земли, импульсную — с более мощными грозовыми разрядами.

Интенсивность шумового и импульсного сигналов непостоянна во времени и в пространстве. В суточных вариациях ЕИЭМПЗ отмечают наличие двух максимумов: ночного и послеполуденного. Повышение сигнала в ночное время объясняют тропическими грозами и улучшенными условиями распространения радиоволн в волноводе Земля—ионосфера в неосвещенное время суток. Послеполуденный максимум, наблюдающийся в летнее время, связывают с местной грозовой активностью, возрастающей в наиболее жаркое время суток. Осенью и зимой грозовые центры смещаются к тропикам на расстояние до 2000 км. Этим смещением объясняют зимнее снижение уровня ЕИЭМПЗ в Северном полушарии и повышение в Южном полушарии [Башкуев и др., 1989]. Казалось бы, что такое происхождение полей достаточно аргументировано, надежно доказано и является неоспоримым фактом.

Первые сомнения появились у нас в начале 80-х годов прошлого столетия [Малышков, Джумабаев, 1987]. Тогда накануне многих землетрясений было обнаружено не возрастание, а снижение интенсивности полей. В зависимости от энергии предстоящего землетрясения пониженный счет импульсов продолжался от нескольких часов до нескольких суток, наблюдался в ночные и послеполуденные часы, в летние и зимние месяцы. Если бы поля возрастали, можно было бы говорить о включении дополнительных источников, возникающих в очаге начавшегося разрушения горных пород. Снижение потока импульсов вызывало недоумение. Каким образом процессы подготовки «местных» землетрясений могли сказаться на региональной и, тем более, мировой грозовой активности?

Как снижение, так и повышение полей перед землетрясениями можно было бы объяснить переменой условий распространения атмосфериков в результате изменения электропроводности атмосферы или горных пород накануне события [Ласуков, 2000]. Но и здесь возникает множество неразрешимых противоречий [Электромагнитные..., 1982; Malyshkov et al., 1998; Малышков и др., 2000]. Продолжая наблюдения, мы все больше приходили к убеждению, что значительная доля импульсов возникает не в атмосфере, а в земной коре (в литосфере). Складывалось убеждение, что в середине прошлого столетия, когда велись интенсивные исследования ЕИЭМПЗ, была допущена ошибка. Выводы о грозовой природе импульсных электромагнитных шумов были сделаны путем изучения, в том числе и пеленгации, импульсов большой амплитуды. Они, действительно, приходили из мировых грозовых центров, были связаны с мощными грозовыми разрядами. Провести подобные измерения для импульсов шумовой составляющей было невозможно. Их амплитуда едва превышала чувствительность аппаратуры. Поэтому выводы о грозовой природе мощных импульсов без должных оснований были перенесены и на шумовую составляющую. Это и привело к роковой ошибке. Мы выбрали слово «роковой» неслучайно. Именно в шумовой составляющей полей, на наш взгляд, скрыта наиболее ценная информация о глубинных процессах в земной коре, подготовке землетрясений, в том числе и о движении ядра Земли. Отстаивая литосферное происхождение импульсов, необходимо было по-новому объяснить их суточные и годовые вариации, причиной последних, в частности, могло служить периодическое движение земной коры.

Возможно ли в принципе суточное и годовое движение земной коры с высокой стабильностью?

Четкую периодичность создают приливные силы. Периодичность наблюдается в изменениях атмосферного давления, воздействующего на земную кору. Однако приливные силы и атмосферное давление не имеют строгой суточной и годовой периодичности, присущей ЕИЭМПЗ.

Одной из причин возникновения таких ритмов могут являться процессы суточного и годового вращения Земли. Во многих работах [Коровяков, Никитин, 1998; Авсюк и др., 2001; Сидоренков, 2002] обсуждается возможность гравитационного смещения ядра Земли относительно геометрического центра планеты. Смещение должно приводить к появлению давления со стороны ядра на оболочку Земли. За счет суточного вращения планеты точки на поверхности земной коры начнут перемещаться относительно зоны возмущения, созданной смещенным ядром. Появятся суточные ритмы движения земной коры. Годовое перемещение ядра вызовет появление годовых ритмов. Такой механизм возникновения суточных и годовых вариаций ЕИЭМПЗ и сейсмичности мы начинали рассматривать в наших предыдущих работах [Малышков и др., 2000; Патент..., 2004]. Настоящая статья является продолжением развития этой гипотезы. В ней приведен анализ работы нашей группы, тридцати лет наблюдений за вариациями электромагнитных полей во многих сейсмоактивных регионах. Это итог многолетних раздумий авторов о некотором едином механизме, управляющем процессами на Земле. Наши выводы не категорическое утверждение, а приглашение к дискуссии о возможной роли ядра Земли в самосогласованных ритмах планеты в целом, ее сфер, включая и биосферу.

ВАРИАЦИИ ЕИЭМПЗ, НЕСООТВЕТСТВИЕ АТМОСФЕРНЫМ МЕХАНИЗМАМ

Суточные вариации ЕИЭМПЗ в диапазоне ОНЧ традиционно связывают с двумя факторами: улучшенными условиями распространения атмосфериков в ночное время суток и с послеполуденным повышением грозовой активности летом в наиболее жаркое время суток. В диапазоне СНЧ (сверхнизкочастотных) волн СНЧ-вспышки и СНЧ-всплески также считают порождением грозовых разрядов. К основным аргументам в пользу таких представлений относят наличие суточного хода. В качестве модели явления используют модель постоянного по амплитуде мирового грозового центра, расположенного на экваторе в точке, соответствующей 17—18 ч местного времени. В течение суток этот центр, следуя за Солнцем, обегает Землю по экватору [Блиох и др., 1977]. Такие представления о электромагнитных шумах мало в чем изменились, несмотря на возросший интерес, в связи с проблемой поиска электромагнитных предвестников землетрясений [Электромагнитные..., 1982; Поиск..., 1988; Липеровский и др., 1992]. Соответствуют ли они нашим результатам многолетних наблюдений за вариациями ЕИЭМПЗ?

Для измерения полей использовались разработанные в нашей группе специализированные станции Катюша-5, а затем МГР-01 [Шталин и др., 2002]. В станциях предусмотрена регистрация импульсных сигналов по электрической и магнитной составляющим поля, причем по магнитной компоненте измерения ведутся на узкой полосе частот в ОНЧ-диапазоне по двум взаимно-перпендикулярным направлениям приема сигналов. Одна антенна ориентировалась для преимущественного приема полей в направлении север—юг, другая — запад—восток. На выходе устройства формируется файл, содержащий календарную дату и текущее время, номер канала, число импульсов, пришедших на конкретный канал за один дискрет времени (1 с, 10 с, 1 мин и т. п., устанавливается перед началом измерений), амплитуду первого импульса, поступившего на канал в данный дискрет времени, а также 128 оцифрованных значений формы первого импульса, зарегистрированного в данный дискрет времени по электрической компоненте сигнала. Регистраторы МГР-01 сертифицированы (сертификат № 24184), зарегистрированы в государственном реестре средств измерений и допущены к применению в Российской Федерации. Подчеркнем, что в станциях фиксируются только импульсные сигналы в указанном диапазоне частот, превысившие по амплитуде некоторый заданный оператором порог срабатывания (порог дискриминации). Регистраторы позволяют измерять магнитные поля с напряженностью в диапазоне от $2 \cdot 10^{-7}$ до 400 А/м или с магнитной индукцией от $2.5 \cdot 10^{-4}$ нТл до $5 \cdot 10^{-4}$ Тл. Напомним, что средняя напряженность поля у поверхности Земли составляет около 40 А/м. Опыт показывает, что для получения хороших результатов нет необходимости производить измерения при очень высокой чувствительности аппаратуры. Большинство представленных ниже данных ЕИЭМПЗ получено по магнитной составляющей поля на резонансной частоте 14.5 кГц при пороге дискриминации по напряженности поля порядка 0.01...0.02 А/м.

Сразу же отметим две важные особенности, которые обращают на себя внимание при регистрации сигналов ЕИЭМПЗ в любой точке земной поверхности. Во-первых, подавляющая доля импульсов, регистрируемых по каналам север—юг и запад—восток, приходят от различных, не связанных между собой источников поля. Во-вторых, процессы генерации импульсов этими источниками модулируются некоторым единым механизмом. Для иллюстрации этих особенностей и воспроизводимости результатов приведем записи, сделанные двумя идентичными станциями, установленными в непосредственной близости друг от друга (рис. 1). Измерения проводились станциями МГР-01 в начале февраля 2007 г. на полигоне Киреевск вблизи г. Томск. Каналы обеих станций были настроены на приблизительно одинаковую чувствительность и одинаковые пороги дискриминации. Здесь и далее под словом «интенсивность» будет подразумеваться число превышений установленного порога дискриминации в единицу времени на выходе приемного устройства (число импульсов, зарегистрированных станциями за единицу времени), как это принято в методах акустической эмиссии.

По обеим станциям (см. рис. 1, *a—z*) виден типичный для начала февраля суточный ход с повышением интенсивности потока импульсов в ночное время суток и пониженным счетом в дневное время. Такой ход можно объяснить улучшенными условиями распространения атмосфериков в неосвещенное время суток. Однако в феврале на территории Сибири грозовые атмосферные процессы отсутствуют. Поэтому при такой интерпретации речь может идти только о тропических грозах из районов, расположенных в южном направлении от места установки станций наблюдения. Можно предположить, что тропические грозы сопровождаются настолько мощными разрядами, что они синхронно регистрируются как по каналу север—юг, так и по каналу запад—восток, и именно этим определяется суточный ход по обоим направлениям приема, но это не так.

Чтобы убедиться в этом, рассмотрим более подробно произвольный кусочек показаний двух станций. Для наглядности умножим показания второй станции на минус единицу и приведем на графиках (см. рис. 1, *d, e*) записи сразу двух станций. Тогда момент прихода импульсов по одной станции будет отмечаться черточкой выше нулевой линии, а по другой станции (умноженной на минус единицу) ниже нулевой линии. Видно, что поток импульсов не непрерывен, а дискретен. Обе станции фиксируют одни и те же единичные импульсы или цуг из нескольких импульсов в некоторый дискрет времени, причем по

