

А. В. Викулин

МИР вихревых
движений

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	5
ВВЕДЕНИЕ	7
ГЛАВА 1. Хроника развития представлений о ротационных, вихревых и других движениях, включая социальные	8
Введение	8
Древний период	9
Эллада, древние Китай и Индия	12
Средние века	23
Эпоха Возрождения	25
Разделение натурфилософии на естественные науки	30
Революция в естествознании	41
Современный период	53
ГЛАВА 2. Вихри, Вселенная и жизнь	62
Немного истории	62
Пространство, время, материя, тяготение	66
Вселенная как результат Большого взрыва	68
Вихревые движения	70
Физический мир	71
Живой мир	77
Эволюция живых организмов	82
Социум	85
Жизнь как квантовое геодинамическое состояние	90
Земные вихри и проблема жизни	93
Квантовая вихревая гипотеза происхождения жизни	98
Литература	102
ГЛАВА 3. Вихревая геодинамика	113
Сейсмические бреши	114

Сейсмический цикл Федотова	115
Волны сейсмической активности. Тектонические волны	117
Клавишная модель	124
Взаимодействие землетрясений	129
Движение блоков и плит геофизической среды	135
Ротационная волновая модель сейсмического процесса	141
Момент блока и вращение Земли	149
Колебания Чандлера	150
Волновой характер вулканического процесса	154
Тектоника	156
Геология и механика	159
Литература	168
ГЛАВА 4. Вехи-катастрофы	174
Планетарные геофизические «мгновения»	174
Сейсмические вехи	194
Земля как планета	194
Япония	196
Сейсмические «достопримечательности» и прогноз (Япония)	197
Россия	199
Камчатка	202
Сейсмические «достопримечательности» и прогноз (Камчатка – Курильские острова)	207
Прогноз возможен, но...	209
Лиссабонское землетрясение	210
Крутильные сейсмические колебания и их регистрация	222
Литература	224
20 ВЕКОВ ИСТОРИИ РАЗВИТИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСТВА	228
Литература	230

ПРЕДИСЛОВИЕ

Данная монография продолжает идеологию научных работ (Викулин, 2003, 2004а; Викулин, Мелекесцев, 2007; Вихри ..., 2004; Ротационные ..., 2007) и представляет собой специализированный обзор наблюдаемых в природе вихревых движений, сделанный на основе анализа большого количества работ исследователей различных специальностей и сопровождающийся комментариями автора. В монографии предпринимается попытка непротиворечивым образом увязать биологическую проблему зарождения жизни на Земле с фундаментальными представлениями физики о пространстве – времени и с протекающими на планете геологическими и геофизическими процессами.

В первой части книги в хронологическом порядке отмечаются основные достижения человеческой цивилизации в области механических, физических, химических, геологических, социальных и других движений материи. Во второй части предпринимается попытка анализа одной из самых важных и в то же время слабоизученных проблем – проблемы происхождения жизни и ее последующего развития, включая и социум. В третьей части книги на примере геодинамики – одного из разделов науки о Земле – показана важность вихревых движений, происходящих на нашей планете. В последней – четвертой части на различных масштабных уровнях проводится обзор крупных природных катастроф, связанных с такими геодинамическими явлениями, как землетрясения и извержения вулканов.

При написании настоящей книги широко использовались различные литературные источники, в том числе учебные пособия (Исаков, 2004а, 2004б, 2005; Исаков, Исаков, 2007; Копылова, 2002; Слезин, 2001), монография А. Исакова с примечательным названием «Пионеры цивилизации», которая посвящена историческим аспектам становления и развития науки, техники и технологий (Исаков, 2004).

Следует, конечно, отметить и ставшие уже классическими книги по истории физики, химии, механики, техники и естествознания (Джуа, 1966; История, 1971; Кудрявцев, 1956; Спасский, 1977), которые являются практически недоступными для камчатских читателей. Большое количество материала содержится в обстоятельных обзорах (Викулин, 2007; Викулин, Мелекесцев, 2007; Дорфман, 2007а; Иоффе, 1977; Кузнецов, 1963; Лункевич, 1960а, б), библиографических справочниках (Артемов, 2003; Боголюбов,

1983; Храмов, 1983) и т. д.

Представленная вниманию читателей монография может служить хорошим дополнением к перечисленным выше источникам.

Автор книги не претендует на полноту проведенного обзора и его анализа. Он ставил перед собой вполне конкретную цель – показать развитие представлений о движениях материи, в том числе вихревых, их истоках, сущности и способах применения в теории и на практике, в первую очередь в науках о Земле.

Автор выражает признательность Тверитиновой Татьяне Юрьевне (геологический факультет МГУ) за предоставленную фотографию вихревой структуры, сложенной верхнеплейстоценовыми дацитами на южном склоне вулкана Эльбрус в долине реки Большой Азау, которая помещена на обложке книги.

