

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изложенный в представленной книге материал в полном объеме освещает все традиционные разделы утвержденной Министерством образования РФ в 2000 г. программы дисциплины «Физика Земли» для специальности 011200 «Геофизика». Представляется, что книга в достаточно полном объеме акцентирует внимание также и на трудных, спорных и пока не решенных проблемах, стоящих перед «Физикой Земли».

Разделы книги с точки зрения новизны представленного в них материала проработаны с разной детальностью. Это связано с большим количеством новых данных, постоянно появляющихся в большом количестве узкопрофильной научной литературы геофизических и геологических специализаций.

Книга содержит новый раздел «Сейсмический процесс». Его новизна предопределена теми широко известными данными о миграции землетрясений, с одной стороны, и о деформационных волнах тектонической природы – с другой, которые прямо указывают на взаимосвязанность землетрясений, что прослеживается и в геофизических полях, включая ротацию планеты. Результатом такого подхода явилось создание волновой ротационной модели сейсмического процесса, в рамках которой оказалось возможным «увязать» широкий спектр геофизических данных и явлений, ранее не находивших своего объяснения. Это позволило автору сделать вывод о том, что основное предположение ротационной волновой модели – гипотеза о существовании «собственного» момента количества движения у блоков земной коры, имеет право на существование, и может быть распространена также и на тектонические плиты и другие макрообъемы Земли.

Недооценка важной роли вращения Земли при построении теорий различных геофизических и геологических процессов была отмечена давно. В частности, достаточно убедительно было показано значительное влияние вращения Земли на поле упругих напряжений в литосфере и, как следствие, на распределение связанных с ним систем планетарных разломов. Проблема, по мнению автора, заключается в том, что только вращением Земли, как целой, вокруг своей оси не удастся объяснить все особенности упругого поля литосферы планеты и, как следствие, ее формы. Для этого необходимо научиться «включать» и ротационные механизмы, связанные с другими поворачивающимися (вращающимися) объемами вещества, расположенными как внутри Земли, так и за ее пределами. Например, повороты блоков земной коры, как показано в IV разделе, приводят к появлению вокруг них далекодействующих полей упругих напряжений. Такие же, по сути, «моментные» поля напряжений должны генерироваться в «твердой» оболочке Земли вследствие вихревых движений на Солнце и в солнечной системе (раздел I, с. 36). Очевидно, что такие «моментные» и далекодействующие поля напряжений в определенной (возможно, в значительной) степени должны определять и форму поверхности Земли.

Геофизические результаты, полученные с учетом поворотных движений, нашли свое отражение в соответствующих разделах книги. Можно видеть, что учет таких движений часто приводит и к новым результатам и к появлению новых представлений о геофизических и геологических явлениях. Например: новая теория колебаний Чандлера и новые данные о полярном сжатии Земли и вытекающие из них следствия (раздел II), теория сейсмического процесса (раздел IV), новая модель геостазии (раздел V) и «проблема №1» в физике Земли (раздел VII). Отметим, что такого рода новые моменты, отмеченные в книге, не претендуют на полноту.

Первый раздел книги, кроме своей очевидной «вводной» направленности, имеет и другую нагрузку. А именно, приведенный в этой части книги обзор, показывает и большую распространенность вращательных движений в Природе, и их определяющее влияние как на все геофизические и геологические процессы, так и на появление жизни на Земле. Отметим, что близкая «по духу» идеология о «всеобъемлющем влиянии Солнца на все, что происходит на нашей матушке – Земле» заложена и в основы нового научного направления «Современная геодинамика и гелиогеодинамика» (раздел I, с. 35-36).

В заключение кратко перечислим вытекающие из изложенного к книге материала те новые геофизические направления, которые уже на данном этапе открываются перед исследователями в случае учета эффектов поворота макрообъемов, слагающих вращающуюся планету.

1. *Квантовая сеймотектоника.* Идея о «корпускулярных» или «квантовых» свойствах сеймотектонического процесса обсуждается достаточно давно. Она насчитывает, как минимум, полувековую историю. Появление квантовой гипотезы вполне очевидно: на фоне в геологическом смысле непрерывного тектонического процесса имеет место выделение энергии в виде кратковременных сейсмических импульсов (землетрясений) – «квантов». В последние годы разрабатываются также концепции *квантовой тектоники, нелинейной сеймики и релятивистской геодинамики.*

Фундамент под квантовую геофизику был подведен работами многих исследователей, начиная с работ W.M. Elsasser и J.C. Savage. Особенно следует отметить работы А.В. Николаева, В.Н. Николаевского и М.В. Курлени с сотрудниками, в которых, фактически, были заложены физические основы новых направлений: «нелинейная сеймика», «механика уединенных тектонических волн» и «нелинейная геомеханика».