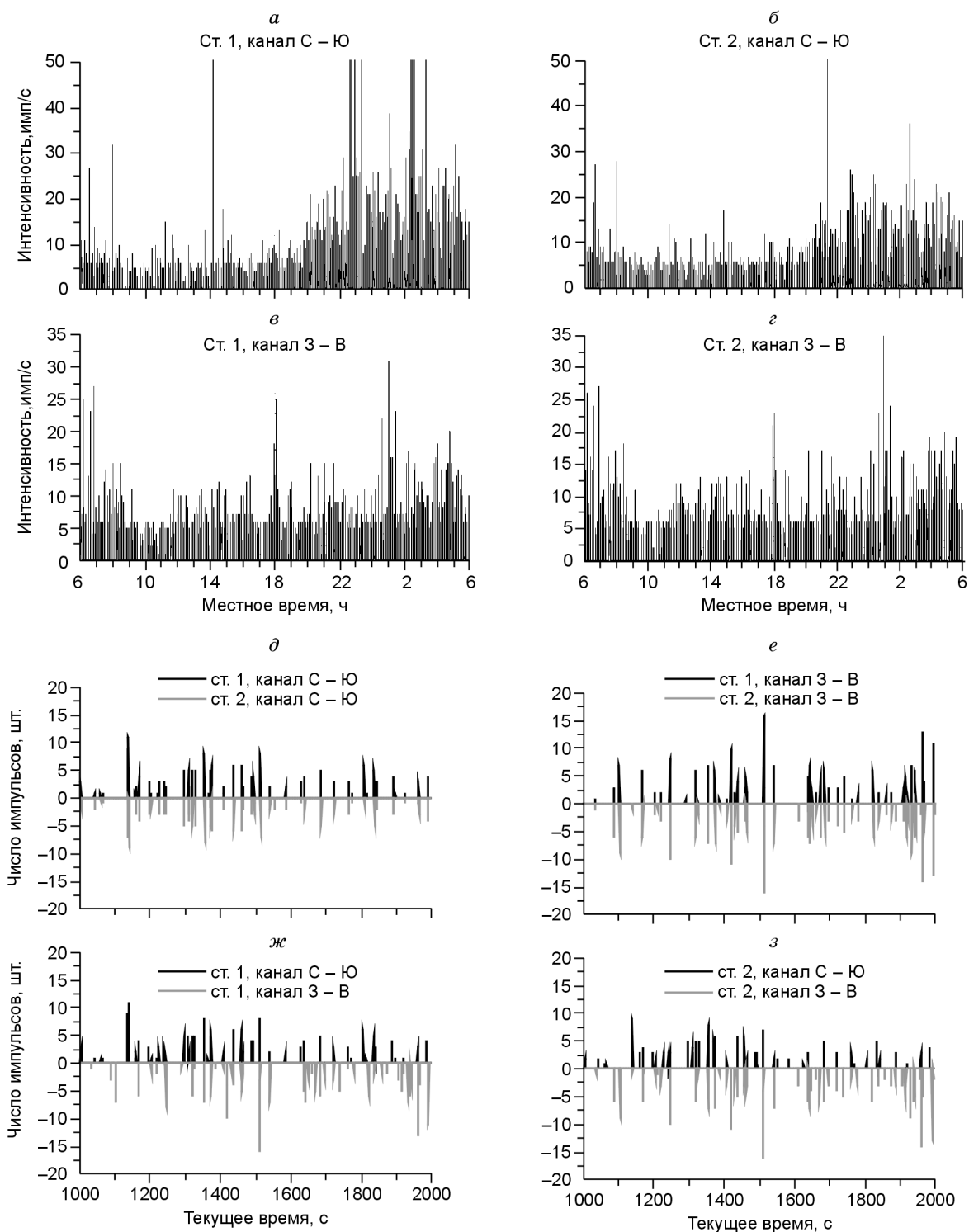


Рис. 1. Результаты регистрации ЕИЭМПЗ двумя идентичными станциями МГР-01.

а—з: пояснение см. в тексте.

антеннам одинаковой ориентации регистрируют их синхронно. Исключение составляет небольшое число импульсов с малой амплитудой, соизмеримой с порогом срабатывания каналов. Из-за небольших различий в настройках станций (абсолютная идентичность невозможна) одна из станций может зафиксировать такой импульс, а другая — нет. Однако доля таких импульсов обычно не превышает 10 % от общего числа зарегистрированных. Теперь сравним между собой показания станций по каналам север—юг и запад—восток (см. рис. 1, *ж, з*). Показания канала запад—восток умножены на минус единицу.

Очевидно, что подавляющее большинство импульсов по каналам север—юг и запад—восток приходят в различные секунды, а следовательно, генерируются разными источниками. Случаи, когда импульс регистрируется сразу обоими каналами одновременно, редки. Доля таких импульсов обычно не превышает 25—30 %. Реальная же их доля, по-видимому, еще меньше, поскольку станции в данном случае работали с дискретом в 1 с. Внутри этой секунды импульсы, зарегистрированные обоими каналами в один дискрет времени, на самом деле могли иметь небольшую разницу по времени прихода, а значит, генерироваться различными источниками.

Таким образом, уже на основе этих записей можно утверждать, что сигналы по разным направлениям приема приходят от различных источников, а не являются результатом регистрации каналами одного и того же атмосферика. Следовательно, наличие суточного хода, во всяком случае по каналу запад—восток в зимнее время, не может быть объяснено улучшенными условиями распространения атмосфериков, так как на тысячи километров от Томска и в западном, и восточном направлениях в феврале месяце грозовые атмосферные процессы отсутствуют. Если же говорить об еще более удаленных грозовых явлениях в западном или восточном направлениях, то даже если они существуют, то трасса распространения атмосфериков от таких гипотетических источников будет пересекать различные часовые пояса, и утверждение об улучшенных условиях распространения в неосвещенное время суток теряет всякий смысл. В то же время суточный ход интенсивности ЕИЭМПЗ регистрируется с удивительной стабильностью по обоим направлениям приема сигнала в любое время года. Более того, как будет показано ниже, несмотря на очевидную независимость разных источников поля в пространстве и времени, анализ длительных рядов выявляет высокую корреляцию в показаниях датчиков различной ориентации. Такое возможно при наличии процесса, действующего одновременно на огромных территориях, активизирующего работу самостоятельных, не связанных между собой источников импульсов.

Продолжим анализ на примере многолетних измерений в Прибайкалье, которые были начаты нами в июне 1997 г. на сейсмостанции Талая (Иркутская область) и ведутся до настоящего времени. Координаты пункта наблюдения — 51°41' с.ш., 103°38' в.д. На рис. 2 приведены усредненные за период с 1997 по 2004 г. суточные вариации полей для различных декад разных месяцев года. Усреднялись минутные значения интенсивности ЕИЭМПЗ (1440 значений в сутки), после этого производилось скользящее сглаживание по 60 мин. Каждая кривая (см. рис. 2) содержит 1440 значений, рассчитанных таким способом.

Очевидно (см. рис. 2), что существует не два (ночной и послеполуденный), а большее число устойчивых максимумов. Уже в июне проявляется вечерний максимум приблизительно в 20 ч солнечного местного времени. В сентябре он становится преобладающим и превосходит по своей амплитуде все другие. Для многих месяцев года, особенно в летнее время, заметен слабый по величине, но очень устойчивый максимум в 6—8 ч утра. Ночной максимум также состоит из нескольких полос. Летом на спаде максимума в 16 ч проявляются максимумы в 20, 22 и 4 ч по солнечному времени. В зимнее время преобладает максимум в 4 ч ночи. Не очевиден факт смещения границ ночного максимума с удлинением освещенного времени суток. Напомним, что ночной максимум традиционно связывают с улучшенным распространением атмосфериков в ночное время. Положение минимума интенсивности потока импульсов со второй декады апреля до начала сентября (см. рис. 2) практически не меняется и приходится на 5 ч местного солнечного времени. В то же время восход солнца 10 апреля приблизительно в 6 ч 40 мин, 22 июня в 4 ч 50 мин, а 1 сентября в 6 ч 40 мин, т. е. сдвигается за этот период на два часа сначала в одну сторону, затем в другую. В вариациях ЕИЭМПЗ такого сдвига не просматривается.

Перечислим главные, на наш взгляд, противоречия между экспериментальными фактами и утверждениями об атмосферном происхождении электромагнитных шумов.

1. Послеполуденный максимум, который связывают с местными грозами, начинает устойчиво проявляться в Прибайкалье, а по нашим данным, и в других регионах Сибири (Томская область, Алтай, Саяны и др.), уже во второй декаде марта (см. рис. 2). В то же время первые грозы в этих регионах регистрируются обычно не ранее середины мая, т. е. только спустя два месяца после появления послеполуденного максимума. Даже в мае гроза в Сибири достаточно большая редкость, а для марта это практически невероятное событие. Это же можно сказать и о моменте исчезновения послеполуденного максимума. Грозовой период в Сибири заканчивается в конце августа, а послеполуденный максимум (см. рис. 2) сохраняется, по крайней мере, до первой декады октября. Более того, он не просто исчезает, как следовало бы ожидать по атмосферной гипотезе, а, начиная с ноября, постепенно трансформируется в самый глубокий минимум, точно совпадающий со временем проявления послеполуденного максимума. Очевидный факт превращения максимума в минимум совершенно непонятен. Работает единый механизм, напоминающий вращающийся коленчатый вал. В разные месяцы всплывает то один максимум, превращающийся при повороте в минимум, то другой максимум, уже в другое время суток.

2. Картина вращающегося механизма повторяется из года в год с удивительной стабильностью. Для примера на рис. 3 приведены кривые для одних и тех же месяцев, полученные в разные годы. И зимой, и летом мы наблюдаем не только точное (с точностью до минут) совпадение времени проявления основных

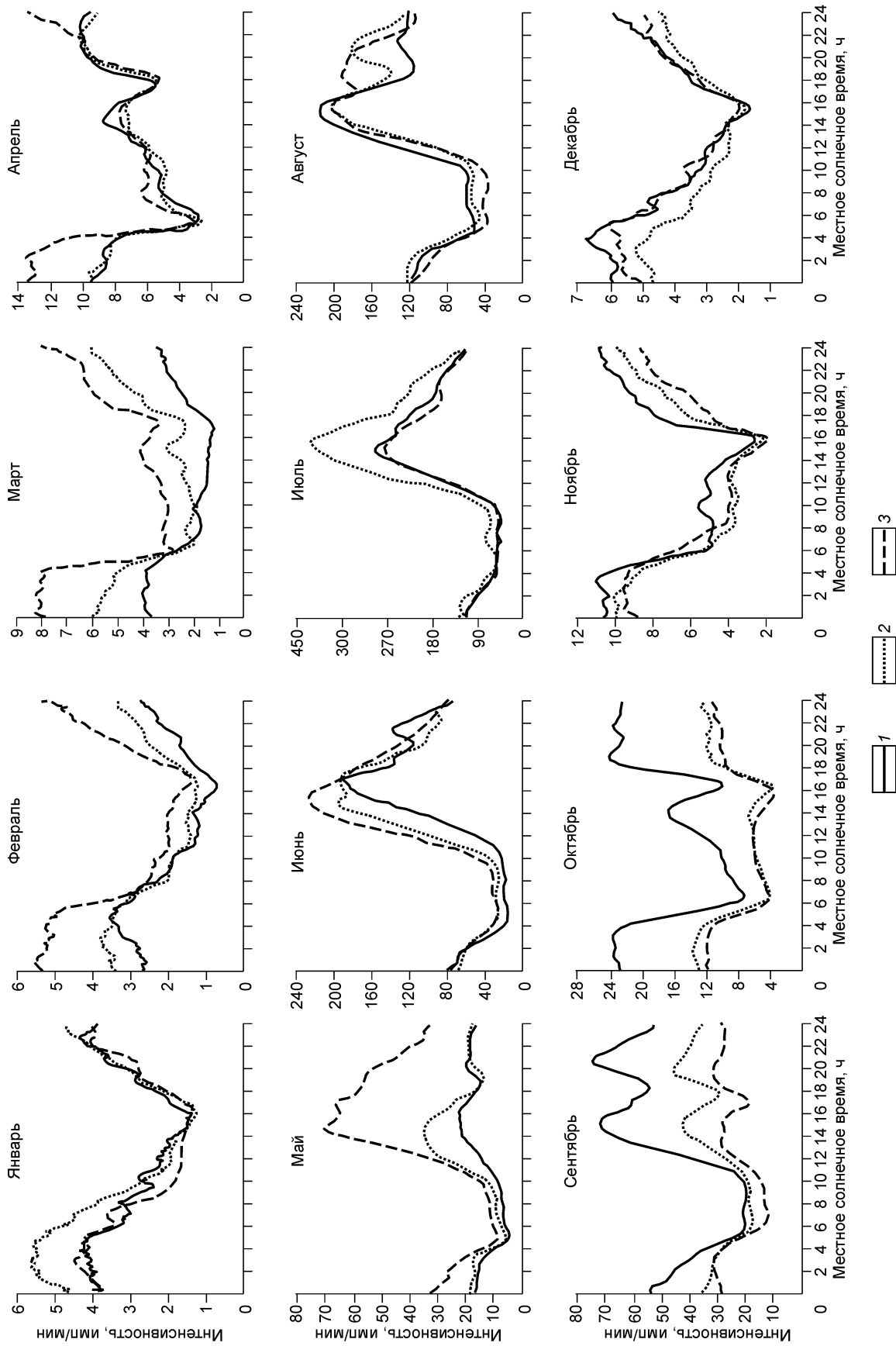


Рис. 2. Усредненные и сглаженные суточные ходы интенсивности ЕИЭМПЗ для различных месяцев года (ст. Талая), канал север—юг.

1—3 — декады: 1 — первая, 2 — вторая, 3 — третья.