ВВЕДЕНИЕ

Homo sapiens (человек разумный) полностью «обосновался» в Европе около 40 тыс. лет тому назад. Наша цивилизация и все ее ценности, таким образом, созданы в течение жизни примерно тысячи поколений наших предков.

Жизнь меняется на глазах. Уже в наше время появились компьютеры и мобильные телефоны, без которых не мыслит свою жизнь нынешнее поколение, а полет в космос «по путевкам профсоюза», как говорил С.П. Королев, – дело не такого уж далекого будущего. Но в этом стремительном потоке жизни цивилизации происходят явления, которые лишь на «мгновение» вторгаются в нашу действительность, будоражат ее своей непредсказуемостью и жестокими последствиями, чтобы опять на многие и многие годы, а то и столетия уйти в кажущееся небытие. К числу таких явлений относятся катастрофические землетрясения, извержения вулканов и другие катаклизмы, природа которых во многом остается загадочной.

Достаточно вспомнить две катастрофы, происшедшие на нашей планете с интервалом в четверть тысячелетия. Лиссабонское землетрясение, случившееся в День всех святых 1 ноября 1755 г. в 10 часов утра, не только разрушило самую богатую столицу Европы того времени, но также, по свидетельству очевидцев, являясь самым сенсационным событием XVIII в., привело в сильное возбуждение *всю Европу*, включая величайшие умы. 26 декабря 2004 г. *весь мир* сначала восхищался возможностями современной науки и техники, наблюдая дома по компьютеру распространение волны цунами в Индийском океане, а затем был шокирован теми разрушениями и человеческими жертвами, которые эта волна вызвала. Между этими катастрофами прошло 250 лет, сменилось 5–6 поколений. Но отношение людей к такого рода грозным явлениям природы совершенно не изменилось: те же всеобщие страх и паника, основанные, с одной стороны, на незнании природы явления, а с другой – на неспособности правительств государств принять соответствующие меры безопасности.

Вспомним китайские катастрофические землетрясения в Шэнси (1556 г.) и в Хайченге (1976 г.), происшедшие с интервалом чуть более 400 лет, при каждом из которых погибло и пострадало около одного миллиона человек. Если катастрофу 1556 г. можно пытаться списать на неразвитость науки в средние века, то как можно объяснить невиданные по масштабу нанесенного ущерба и количеству человеческих жертв катастрофы второй половины XX – начала XXI вв., происшедшие во времена ядерной эры, компьютеров, нанотехнологий и освоения космоса?

В природных катастрофах, как, впрочем, и в других явлениях, есть что-то постоянно ускользающее из поля зрения ученых и исследователей, даже что-то мистическое. Как тут не вспомнить о тех магах и халдеях умирающей египетской цивилизации, которые, обучая в V в. до н. э. Демокрита и других представителей новой греческой цивилизации, внушили им мысль о вихревых атомах, ставших основой современной теории строения вещества, или тех небесных ангелов, которые уже в середине XVIII в. во сне рассказали шведскому писателю-мистiku Э. Сведенборгу о вихревом движении вещества космической туманности! Одним из немногих, купивших книгу Э. Сведенборга, был никому не известный в то время И. Кант, который основу сюжета этого сна сформулировал в виде научной гипотезы, продолжающей интересоваться исследователей и в наши дни.

Где кончается мистика магов и ангелов и начинается объясняемая учеными реальность? Что такое наука и научный метод познания? Какое место в нашей жизни занимают вихревые движения? Думается, что каждый, кто прочитает эту книгу, получит исчерпывающие представления о затрагиваемых в ней проблемах и сможет попытаться сформулировать ответы на эти вечные вопросы.

ГЛАВА 1

ХРОНИКА РАЗВИТИЯ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ О РОТАЦИОННЫХ, ВИХРЕВЫХ И ДРУГИХ ДВИЖЕНИЯХ, ВКЛЮЧАЯ СОЦИАЛЬНЫЕ

Введение

Приблизительно 15 млрд лет – возраст Вселенной.

Приблизительно 10 млрд лет – возраст Солнца.

4,6 млрд лет назад – образование Земли.

4,6 – 3,6 млрд лет назад. Жизнь на Земле возникла менее чем за первый миллиард лет существования планеты (Викулин, Мелекесцев, 2007; Хаин, 1987). Биохимический аспект деятельности уже простейшей клетки – бактерии, способной самопроизвольно делиться, обеспечивается обменом веществ. Механический аспект такой деятельности является результатом движений, происходящих в ДНК и белках. Первые живые существа – бактерии образовались в отсутствие свободного кислорода. Клетка получала энергию, которая выделялась в результате процесса брожения – расщепления органических молекул. Позднее клетки «открыли» наиболее эффективный способ получения энергии – это сгорание органических молекул в присутствии кислорода, или дыхание.

1 млрд лет назад. На планете возникли одноклеточные водоросли.

500 млн лет назад. На Земле появились многоклеточные организмы.

400 млн лет назад, палеозойская эра. Появились наземные растения и позвоночные.