2. *Термодинамика землетрясений.* Одномерное уравнение СГ, как известно, относится к классу интегрируемых уравнений, для которых в явном виде существует и функция Лагранжа и интегралы (законы) сохранения. Из теоремы вириала $E_{int} = 2E_{кин}$ следует, что энергия взаимосвязи всей цепочки блоков (E_{int}) равна удвоенной кинетической энергии $E_{кин}$ системы. Определенная таким образом сейсмическая энергия $E = 3/256\pi\rho\Omega^2 R_0^5 \neq f(G)$ оказывается не зависящей от упругого модуля сдвига среды G . Физически это означает, что ротационный механизм позволяет закачивать в твердую среду такое количество упругой энергии, которое может превысить ее прочность на сдвиг.

Возможность «модельного» определения величины упругой энергии землетрясения и ее «квантового» представления позволяют в рамках ротационной волновой модели наметить пути построения физической статистики землетрясений. В основу таких построений должна быть положена определяющая роль ротационных эффектов во вращающихся твердых телах, имеющих блоковое строение.

3. *Тектоника.* Проблема вращательных движений в тектонике не нова. В свете ротационного подхода плиты, как и поворачивающиеся «элементарные» сейсмофокальные блоки, вследствие вращения Земли должны быть окружены полями упругих напряжений, имеющих соответствующим образом ориентированные моменты сил. С физической точки зрения постановка ротационной задачи в такой плоскости вполне закономерна. Таким образом, ротационный подход, в принципе, может быть применен и к тектоническим задачам, связанным с расчетом полей упругих напряжений вокруг движущихся (поворачивающихся) плит. В рамках такой ротационной тектонической задачи уровень напряженного состояния «твердой» Земли, очевидно, будет определяться упругими полями, возникающими вследствие взаимодействия поворачивающихся плит и блоков земной коры между собой. Величина упругой энергии, соответствующая такому ротационному взаимодействию, как отмечалось выше, может быть весьма значительной и превышать энергетическую прочность среды на сдвиг.

4. *Прогноз напряженного состояния геофизической среды.* Возможность количественного описания форшоковой и афтершоковой стадий сейсмического цикла, в принципе, позволяет построить такую теорию прогноза землетрясений, включающую указание и времен толчков, и мест расположения их очагов, которая, по сути, является в большей степени детерминированной, чем статистической. Как видим, ротационная волновая модель сейсмического процесса, объясняющая эффекты дальнего действия между очагами землетрясений, открывает новые пути решения проблемы прогноза землетрясений. Для ее решения необходимо, во-первых, «центр тяжести» исследований физики процесса перенести с очага отдельно взятого землетрясения на совокупность очагов. Во-вторых, от единичных измерений перейти к мониторингу

сейсмотектонического процесса с помощью сети, способной регистрировать колебания крутильной поляризации. При выполнении этих условий мы сможем достаточно эффективно приступить к исследованию процессов взаимодействия сейсмофокальных блоков (очагов землетрясений) и тектонических плит друг с другом и, как следствие, к построению детерминированного прогноза землетрясений.

В рамках ротационной волновой модели становится понятной природа взаимосвязи сейсмичности с циклами солнечной активности. Действительно, подавляющей частью орбитального углового момента всей солнечной системы обладает Юпитер, период обращения которого вокруг Солнца близок к 11 годам. Поэтому, возможно, природа 11-летнего цикла и сейсмичности Земли и солнечной активности (моментных по своей сущности) связана со сложной динамикой всей солнечной системы, в основном, с динамикой обращения Юпитера.

Представляется, что с решением этой же задачи тесно связаны как проблема распределения момента количества движения в пределах солнечной системы, так и проблемы происхождения и эволюции звездных и планетарных систем вообще.

5. *Геомеханика.* Анализ естественных напряжений, выполненный по результатам измерений в рудниках на территории северной Евразии, показал, что весь массив коры, обладая определенной структурой, в каждый момент самоорганизуется, уходит от ситуаций с накоплением энергии за счет перестройки структуры и, только исчерпав эти возможности, резко перестраивается и организует новую структуру, в «одежде» которой ему будет «легче жить». Описание такой перестройки осуществляется, в том числе, и с помощью маятниковых волн, являющихся, по сути, тектоническими солитонами.