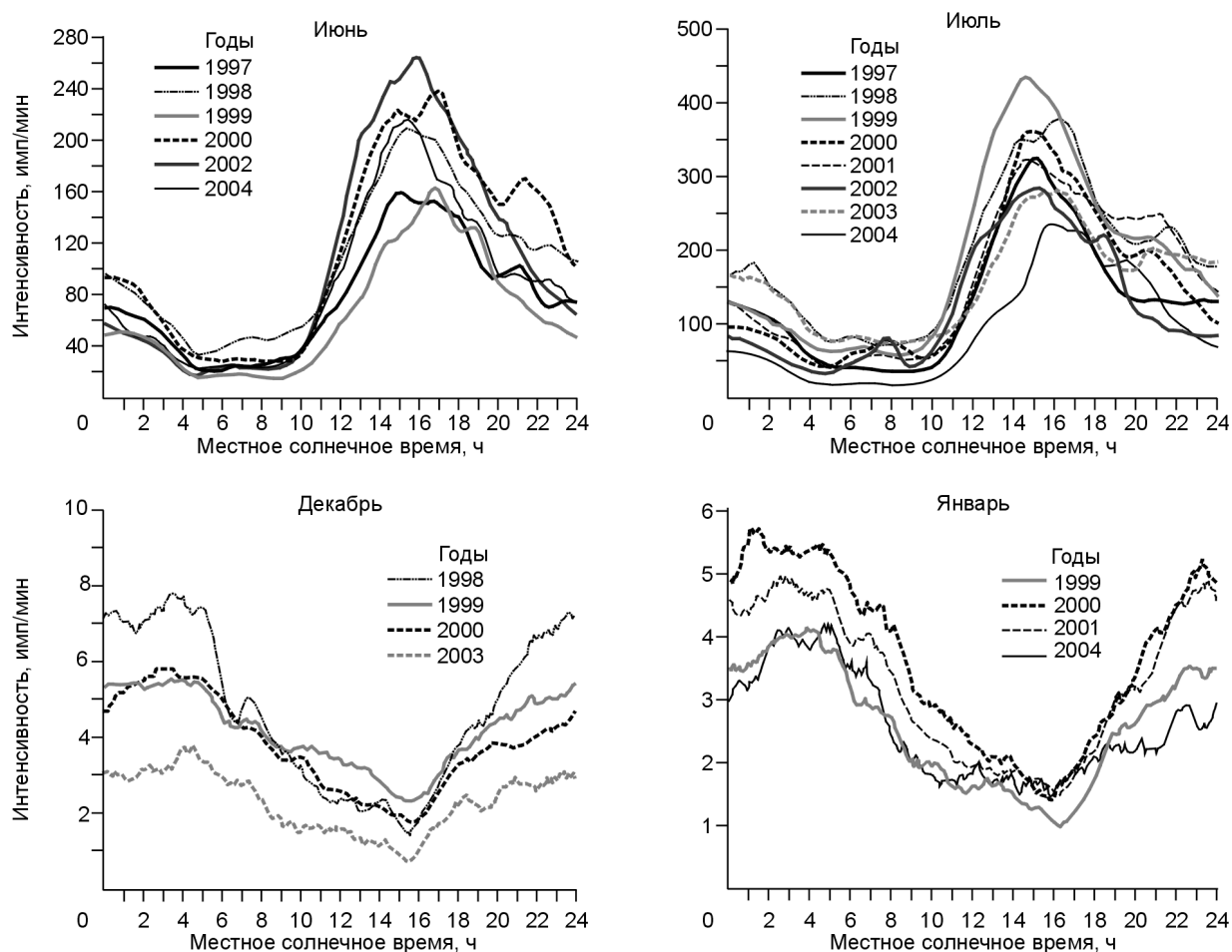


Рис. 3. Сглаженные по 60 точкам суточные вариации ЕИЭМПЗ для различных лет (ст. Талая, канал север—юг).

максимумов и минимумов интенсивности ЕИЭМПЗ. Совпадают даже незначительные нюансы в поведении кривых по всем 1440 точкам графиков. Такая же стабильность и в другие месяцы года. Это не эффект усреднения. Мы видим (рис. 4), что послеполуденный максимум проявляется практически для каждого дня июля и для всех приведенных на рисунке шести лет наблюдений. Он не реагирует на засушливые или дождливые годы, на грозовые или безгрозовые периоды. Это указывает на существование механизма на несколько порядков более устойчивого, нежели процессы в атмосфере. Наличие единого механизма, а не двух не связанных между собой факторов, хорошо иллюстрирует рис. 5. Вначале, по многолетним данным, находились средние значения интенсивности ЕИЭМПЗ для определенного отрезка времени внутри суток. Затем определяли, как меняется интенсивность для данного отрезка времени в течение года. Каждую полученную таким способом зависимость нормировали на площадь под кривой, чтобы привести их к одинаковому масштабу. В результате мы видим единый, чрезвычайно стабильный механизм формирования суточного хода, управляющий процессами в равной степени на любом отрезке дня и ночи.

Нам могут возразить, что не только ночной, но и послеполуденный максимум связан не с местными грозами, а с экваториальной грозовой активностью в субширотном направлении. В этом причина их стабильности и слабой связи с местными метеоусловиями. Но ведь на экваторе нет как таковых зимы или лета. Тогда почему зимой преобладает ночной максимум, а летом послеполуденный? Если ночной максимум связан с улучшенными условиями распространения радиоволн в неосвещенное время суток, тогда почему граница ночного максимума не двигается вместе с продолжительностью дня? Если послеполуденный максимум связан с наиболее жарким временем суток, пусть и на экваторе, то почему в июле наиболее жарко в 15 ч, в августе в 15 и 21 ч, а в сентябре наиболее жаркое время в 21 ч? Почему послеполуденный максимум осенью с удалением грозовых центров на юг не уменьшается до утренних наиболее прохладных часов, а, перейдя эти значения, превращается зимой в самый глубокий минимум? Если это грозы (хоть местные, хоть тропические), то почему суточные ходы, созданные этими грозами,

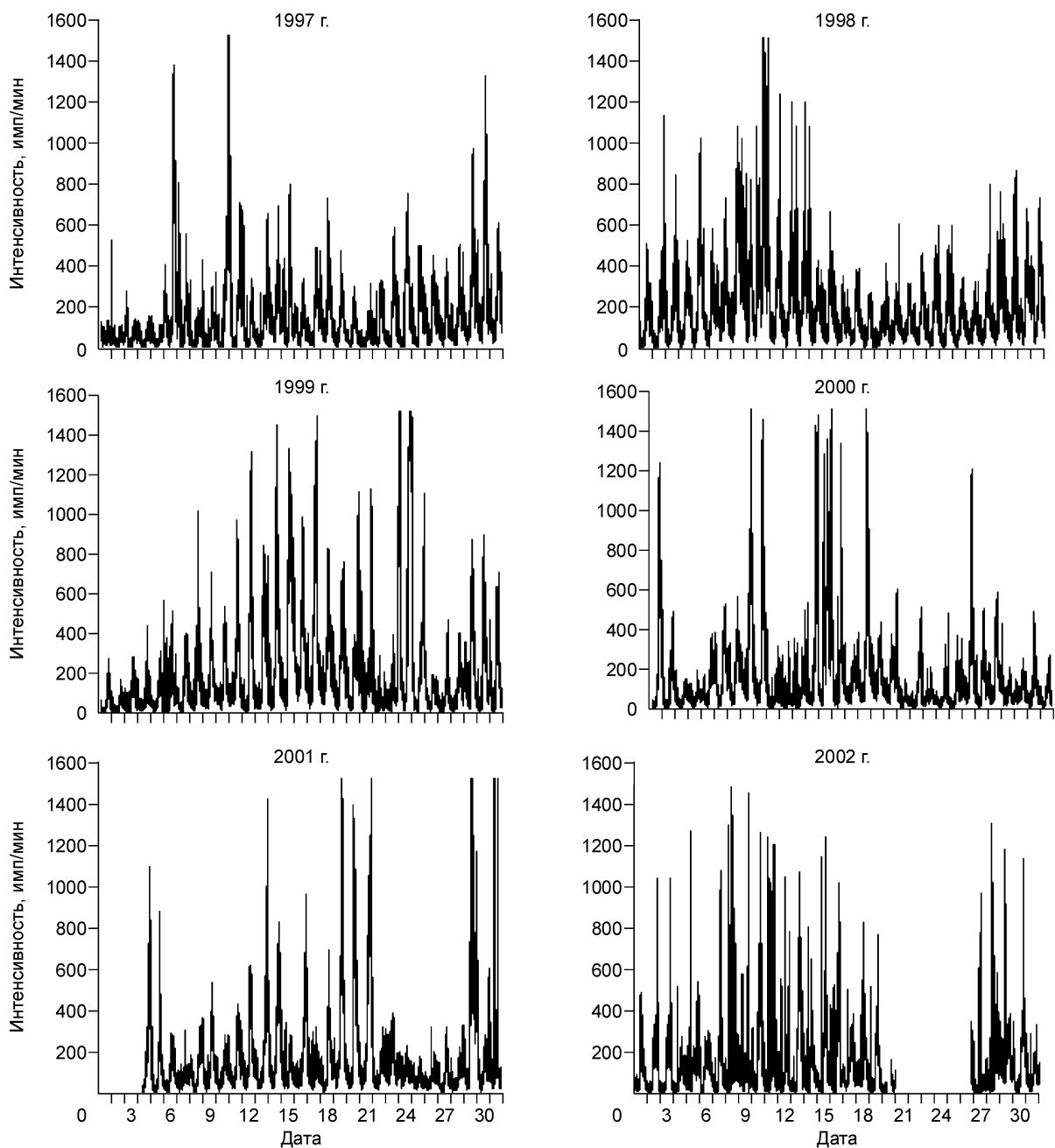


Рис. 4. Внутримесячные вариации интенсивности ЕИЭМПЗ для июля в различные годы (ст. Талая, канал север—юг).

повторяются из года в год, из месяца в месяц с точным до минут совпадением формы всех максимумов, всех минимумов? Ведь известно, что атмосферные процессы крайне нестабильны и не могут прогнозироваться даже на следующую неделю. И, наконец, почему антенны, ориентированные на запад—восток и регистрирующие сигналы от других источников, нежели антенны север—юг, показывают зимой и летом точно такую же форму суточных ходов и модулируются на огромных территориях некоторым единым процессом.

Для подтверждения существования глобального механизма, управляющего работой всех природных источников электромагнитных полей на огромных территориях, воспользуемся данными, полученными в одни и те же календарные дни в различных точках России (рис. 6). Здесь приведены наши измерения (ст. Талая) и г. Сарапул, Удмуртия (координаты точки наблюдения — 56°32' с.ш., 53°47' в.д.), а также результаты, полученные с помощью изготовленных нами станций МГР-01 Красноярским научно-

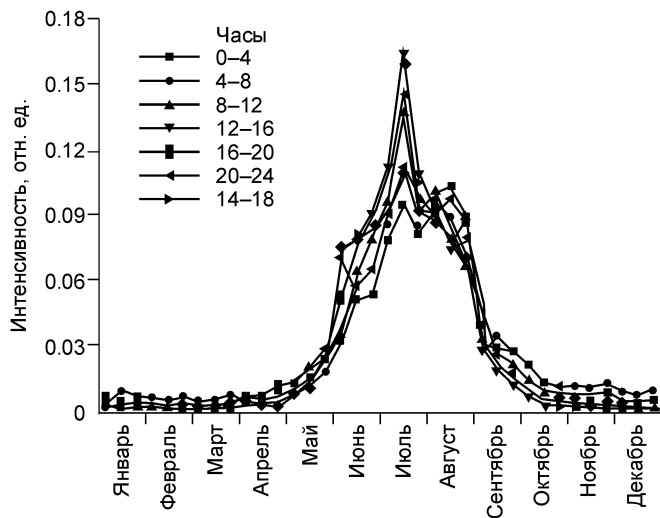


Рис. 5. Усредненные и пронормированные годовые вариации интенсивности ЕИЭМПЗ для различных отрезков времени внутри суток (ст. Талая, 1997—2004 гг.).

исследовательским институтом геологии и минерального сырья (КНИИГиМС) (ст. Табат, 52°56' с.ш., 90°43' в.д. и ст. Шагонар, 51°32' с.ш., 92°55' в.д.) и Техническим институтом (филиал) Якутского государственного университета (ТИ(ф)ЯГУ), г. Нерюнгри (ст. Нерюнгри, 56°39' с.ш., 124°43' в.д.). Все графики (см. рис. 6) приведены по Гринвичскому времени. Влияние некоего глобального процесса очевидно.

Во всех пунктах наблюдения от Среднего Поволжья до Алданского нагорья четко регистрируется суточный ход, подчиняющийся местному солнечному времени. Это явно указывает на связь этих вариаций с суточным вращением Земли. Но есть и второй более медленный, но не менее глобальный процесс, модулирующий суточный ход. Он выявляется (см. рис. 6) в явном и одновременном снижении интенсивности ЕИЭМПЗ во всех пунктах наблюдения 13—14 июля и в последующем повышении интенсивности регистрируемого сигнала в последние числа месяца. Влияние этого процесса в данном примере прослеживается в зоне протяженностью по долготе свыше 4000 км и по широте свыше 500 км. Наиболее отчетливо влияние этого процесса прослеживается на близкорасположенных друг к другу станциях Табат и Шагонар, расстояние между которыми составляет 216 км. В течение всего месяца эти станции повторяют показания друг друга по обоим направлениям приема сигнала с высокой синхронностью. Возрастание различий в показаниях разнесенных на тысячи километров станций, по нашим представлениям, связаны с кардинальными отличиями в строении земной коры европейского и азиатского континентов в точках размещения станций и влиянием на результаты измерений региональных тектонических процессов.

СВЯЗЬ ЕИЭМПЗ С ГЛУБИННЫМИ ПРОЦЕССАМИ В ЗЕМНОЙ КОРЕ

Именно связь ЕИЭМПЗ с процессами подготовки «местных» землетрясений заставила нас двадцать лет назад задуматься о возможной генерации электромагнитных импульсов литосферными источниками [Малышков, Джумабаев, 1987]. В 80 % случаев при подготовке близкого землетрясения снижалась интенсивность потока импульсов, исчезали ночные и послеполуденные максимумы ЕИЭМПЗ, прослеживалась связь степени нарушения суточного хода и продолжительности нарушений с энергией и удаленностью готовящегося землетрясения [Патент..., 2004; Bashkuev et al., 2006]. Тогда и появился вопрос, каким образом местные геодинамические процессы влияют на грозовую активность экваториальных районов или в какой степени влияют на условия распространения атмосферных волн? Более логичной представлялась мысль о том, что только в районе расположения станции наблюдения существуют ритмы движения земной коры, и именно местные процессы формирования очага землетрясения нарушают ритмичное движение горных пород около станции.

Если допустить, что суточные колебания земной коры действительно существуют, то они должны провоцировать землетрясения с разной вероятностью в различное время суток. Вариации естественных полей и сейсмической активности должны коррелировать вследствие воздействия на них одного и того же процесса — внутрисуточного движения земной коры.

Приведем результаты анализа суточных вариаций сейсмичности Прибайкалья (рис. 7). Для построения кривой I использовано около 300 тыс. землетрясений, произошедших в Прибайкалье за период с 1962 по 1996 г. [Бюллетень..., 1970—1975; Материалы..., 1976—1991]. Моменты землетрясений пересчитывали из Гринвичского в местное солнечное время с учетом географических координат эпицентров событий. Все указанные выше землетрясения также сортировали на две группы, приблизительно равные по числу землетрясений: землетрясения с энергетическим классом (K), равным или меньшим семи (магнитуда не более 1.7), и землетрясения с $K > 7$ (магнитуда больше 1.7). На каждой кривой (см. рис. 7) нанесено 1440 минутных сглаженных значений. Скользящее сглаживание осуществлялось по 180 минутам.

Мы видим, что ночной и послеполуденный максимумы хорошо проявляются не только для всех землетрясений Прибайкалья, но и для землетрясений с классом больше и меньше семи. При этом время

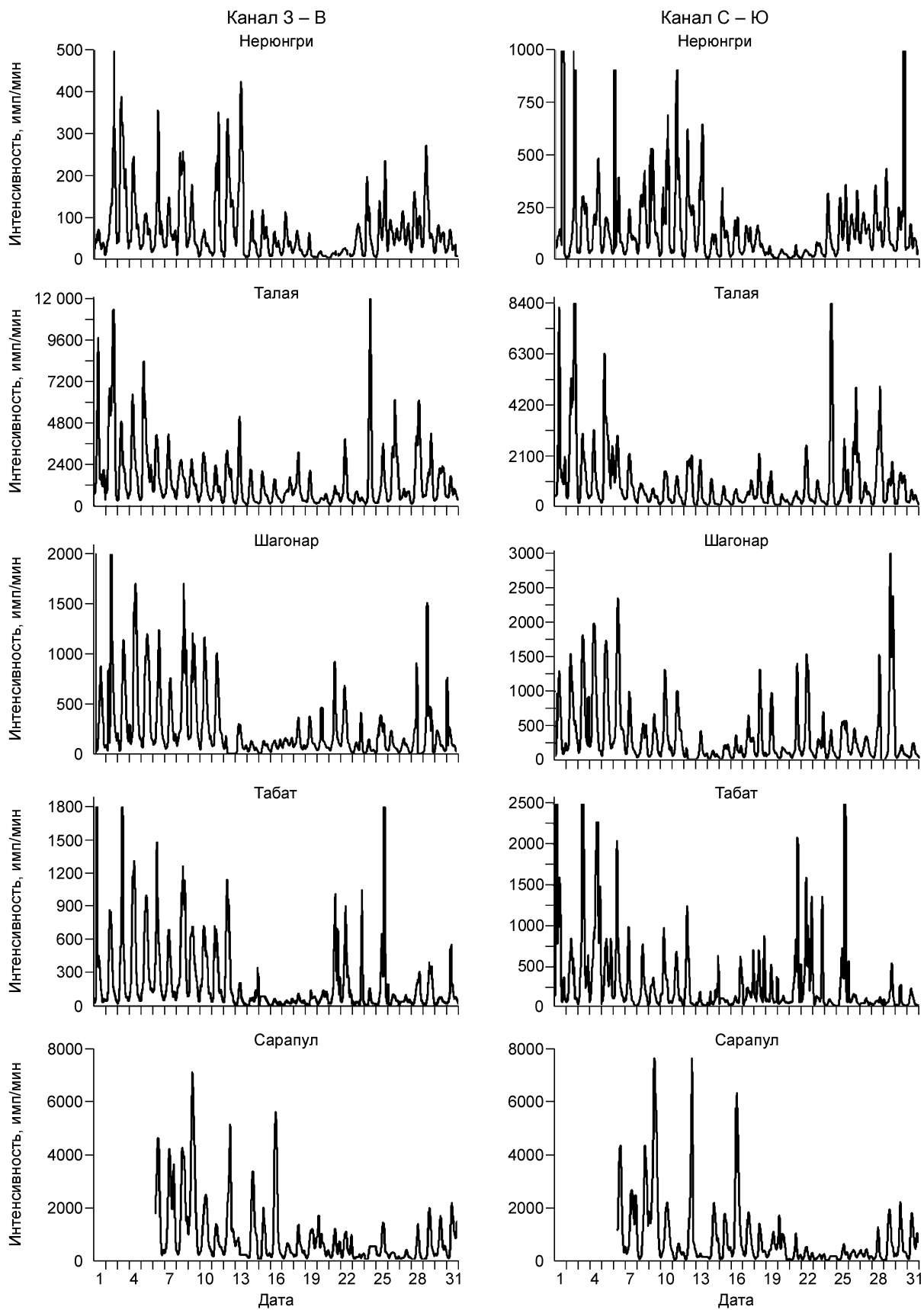


Рис. 6. Изменение интенсивности ЕИЭМПЗ в июле 2007 г. в различных точках территории России.

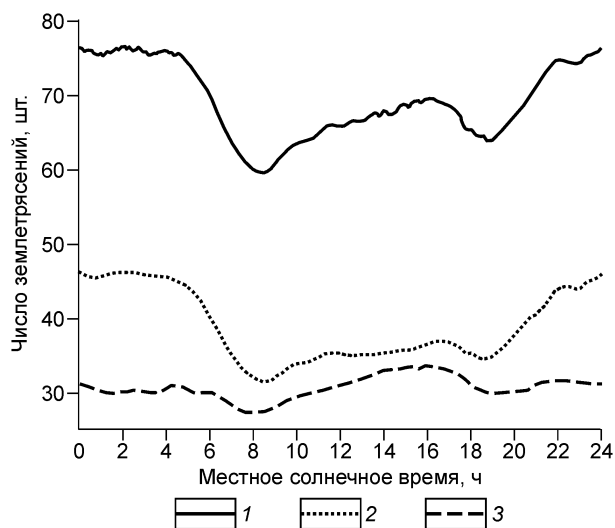


Рис. 7. Суточные вариации числа землетрясений, произошедших в данную минуту суток, в Прибайкалье за период с 1962 по 1996 г.

1 — все землетрясения, 2 — $K \leq 7$, 3 — $K > 7$.

проявления максимумов практически точно совпадает с соответствующими максимумами вариаций ЕИЭМПЗ. Аналогичный представленному на рис. 7 анализ выполнили и для каждого месяца года. Для этого из всех указанных выше каталогов землетрясений выбирались только те, которые произошли в определенный месяц года. В анализируемый месяц обычно попадало не менее 4—5 тыс. слабых ($K \leq 7$) и не менее 3.5 тыс. более сильных ($K > 7$) землетрясений. Оказалось, что ночные и послеполуденные максимумы проявляются для большинства месяцев года, но для слабых фоновых землетрясений чаще преобладает ночной максимум. Для более сильных землетрясений практически для любого месяца года наибольшая сейсмичность наблюдается в период с 10 до 18 ч. Полученные результаты вряд ли можно объяснить «засоренностью» каталогов техническими взрывами. Каталоги тщательно очищались сейсмологами. По их мнению, засоренность взрывами не должна превышать 5%, тогда как, по результатам нашего анализа, для землетрясений с энергетическим классом более 7 вероятность землетрясений в послеполуденное время (именно в 16 ч местного солнечного времени) превышает средние значения на 30% и более для многих месяцев года. Если бы существовал всего один максимум, например ночной или послеполуденный, еще как-то можно было фантазировать о засоренности каталогов техническими взрывами или влиянии промышленных помех на реальную чувствительность сейсмоприемников. Но наличие двух максимумов в суточных ходах сильных и слабых землетрясениях, отсутствие недельной периодичности и эффекта выходного дня в проведенном нами анализе спектральных характеристик (см. ниже) явно опровергает возможную связь суточных вариаций сейсмичности и электромагнитных полей с человеческой деятельностью. Важно подчеркнуть, что суточные вариации числа землетрясений не являются специфической особенностью Прибайкалья. Еще в работе [Malyshkov et al., 1998] было показано наличие ночного и послеполуденного максимумов как для ЕИЭМПЗ, так и для землетрясений Северного Тянь-Шаня. Вновь убеждаемся, что работает единый механизм для всей Земли, управляющий многими физическими процессами в земной коре.

Существуют различия в вариациях ЕИЭМПЗ и сейсмичности. Для электромагнитных полей летний послеполуденный максимум постепенно трансформируется в глубокий зимний послеполуденный минимум (см. рис. 2). Для землетрясений повышенная вероятность событий в послеполуденное время проявляется практически в течение всего года. Эти отличия, вероятнее всего, связаны с тем, что сжатие земной коры в результате прохождения волны напряжений будет снижать подвижность блоков и других элементов коры. Такое сжатие обязательно сопровождается снижением интенсивности потока импульсов, являющихся следствием движения горных пород. Землетрясения же могут провоцироваться любыми изменениями напряжений в массивах горных пород как их сжатием, так и их растяжением.