Описание напряженного состояния среды в районах рудников и сейсмических регионов имеет много общих черт, физика и математическое описание которых, по сути, едины. Объединение в рамках ротационной волновой модели различных способов описания геофизического процесса позволит ускорить построение детерминированного прогноза напряженного состояния и для геологической среды.

6. *Мониторинг сильных взрывов* (в том числе вулканических) в отличие от мониторинга тектонических землетрясений, согласно ротационной волновой модели, принципиально отличается тем, что из очага взрыва (вулкана) не должны излучаться волны крутильной поляризации. Поэтому для мониторинга ядерных взрывов (возможно, и для мониторинга сильных вулканических землетрясений), а также калибровки и среды и сейсмических станций, проблема регистрации крутильных колебаний является принципиально важной.

7. *Моментная теория упругости* в отличие от классической теории упругости является чисто математической, поскольку соответствующие исходным уравнениям движения скорости в природе не существуют (по крайней мере, в течение почти уже столетнего существования моментной теории такие скорости так и не были установлены). По-видимому, это может быть следствием, в основном, одной причины – пространство по отношению к таким напряжениям не является изотропным, вследствие чего соответствующие компоненты (проекции) момента количества движения не сохраняются.

И, тем не менее, в рамках классической теории упругости (симметричного тензора напряжений) удалось построить описанную в книге ротационную модель, использующую представления о напряжениях с моментом сил. Для объяснения физического смысла основного предположения модели – поворота блоков земной коры за счет внутренних источников, по-видимому, следует искать новые, отличные от принятых в механике, подходы, объясняющие взаимосвязь свойств пространства-времени и законов сохранения.

8. *Ротационная физика Земли.* Перечисленные выше проблемы уже, фактически, обозначены и, тем самым, намечены пути их возможного решения. В настоящей работе намечены пути подхода к решению и более общей проблемы, по сути, объединяющей все выше перечисленные задачи в одну – проблему ротационнообусловленных волновых движений.

Волны Эльзассера, Николаевского, Курлени-Опарина, ротационнообусловленные и др., по сути, представляют собой уединенные волны (солитоны), возможной «средой обитания» которых являются только иерархичные (блоковые) структуры с сильно нелинейными свойствами. В рамках «непрерывных» сред, описываемых линейными или нелинейными волновыми уравнениями, просто невозможно получить численные значения соответствующих тектоническим движениям скоростей.

В рамках ротационной гипотезы, описанной в разделе IV настоящей книги, тектонические движения достаточно просто обобщаются и на геологические отрезки времени. Это достигается путем включения в рассмотрение в соотношении (4.39) других характерных частот, соответствующих вращению Земли в солнечной системе (недели – десятки, сотни и, возможно, тысячи лет ...), в Галактике (галактический год и связанные с ним характерные периоды) и, возможно, в Метагалактике и всей Вселенной, в целом. Земля на таких масштабах рассмотрения, по сути, является «точкой». Поэтому этапы изучения структуры ее геотектонического поля в рамках ротационной гипотезы, по видимому, чем-то будут напоминать известные из истории науки пути познания строения материи, которые развивались в двух на первый взгляд «противоположных» направлениях, постепенно сливаясь. С одной стороны, изучались и продолжают изучаться различные части Земли, планета в целом, Солнечная система, Галактика, Вселенная и то, что было до Большого взрыва. С другой – ограниченный объем вещества, молекулы, атомы, элементарные частицы, их структура и излучение, которое, по видимому, только и существовало до Большого взрыва.

Все перечисленные новые направления, по сути, являются новым направлением в геофизике, которое можно назвать *вихревая геодинамика литосферы*.

Такая значимая для Земли (как, впрочем, и для других планет и их спутников в солнечной системе) роль вращательных движений позволяет предположить, что учет всего спектра вращательных эффектов может быть положен в основу *новой ротационной физики Земли*. В рамках такой физики естественной становится и волновая природа геофизических, тектонических и геологических процессов, протекающих на Земле и других планетах солнечной системы в течение всей ее жизни.

В рамках новой ротационной физики Земли, очевидно, необходимо будет переписать II, III, как следствие, VI и VII разделы. Из самых общих соображений можно предположить, что при этом изменения необходимо будет внести и в V, VIII и X разделы.

Представляется, что построение ротационной физики Земли, охватывающей все ее основные ныне существующие разделы, а также и, возможно, новые, дело не такого уж и далекого будущего.