Следует отметить, что наличие суточной периодичности землетрясений было обнаружено еще в конце XIX в. Однако с тех пор так и не появилось однозначного мнения о причинах его возникновения. В последние годы интерес к этой проблеме снова возрос, так как многие исследователи подвергли глубокому сомнению связь суточной периодичности землетрясений с лунно-солнечными приливами, с суточной периодичностью атмосферного давления или с изменением чувствительности сейсмостанций из-за повышения уровня помех в дневное время [Федоров, 2005; Сидорин, 2005; Журавлев и др., 2006]. В недавно опубликованной работе О.Д. Зотова [2007] для землетрясений с магнитудой, равной или более 5.5, наглядно продемонстрировано существование волны повышенной сейсмичности, обегавшей за сутки земной шар. Анализ работ по проблеме суточного хода в зоне сейсмической активности есть в публикациях [Сидорин, 2005; Журавлев и др., 2006]. Авторы высказывают мнение о возможной обусловленности суточной и полусуточной периодичности землетрясений изменениями в естественном электромагнитном поле Земли. Действительно, имеется ряд статей, в которых на основе лабораторных исследований показано, что высокие электростатические поля могут повлиять или даже затормозить разрушение образцов [Финкель и др., 1975; Финкель, 1977]. Однако трудно представить, чтобы короткие одиночные электромагнитные импульсы различной полярности, чередующиеся с гораздо более длительными промежутками «тишины», приходящие к тому же в точку наблюдения с различных направлений

и от разных источников, могли кардинально изменить чувствительность горной среды к напряженно-деформированному состоянию. В отличие от этих работ мы утверждаем, что существует не взаимная обусловленность вышеназванных явлений, а еще один процесс, синхронизирующий сейсмическую и электромагнитную активность земной коры.

Наличие такого механизма убедительно подтверждают спектральные характеристики. Для расчетов использовалась специализированная программа, предоставленная В.А. Федоровым (Институт оптики атмосферы СО РАН, г. Томск). Она предусматривает расчет спектров с повышенным спектральным разрешением для произвольных длин выборок и интервалов дискретизации. Периодограммы для ЕИЭМПЗ рассчитывались по минутным значениям интенсивности полей. Использовался временной ряд с 12 июня 1997 г. по 15 сентября 2002 г. Отметим, что в этот период бывали случаи перерывов в работе станции наблюдения. Пропущенные участки заполняли данными, полученными в аналогичное время в ближайшие сутки. При более продолжительных перерывах пропущенные дни брались как среднеарифметические значения на эти же календарные даты из предшествующего и последующего годов. Общее число пропусков не превышало 20 %. Периодограммы рядов сейсмичности рассчитывались по часовым значениям числа землетрясений за период с 1971 по 1990 г.

Наиболее интересные участки периодограмм представлены на рис. 8. Цифры над максимумами графиков — рассчитанные нами значения периодов (в часах). Стрелками под рисунками и цифрами указаны приливные компоненты спектров, взятые из монографии П. Мельхиора [1968]. Сплошные стрелки — главные волны приливов солнечного происхождения, штриховые — лунные компоненты. Прежде всего, отметим совпадение всех основных полос спектров ЕИЭМПЗ и сейсмичности. Суточные, полусуточные, восьми-, шестичасовые полосы (см. рис. 8, а, б, в, г соответственно) электромагнитных полей и сейсмичности совпадают между собой до шести знаков, в том числе до четвертого знака после запятой. Менее надежные годовые компоненты (см. рис. 8, з) также совпадают до четвертого знака. Не менее удивительный факт — отсутствие полос лунного происхождения (см. рис. 8, д, е, ж, штриховые стрелки). Ни в спектрах ЕИЭМПЗ, ни в спектрах землетрясений нет даже намеков на существование таких полос, хотя известно, что гравитационное воздействие Луны более чем в два раза превосходит воздействие Солнца. Из приведенных П. Мельхиором семнадцати главных волн лунного происхождения в полученных нами спектрах нет ни одной волны с близким периодом. В то же время все двенадцать указанных им солнечных волн, значительно меньших по амплитуде, чем лунные, присутствуют в спектрах ЕИЭМПЗ и землетрясений. Расхождение в периодах основных полос, полученных нами, и солнечных приливов, указанных П. Мельхиором, наблюдается только в третьем, четвертом знаке. Отметим и другой факт. Так, по данным П. Мельхиора, в солнечных приливах наибольшую амплитуду имеет полусуточная волна (12.000000 ч), затем по значимости следуют главная солнечная суточная волна (24.065891 ч), деклинационная (23.934469 ч) и большая эллиптическая полусуточная волна (12.016445 ч). В нашем же случае суточные волны значительно превосходят полусуточные, и главной среди них является волна с периодом 23.9997 ч.

Выводы очевидны.

— Выявленные нами периодичности в вариациях ЕИЭМПЗ и сейсмичности Прибайкалья имеют неприливное и, возможно, негравитационное происхождение.

— Существует ранее не обнаруженный глубинный механизм формирования внутрисуточных и годовых вариаций геофизических процессов, управляющий вариациями ЕИЭМПЗ и провоцирующий землетрясения.

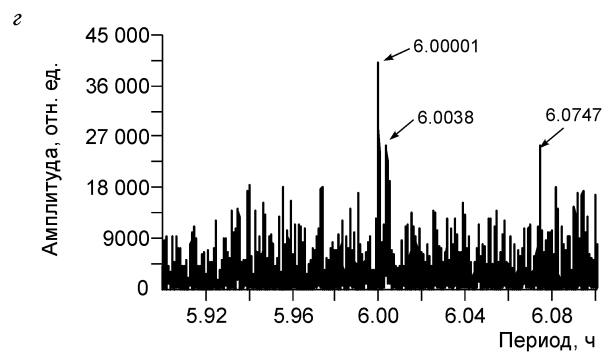
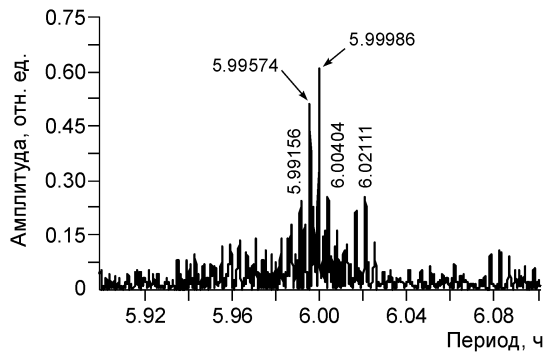
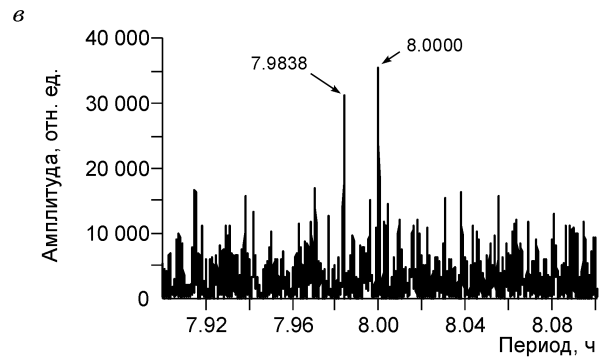
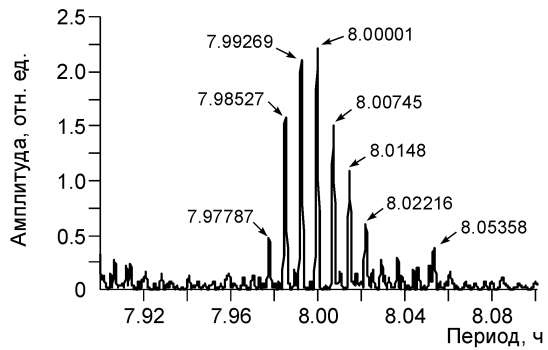
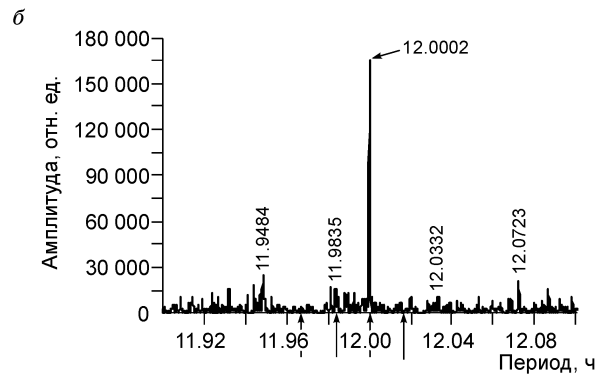
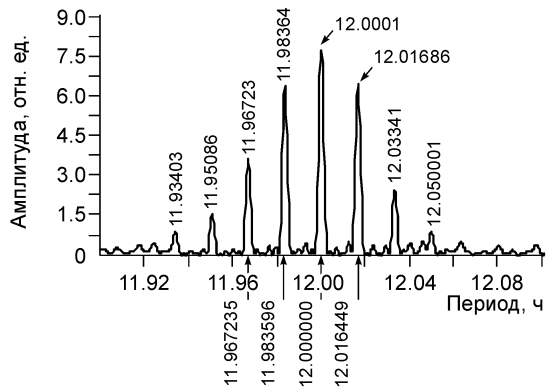
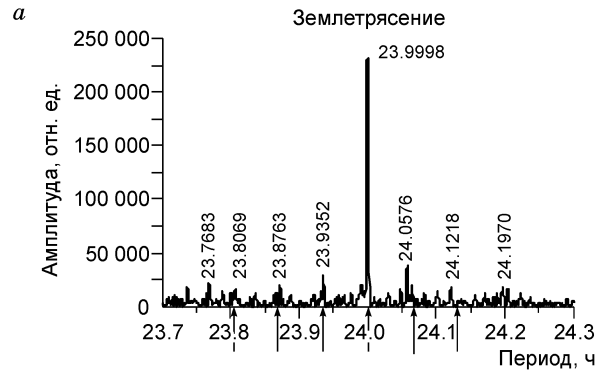
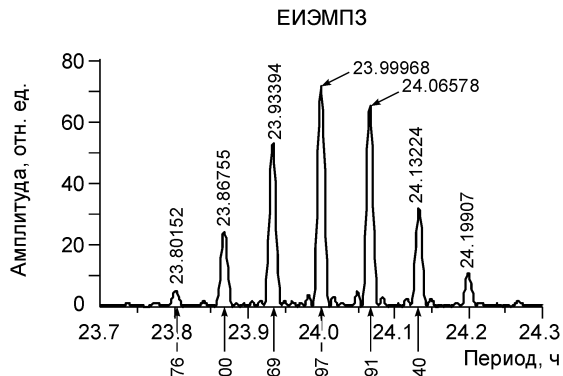
— Наиболее вероятно, что выявленные ритмы вариаций электромагнитных полей и сейсмичности каким-то образом связаны с суточным и годовым вращением Земли.

ЭКСЦЕНТРИЧНОЕ СМЕЩЕНИЕ ЯДРА ЗЕМЛИ — ВОЗМОЖНАЯ ПРИЧИНА ГЛУБИННЫХ РИТМОВ ДВИЖЕНИЯ ЗЕМНОЙ КОРЫ

Итак, факты указывают на существование некоторой иной причины, управляющей многими, в том числе и названными выше процессами. В поисках этого фактора обратимся к приливному волнам (см. рис. 8), потому что для возникновения таких ритмов, которые мы обнаружили в электромагнитных полях и в землетрясениях, необходимо, как минимум, наличие двух условий: 1) суточное и годовое вращение Земли, 2) наличие какого-то одностороннего воздействия на Землю либо извне, либо изнутри.

Очевидно, что каждое из этих условий в отдельности не может привести к ритмичности процессов. Обнаруженные ритмы могут возникнуть только при совместном действии обоих процессов.

Именно вращение при одновременном воздействии гравитационного притяжения Луны и Солнца создает приливные волны. Полное совпадение выявленных нами полос со всеми основными полосами солнечного происхождения, включая главные, эллиптические и деклинационные волны, позволяет связать обнаруженные нами ритмы ЕИЭМПЗ и сейсмичности с суточным и годовым вращением Земли. Согласитесь, совпадение двенадцати главных полос с точностью до третьего, четвертого знака не может



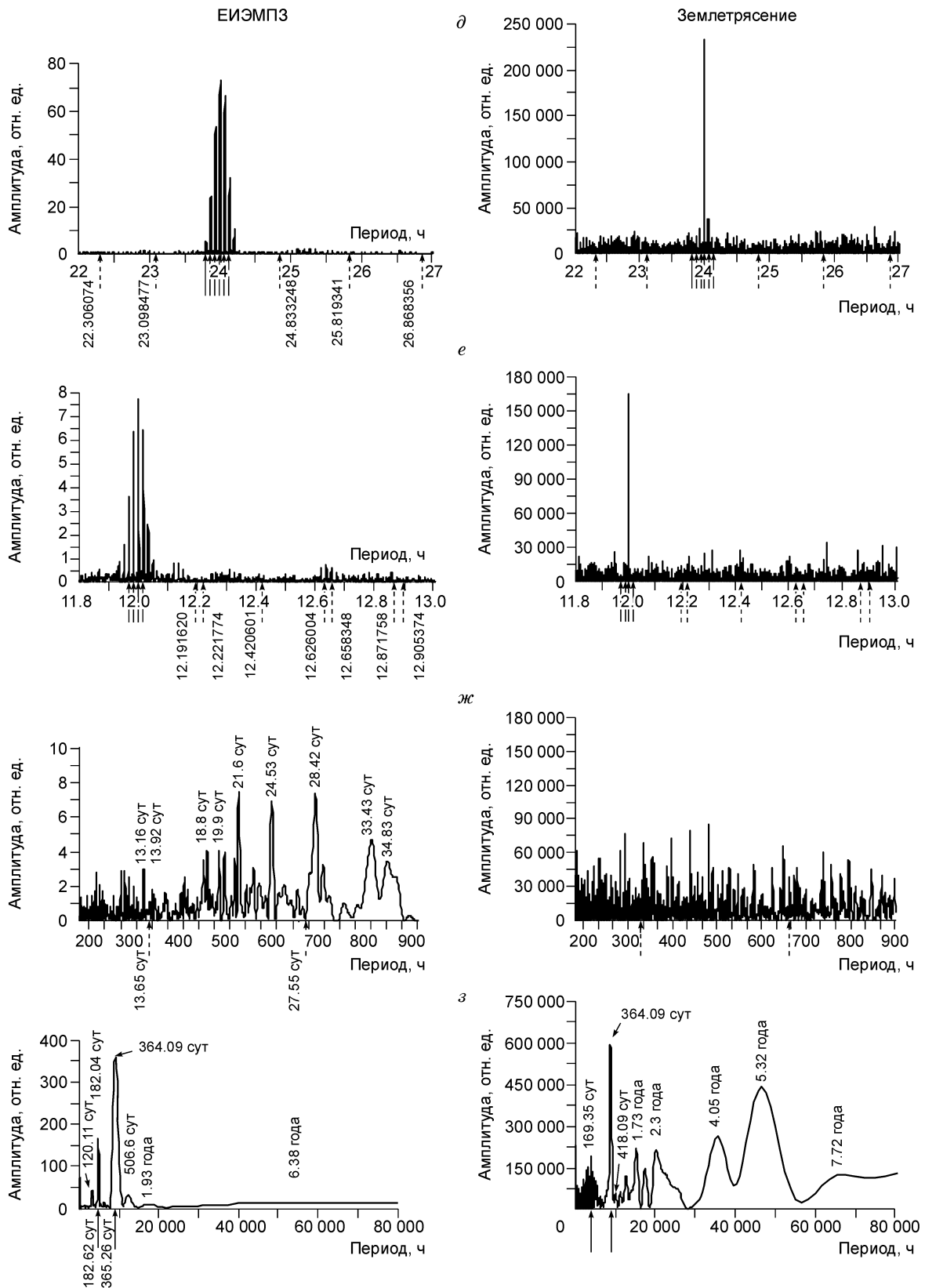


Рис. 8. Периодограммы интенсивности ЕИЭМПЗ и землетрясений в Прибайкалье.

а—з: пояснения см. в тексте.

быть случайным. Все указанные в периодограммах цифры значимы и превышают ошибки расчетов. Так, может быть именно Солнце создает это необходимое одностороннее воздействие?

Одностороннее облучение Земли со стороны Солнца потоком электромагнитных волн, заряженных частиц и гравитационное притяжение приведут точно к таким же периодам, которые мы получили. Но возникает вопрос, какое из этих воздействий может проникать на глубину нескольких километров, влиять на сейсмические процессы? Средняя глубина очагов землетрясений на Байкале 15 км.

Суточные вариации температуры поверхности Земли вряд ли могут активизировать сейсмичность в определенное время суток с точностью до тысячных долей часа. Ведь уже на глубине нескольких метров сохраняются не суточные, а среднегодовые температуры. Все температурные процессы затрагивают только рыхлые поверхностные слои и не могут создавать ни глубинные температурные вариации, ни глубинные температурные деформации. Невозможно представить и какие-то гидрологические или циркуляционные процессы на глубине десятков километров с такими высокими частотами (суточной, полусуточной, восьми-, шестичасовой периодичностью).

Основной поток заряженных частиц, идущих от Солнца (солнечный ветер), практически не доходит даже до поверхности Земли. Он захватывается магнитным полем планеты, меняет состояние ионосферы. Именно этот поток создает суточные вариации геомагнитного поля Земли, магнитные бури. Эти вариации естественно аналогичны нашим. Они, как и механизм, который мы ищем, связаны с вращением Земли и односторонним воздействием. Чтобы утверждать, что эти виды солнечного воздействия способны провоцировать землетрясения на глубине нескольких километров, надо полностью отказаться от существующих представлений о процессах подготовки землетрясений.

Воздействовать на глубинные процессы могут приливные волны. Но ведь самые интенсивные приливные компоненты, создаваемые совместным притяжением Луны и Солнца, не обнаруживаются. За счет вращения Луны их периоды значительно отличаются от длительности суток. В наших же спектрах главные полосы либо точно совпадают, либо кратны периоду суточного вращения Земли. Следовательно, влияние механизма, связанного с приливами, маловероятно.

Не найдя причин для обнаруженных нами ритмов вне Земли, попытаемся отыскать их внутри самой планеты. Обратимся к обсуждаемой в науке идее о возможности смещения твердого внутреннего ядра Земли либо за счет воздействия гравитационных полей Солнца, космоса, Луны [Коровяков, Никитин, 1998; Авсюк и др., 2001; Сидоренков, 2002], либо, как нам представляется более вероятным, за счет каких-то других негравитационных механизмов. В результате эксцентричного, суточного вращения оболочки Земли вокруг смещенного ядра возникнет давление со стороны твердого ядра и окружающего его расплава на мантию, выдавливающее оболочку изнутри (рис. 9). Большими стрелкам показано направление суточного вращения Земли, а маленькой стрелкой направление перемещения пункта наблюдения (ст. Талая) относительно зоны повышенного давления.

В других областях планеты, наоборот, возникнут силы, сжимающие оболочку, втягивающие ее внутрь к ядру. Следует пояснить, что воздействие на мантию и оболочку Земли будет создаваться не только в процессе самого акта смещения ядра, но и за счет эффекта «перекачки» вещества жидкого ядра при эксцентричном вращении ядра относительно нижней мантии. При медленном смещении и последующей остановке ядра возникшие напряжения должны быстро релаксировать за счет перетекания расплава жидкого ядра, имеющего низкую вязкость. В предлагаемом же нами механизме поведение системы со смещенным и вращающимся ядром напоминает работу роторного насоса. Эксцентрично

вращающееся относительно мантии твердое ядро-ротор будет перекачивать вещество жидкого расплава. Поэтому при различиях в угловых скоростях вращения ядра и нижней мантии перекачка расплава приведет к появлению зон повышенного давления и зон разряжения. Эти зоны с перепадом давления уже не могут релаксировать и будут поддерживаться до тех пор, пока существует разница в угловых скоростях вращения и смещение ядра.

В результате суточного вращения Земли точки, расположенные на поверхности, начнут перемещаться относительно внутренних малоподвижных

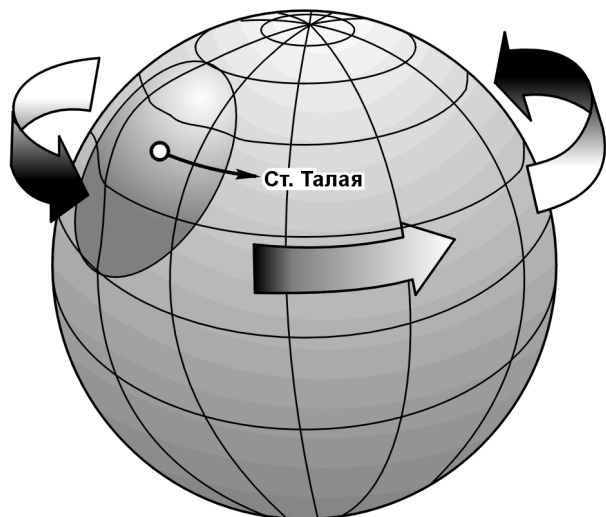


Рис. 9. Движение области возмущения, созданной эксцентрическим вращением ядра и оболочки Земли.

Пояснение см. в тексте.

зон перепадов давления. Для средних широт скорость приближения точки поверхности к таким внутренним зонам повышенного или пониженного давления превысит 300 м/с. При перемещении над зонами возмущения изменения давления в расплаве будут передаваться в мантию и со скоростью упругих волн через несколько минут достигнут поверхности планеты. Для наблюдателя, находящегося на поверхности Земли, картина будет равносильна таковой, когда волна напряжений движется в виде чередующихся зон растяжения и сжатия земной коры. Процесс в данном случае будет очень похож на прохождение приливных волн, в том числе и по эффекту воздействия на земную кору. Как и приливная волна, волна эксцентрично вращающегося ядра будет перемещаться по оболочке планеты с востока на запад по спирали. Витки спирали будут направлены по параллелям. Каждый новый виток, в отличие от приливных волн, повторяющийся точно через сутки, будет незначительно смещаться относительно предыдущего витка к югу или к северу, в зависимости от того, в какое полушарие в это время года смещается ядро. В результате этого в точке земной поверхности, находящейся в Северном полушарии, амплитуда напряжений будет максимальна летом и минимальна зимой. В Южном полушарии картина сезонного изменения механических напряжений должна быть обратной.

Вращение Земли и наличие смещенного ядра приведут к появлению суточного хода геофизических полей. Растяжение мантии и оболочки в момент прохождения над зоной повышенного давления расплава ослабит силы сцепления соседних плит, блоков и других структурных элементов коры. Усилятся процессы взаимного перемещения этих элементов как за счет влияния самой зоны возмущения, так и за счет всегда существующих тектонических напряжений. Активизируются процессы механоэлектрических преобразований энергии в земной коре и генерация импульсов. При приближении зоны разрядки элементы коры начнут втягиваться и сближаться, уменьшится их относительная подвижность, снизится интенсивность потока импульсов.

Косвенные данные по трассировке крупных геологических разломов и анализу электромагнитных предвестников землетрясений указывают, что зона (в том числе и глубина) приема импульсов стационарной станцией наблюдения может составлять десятки километров [Малышков и др., 2000]. Интегральные геофизические свойства таких огромных массивов практически не меняются в течение обозримого времени. Поэтому коэффициент преобразования механической энергии в электрическую будет неизменен. Тем самым природа предоставляет нам чрезвычайно стабильный естественный датчик механических напряжений. В течение суток и года такой вращающийся (относительно медленно смещающегося ядра) датчик сканирует величину напряжений, создаваемых ядром, в различных пространственно-временных частях поверхности земного шара.

Представим суточные вариации ЕИЭМПЗ в полярных координатах (рис. 10). По окружности отложены значения местного солнечного времени (в часах), а по радиусу значения интенсивности полей в данное время суток. Это, по сути дела, эпюры напряжений в некотором сечении земного шара на широте расположения станции наблюдения ($51^{\circ}41'$ с.ш.). В первом приближении (рис. 11) суточные вариации ЕИЭМПЗ можно описать кругом с минимальным радиусом R_2 . Будем считать, что «возмущающий» источник, создающий напряжения в земной коре, располагается в точке O_2 , а центр земного шара располагается в точке O_1 . Радиус R_1 показывает величину и направление смещения центра возмущения (в нашем случае внутреннего ядра Земли) относительно геометрического центра планеты. Далее надо учесть, что в течение года ядро то приближается к широте ст. Талая, то удаляется от нее в сторону Южного полушария. Об этом, в частности, свидетельствует повышение среднесуточных значений интенсивности ЕИЭМПЗ летом и их значительное уменьшение зимой (см. рис. 5). Ввести поправку на широтное изменение удаленности ядра можно, если пронормировать радиус R_2 , сделать его одинаковым для всех сезонов года. Определим таким способом положение точки O_2 для 36 декад, приведенных на рис. 2. Нанесем эти точки в полярных координатах (рис. 12). Буквами с цифрой обозначены месяц года и номер декады. Сплошными и пунктирными стрелками обозначены прямое и обратное направления движения ядра (см. рис. 12).

Анализируя рис. 12, можно сделать несколько выводов.

1. Твердое ядро Земли никогда не бывает в центре планеты. Наиболее близко оно подходит к геометрическому центру в апреле и сентябре. Подчеркнем, что на рис. 12 изображена плоская картина, вид на годовое движение ядра со стороны полюса. Вероятнее всего, что ядро движется по эллиптической либо более сложной замкнутой орбите вблизи плоскости эклиптики. Мы видим только проекцию этой орбиты на плоскость экватора, поэтому говорить об удаленности ядра от центра планеты необходимо с учетом этих оговорок.

2. Плоскость движения ядра перпендикулярна плоскости экватора и составляет 45° по отношению к направлению на Солнце (линия 0—12 ч солнечного местного времени) и к направлению годового орбитального движения Земли (линия 18—6 ч).

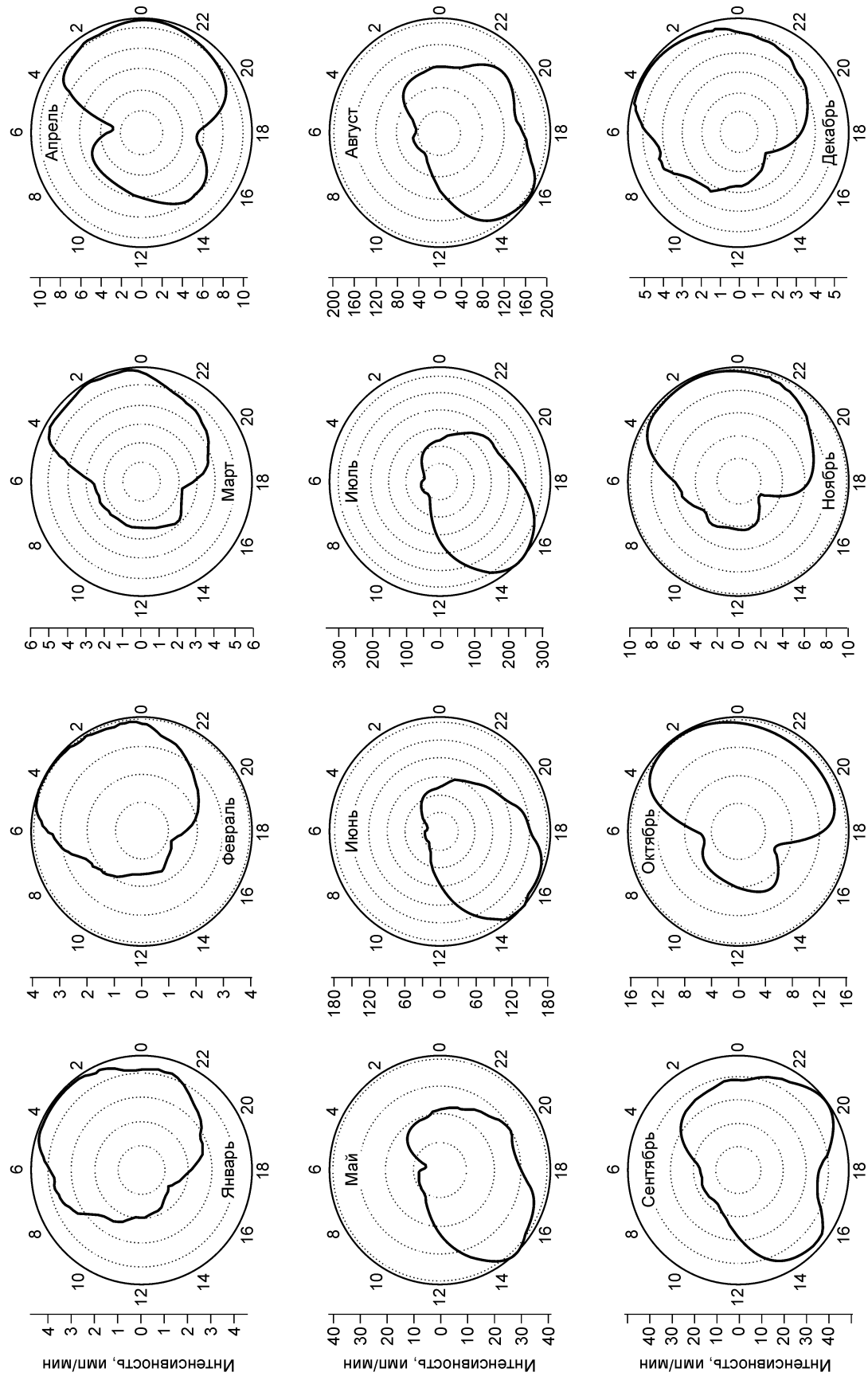


Рис. 10. Усредненные за 1997—2004 гг. и сглаженные суточные вариации ЕИЭМПЗ в полярных координатах.

Рис. 11. Определение положения центра возмущения O_2 графическим способом.

3. Трасса движения ядра несимметрична по отношению к геометрическому центру Земли. Наибольшие смещения ядра от центра наблюдаются в июле—августе и в феврале, причем смещения летом превышают февральские значения.

4. Угловая скорость вращения ядра превышает угловую скорость вращения оболочки Земли.

Последний вывод не совсем очевиден, хотя был сделан нами в апреле 2005 г. [Сенсация..., 2005], за четыре месяца до появления публикации американских ученых о том, что ядро вращается быстрее на 0.3—0.5 град./год [Zhang et al., 2005]. В качестве аргументов более быстрого вращения ядра отметим, что годовые периоды ЕИЭМПЗ и сейсмичности (см. рис. 8, з) составляют 364.09 сут, т. е. на 1.16 сут меньше годового периода обращения Земли вокруг Солнца (365.25 сут). Следовательно, угловая скорость ядра превышает угловую скорость вращения Земли на 1.1 град./год. Полученные нами превышения скорости близки к значениям, рассчитанным по временам пробега сейсмических волн. Имеющиеся в литературе расчетные значения варьируют от вышеназванных 0.3 град./год до 2.8 град./год [Авсюк и др., 2001; Zhang et al., 2005].

Следующий факт — это максимальные смещения ядра Земли в феврале и июле—августе (см. рис. 12). В эти периоды взаимодействие ядра и нижней мантии также должны быть максимальными. Значит, более быстрое угловое вращение ядра должно раскручивать оболочку Земли. Сезонные изменения угловой скорости вращения Земли, полученные [Сидоренков, 2002] путем осреднения астрономических данных за 1962—2000 гг., показывают, что именно в феврале и июле—августе угловая скорость вращения Земли достигает максимальных значений. При этом, так же как и в нашем случае, летнее возрастание более существенно, чем февральское. Логично и положение минимальных значений угловых скоростей вращения в мае и декабре, указанных в той же работе. Именно в эти месяцы, по нашим данным (см. рис. 12), ядро приближается к своим крайним положениям и начинается процесс взаимодействия ядра с нижней мантией, раскручивающий впоследствии оболочку Земли.

Во второй половине августа меняется также направление движения ядра. Оно начинает удаляться от Солнца, перемещаться в ночную часть земного шара под углом 45° к направлению орбитального движения Земли вокруг Солнца. Появляются две составляющие воздействия ядра на оболочку планеты. Одна составляющая совпадает с орбитальным движением Земли, а следовательно, увеличивает скорость движения планеты по орбите. Вторая составляющая направлена от Солнца, увеличивает радиус движения Земли относительно средних значений. В конце февраля ядро достигнет второго крайнего положения, сменит направление смещения и начнет тормозить движение Земли, уменьшая радиус орбиты. Это согласуется с общеизвестными фактами: максимальная скорость движения Земли по орбите в перигелии (3 января) и составляет 30.287 км/с, а минимальная в афелии (5 июля) — 29.291 км/с.

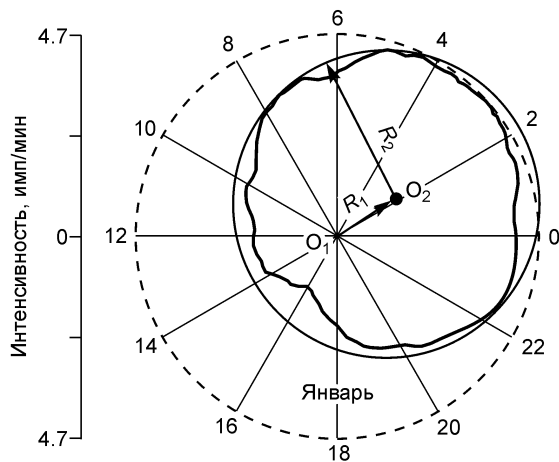
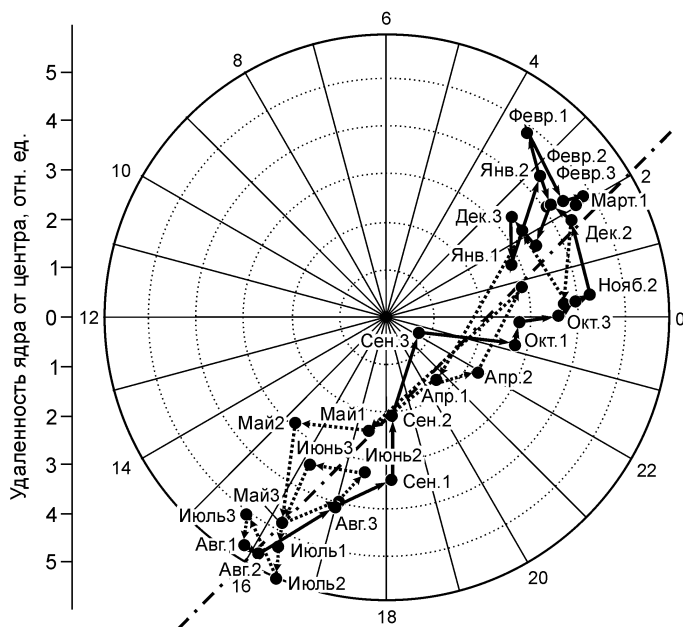


Рис. 12. Трасса движения ядра внутри Земли в течение года (вид со стороны полюса).

Пояснение см. в тексте.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Если наша интерпретация верна, то следует вывод о чрезвычайно важной роли ядра в движении Земли. Оно то ускоряет движение Земли по орбите вокруг Солнца, то тормозит. Ядро удерживает равновесные расстояния от Солнца, перемещаясь относительно геометрического центра то в сторону Солнца, то в противоположном направлении. Взаимодействуя с нижней мантией, ядро периодически раскручивает Землю, поддерживая скорость суточного вращения. Возможно именно ядро, смещаясь то в Северное, то в Южное полушарие, удерживает постоянным наклон оси вращения Земли $23^{\circ}27'$.

К сожалению, наши данные не могут дать объемную картину годового движения ядра внутри планеты. Для построения трехмерной картины необходима сеть станций, расположенных на разных широтах. Нет пока и количественной оценки величины смещения ядра. Теоретические оценки весьма противоречивы и колеблются от практически неощутимых значений до значений, составляющих несколько сотен метров [Антонов, Кондратьев, 2004].

Совершенно не очевидна гравитационная причина смещения ядра, на базе которой делаются все теоретические оценки. Во-первых, во всех полученных нами спектрах нет влияния Луны. Что это? Инерционность ядра, не реагирующего на высокочастотное воздействие Луны, или что-то принципиально другое? Во-вторых, в течение года ядро, по нашим данным, может находиться как ближе к Солнцу, чем геометрический центр планеты, так и дальше от него. Это не гравитация, или и здесь причина — инерционность ядра?

Вероятнее всего, движение ядра по своей годовой орбите носит пульсирующий характер. Ядро то начинает смещаться относительно центра планеты при достижении определенного разбаланса каких-то сил, то замедляет такое движение в вязком расплаве после «ликвидации» имевшегося разбаланса. Вывод о пульсирующем движении твердого ядра можно сделать по рис. 4, 6, где хорошо заметна модуляция суточных вариаций ЕИЭМПЗ низкочастотными процессами. Период модуляции колеблется от нескольких суток до месяца и хорошо заметен в записях временных вариаций ЕИЭМПЗ в любой месяц года. Наличие процессов с такими периодами видно и в спектрах ЕИЭМПЗ. Однако они также не совпадают с главными лунными приливами (13.65 и 27.55 сут, см. рис. 8, ж). Их связь с гравитационным воздействием Луны маловероятна.

По шкале времени (см. рис. 12) основным направлением движения ядра является линия 2—16 ч солнечного времени. Такая ориентация годового движения ядра относительно Солнца и определяет положение ночного и послеполуденного максимумов в суточных вариациях очень многих геофизических процессов, их сезонные вариации. Сложное, пульсирующее перемещение и вращение ядра внутри жидкой полости должно приводить к достаточно сложным процессам циркуляции вещества жидкого ядра Земли. Этими циркуляциями, по-видимому, объясняется существование других менее значимых максимумов и минимумов в суточных вариациях ЕИЭМПЗ и числа землетрясений.

Возникает и другой естественный вопрос — почему выявленные нами виды движения земной коры до сих пор не зарегистрированы прямыми методами?

Причин может быть несколько. Во-первых, ядро действует на оболочку Земли изнутри. Даже при очень высоких значениях перепадов давления в жидком расплаве, деформации на дневной поверхности могут быть минимальны. Во-вторых, воздействие одновременно затрагивает территории, соизмеримые с размерами ядра. Методами измерения расстояний между двумя не слишком удаленными точками такие деформации могут не обнаруживаться. В нашем же случае большой объем массива горных пород, с которого принимается естественное импульсное электромагнитное поле, обеспечивает не только высокую стабильность природного преобразователя энергии, но и его высокую чувствительность к глобальным процессам внутри Земли. Как показывают наши оценки [Malyshkov et al., 1998], чувствительность такого «датчика» к изменению относительных деформаций земной коры может достигать 10^{-11} . Это на три порядка превышает возможности современных гравитационных и деформационных методов контроля, их чувствительность (10^{-8}) на практике ограничена приливными деформациями и деформациями, связанными с изменениями атмосферного давления.

И все же можно найти достаточно много других доказательств существования выявленных нами ритмов движения земной коры. На них просто не обращают внимания. Например, высокочастотные сейсмические шумы на дне океана имеют ярко выраженную суточную и полусуточную периодичность. Максимум интенсивности шума приходится на полдень и полночь по местному времени. Эффект имеет явно выраженные сезонные изменения. В спектрах сейсмоакустической эмиссии в глубоких скважинах наиболее значима, как и в нашем случае, суточная волна. Так, корреляция между характеристиками подземного фонового звука и солнечными компонентами приливных сил составляет 0.6—0.8, тогда как лунные компоненты не обнаруживаются. Этот странный, по мнению авторов [Беляков и др., 1999, 2002], факт не находит приемлемого объяснения. Более того, в работе [Гаврилов и др., 2006] показано не только наличие идентичного суточного хода ЕИЭМПЗ и подземного фонового звука, но и исчезновение суточного хода накануне близких землетрясений. «Эффект затишья» с исчезновением суточного хода ЕИЭМПЗ

перед землетрясениями, установленный нами ранее на Северном Тянь-Шане, в Прибайкалье, Бурятии, обнаружен и на Камчатке [Дружин, 2002]. С позиций предлагаемого нами механизма этот факт находит простое объяснение [Малышков, Малышков, 2002]. Зацепление блоков земной коры на заключительных стадиях подготовки землетрясения, образование массивной консолидированной системы уменьшает способность системы реагировать на внутрисуточные колебания земной коры. Чем больше размеры такой системы, тем меньше ее реакция на подобные колебания. Поэтому длительность и степень нарушения суточного хода позволяют оценивать размеры консолидированной области и могут использоваться для оперативного прогноза параметров землетрясения [Патент..., 2004].

Предлагая литосферный механизм образования импульсного электромагнитного поля Земли, мы не исключаем наличие в структуре ЕИЭМПЗ импульсов атмосферного происхождения, способных распространяться в волноводе земля—ионосфера или через магнитосферу на огромные расстояния. Более того, вклад атмосфериков иногда преобладает. Такие ситуации всегда возникают во время близкой атмосферной грозы.

Необходимы дальнейшие комплексные исследования для количественной оценки величины смещений ядра и возникающей «волны деформаций», а также различий по величине и ориентировке суточных деформаций (волн) и годовой модуляции суточных вариаций.

Авторы благодарят сотрудников группы электромагнитного мониторинга В.Ф. Гордеева, С.Г. Шталина (ИМКЭС СО РАН) за решающий вклад в создание измерительной аппаратуры, В.И. Поливача за техническое обслуживание станции, Е.В. Малышкову и Т.А. Шарапову за статистическую обработку результатов, начальника Байкальского филиала геофизической службы СО РАН О.К. Мосальского, сотрудников филиала В.А. Ощепкова, В.Ф. Ощепкову, Н.А. Гилеву за помощь в проведении измерений ЕИЭМПЗ, предоставление сейсмологической информации, полезные комментарии при обсуждении полученных результатов. Мы благодарны также руководству и сотрудникам КНИИГиМС и (ТИ(ф)ЯГУ), предоставившим данные, использованные на рис. 6.

Исследования выполнены при поддержке РФФИ (грант 96945-р).

ЛИТЕРАТУРА

Авсюк Ю.Н., Адушкин В.В., Овчинников В.М. Комплексное исследование подвижности внутреннего ядра Земли // *Физика Земли*, 2001, № 8. с. 64—75.

Александров М.С., Бакленова З.М., Гладштейн Н.Д., Озеров В.П., Потапов А.В., Ремизов Л.Т. Флуктуация электромагнитного поля Земли в диапазоне СНЧ. М., Наука, 1972, 192 с.

Антонов В.А., Кондратьев Б.П. К вопросу о величине смещения внутреннего ядра Земли // *Физика Земли*, 2004, № 4, с. 63—66.

Башкуев Ю.Б., Хаптанов В.Б., Цыдыпов Ч.Ц., Буянова Д.Г. Естественное электромагнитное поле в Забайкалье. М., Наука, 1989, 112 с.

Беляков А.С., Лавров В.С., Николаев А.В., Худзинский Л.Л. Подземный фоновый звук и его связь с приливными деформациями // *Физика Земли*, 1999, № 12, с. 39—46.

Беляков А.С., Лавров В.С., Николаев А.В., Худзинский Л.Л. Подземный фоновый звук и его энергетическая модель как компоненты системы прогноза землетрясений // *Физика Земли*, 2002, № 8, с. 57—64.

Блиох П.В., Николаенко А.П., Филиппов Ю.Ф. Глобальные электромагнитные резонансы в полости Земля—ионосфера. Киев, Наук. думка, 1977, 200 с.

Бюллетень землетрясений в Сибири. Иркутск, ИЗК СО РАН, 1970—1975 гг.

Гаврилов В.А., Морозова Ю.В., Сторчеус А.В. Вариации уровня геоакустической эмиссии в глубокой скважине Г-1 (Камчатка) и их связь с сейсмической активностью // *Вулканология и сейсмология*, 2006, № 1, с. 52—67.

Дружин Г.И. Опыт прогноза Камчатских землетрясений на основе наблюдений за электромагнитным ОНЧ-излучением // *Вулканология и сейсмология*, 2002, № 6, с. 51—62.

Журавлев В.И., Лукк А.А., Мирзоев К.М., Сычева Н.А. Суточная периодичность слабых землетрясений Средней Азии // *Физика Земли*, 2006, № 11, с. 29—43.

Зотов О.Д. Эффект выходных дней в сейсмической активности // *Физика Земли*, 2007, № 12, с. 27—34.

Коровяков Н.И., Никитин А.Н. Закономерность эксцентрического вращения ядра и оболочки Земли в суточном и годовом периоде // *Сознание и физическая реальность*, 1998, т. 3, № 2, с. 23—30.

Ласуков В.В. Озонный, перколяционный и аэрозольный механизмы электромагнитного предвестника землетрясений // *Изв. вузов. Физика*, 2000, № 2, с. 69—75.

Липеровский В.А., Похотелов О.А., Шалимов С.А. Ионосферные предвестники землетрясений. М., Наука, 1992, 304 с.

Малышков Ю.П., Джумабаев К.Б. Прогнозирование землетрясений по параметрам естественного импульсного электромагнитного поля Земли // Вулканология и сейсмология, 1987, № 1, с. 97—103.

Малышков Ю.П., Малышков С.Ю. Суточные ритмы движения земной коры и их роль в подготовке землетрясений // Физические основы прогнозирования разрушения горных пород (Материалы I Международной школы-семинара, 9—15 сентября, 2001, г. Красноярск). Красноярск, СибГАУ, 2002, с. 316—323.

Малышков Ю.П., Малышков С.Ю., Гордеев В.Ф. Взаимосвязь импульсных электромагнитных полей Земли с движением тектонических блоков и землетрясениями. Томск, 2000, 38 с. Деп. в ВИНТИ № 1833-ВОО.

Материалы по сейсмичности Сибири. Иркутск, ИЗК СО РАН, 1976—1991 гг.

Мельхиор П. Земные приливы. М., Мир, 1968, 482 с.

Патент РФ № 2238575. Способ прогноза землетрясений / Малышков Ю.П., Джумабаев К.Б., Малышков С.Ю., Гордеев В.Ф., Шталин С.Г., Масальский О.К. 20.10.2004, Бюл. № 29.

Поиск электромагнитных предвестников землетрясений / Ред. М.Б. Гохберг. М., Наука, 1988, 243 с.

Распопов О.М., Клейменова Н.Г. Возмущения электромагнитного поля Земли. Ч. 3. ОНЧ-излучения. Л., Изд-во Ленингр. ун-та, 1977, 144 с.

Ремизов Л.Т. Естественные радиопомехи. М., Наука, 1985, 200 с.

Сидоренков Н.С. Физика нестабильностей вращения Земли. М., Наука, 2002, 384 с.

Сидорин А.Я. Полуденный эффект во временных рядах землетрясений и сейсмического шума // Докл. РАН, 2005, т. 402, № 6, с. 822—827.

Сенсация или научная ошибка // Газета «Аргументы и факты — Томск», Томск, 2005, № 16 (213), апрель 2005.

Федоров В.М. Особенности суточного распределения землетрясений в связи с вращением Земли // Вулканология и сейсмология, 2005, № 3, с. 62—65.

Финкель В.М. Физические основы торможения разрушения. М., Metallurgia, 1977, 360 с.

Финкель В.М., Головин Ю.И., Серeda В.Е., Куликов Г.П., Зуев Л.Б. Электрические эффекты при разрушении кристаллов LiF в связи с проблемой управления трещиной // Физика твердого тела, 1975, т. 17, № 3, с. 770—776.

Шталин С.Г., Малышков С.Ю., Малышков Ю.П., Гордеев В.Ф., Масальский О.К. Автоматизированная станция оперативного прогноза землетрясений (опыт четырехлетней эксплуатации) // Физические основы прогнозирования разрушения горных пород (Материалы I Международной школы-семинара, 9—15 сентября 2001 г. Красноярск). Красноярск, СибГАУ, 2002, с. 324—330.

Электромагнитные предвестники землетрясений / Ред. М.А. Садовский. М., Наука, 1982, 88 с.

Bashkuev Yu.B., Naguslaeva I.B., Malyshkov Yu.P., Buanova D.G., Hayakawa M. Electromagnetic «seismic calm» effect in the Baikal rift zone // Phys. Chem. Earth, 2006, v. 31, p. 336—340.

Malyshkov Yu.P., Dzhumabaev K.B., Omurkulov T.A., Gordeev V.F. Influence of lithospheric processes on the behavior of the Earth's electromagnetic field: implications for earthquake prediction // Volc. Seis., 1998, v. 20, p. 107—122.

Zhang J., Song X., Li Y., Richards P. G., Sun X., Waldhauser F. Inner core differential motion confirmed by earthquake waveform doublets // Science, 2005, v. 309, p. 1357—1360.

*Рекомендована к печати 16 июня 2008 г.
Н.Л. Добрецовым*

*Поступила в редакцию
1 июня 2008 г.*