200 млн лет назад, мезозойская эра. На Земле появились млекопитающие (Викулин, Мелекесцев, 2007, с. 65–66).

6–5 млн лет назад. Этим временем датируются останки древних австралопитеков. Но эти единичные находки пока не дают оснований поместить их в начало эволюционной ветви человека (Быков, 2005а).

4,2–3,8 млн лет назад. Наиболее древние останки гоминид – *Australopithecus Anamensis*, обнаружены в 1994 г. у озера Туркана на севере Кении в Африке.

3,7–2,9 млн лет назад. Этой датой определяется возраст частей скелета *Australopithecus Afarensis*, найденного в 1950 г. Но лишь в 1970 г. после обнаружения почти полного скелета (названного «Люси») этот род был описан как отдельный вид.

3–2 млн лет назад. В 1924 г. в Южной Африке были найдены останки детеныша обезьяночеловека – ребенка Таунга (*Australopithecus Africanus*).

2,4–1,1 млн лет назад. В 1959 г. в Восточной Африке экспедицией Мив Лики впервые обнаружены останки околочеловека (*Paranthropus Boisei*).

2,5–1,8 млн лет назад. В 1972 г. экспедицией Ричарда Лики у озера Туркана (старое название озера – Рудольф) в Кении найдены останки первого человека с озера Рудольф (*Homo Rudolfensis*).

2,1–1,5 млн лет назад. В 1960 г. Джонатаном Лики в Танзании (Восточная Африка) были найдены останки человека умелого (*Homo Habilis*).

1,2 млн–40 тыс. лет назад – появился человек прямоходящий (*Homo Erectus*). Первая находка такого вида была обнаружена в 1891 г. на острове Ява и была названа питекантропом.

600 тыс. лет назад. Люди приручили огонь, т. е. овладели навыками его добычи, сохранения и перемещения. Самое древнее свидетельство о приручении огня найдено в Чжоу-Коу-Тяне, но, возможно, люди овладели огнем и много раньше и в разных местах (Эллиаде, 2001, с. 10).

250–29 тыс. лет назад. Впервые останки человека разумного (*Homo Sapiens Neanderthalensis*) были найдены в долине Неандерталь близ Дюссельдорфа в 1856 г.

200 тыс. лет назад. Первые неандертальцы появились в Европе.

Уже использовались каменные орудия труда (Исаков, Исаков, 2007, с. 262). Главное, что породило бесчисленные верования, мифы и легенды, – это овладение пространством с помощью метательного орудия (Эллиаде, 2001, с. 12).

120 тыс. лет назад. Впервые останки человека с анатомическим строением, полностью аналогичным нашему (*Homo sapiens sapiens*), были обнаружены в Южной Африке.

40 тыс. лет назад. Современный человек появился в Европе. В 1991 г. в леднике долины Этц в Южном Тироле найдено хорошо сохранившееся тело человека, пролежавшее в толще льда 5000 лет. Судя по всему, человек из Тироля погиб насильственной смертью: в его груди имеется входное отверстие, возможно след стрелы. Всего известно несколько десятков гоминид, из которых выжил только один – *Homo Sapiens Sapiens* (Быков, 2005а).

Древний период

20 тыс. лет назад. Эпоха неолита. Для поимки зверей человеком изобретены ловушки, использующие потенциальную энергию упругих элементов (ветви, деревья). Дальнейшее усовершенствование автоматических охотничьих устройств происходило по пути увеличения накапливаемой энергии и уменьшения их размеров и веса, для чего использовались *скрученные* сухожилия животных, лианы, лыко и др. Создавались и «крупнокалиберные» *крутильные* ловушки, предназначенные для добычи крупных хищников (Исаков, 2004; с. 22–28; Липс, 1999).

С очень большой долей вероятности можно считать, что, используя ловушки, человек заметил принцип *накопления* потенциальной энергии и ее преобразования в кинетическую энергию для создания разнообразных метательных орудий. В неолите человек, не владея, разумеется, математической формой этого фундаментального закона, по сути, реализовал его на практике.

Появление луков и арбалетов, с одной стороны, упростило процесс охоты на животных, перейдя на неконтактную основу, а с другой – породило агрессию невиданных масштабов, продолжающуюся до настоящего времени. Такова уж природа человека от начала своей истории и до сегодняшних дней (Исаков, 2004, с. 27).

8–6 тыс. лет до н. э. Ранний неолит. Появился коловорот, с помощью которого человек научился делать отверстия в кости и камне. *Механический момент* обеспечивался оригинальной формой деревянного стержня с приспособлением для прижима рабочего микролита (резца) из кремня, который имел форму треугольников, полумесяцев, трапеций. *На смену вращательному движению* достаточно быстро пришло поступательно-вращательное движение с маховиком для «накопления» кинетической энергии вращательного движения и элементами автоматизации процесса. В результате был изобретен способ добывания огня путем трения вращения (Исаков, 2004, с. 23–24). Именно с появлением искусственных («крутильных») источников огня многие исследователи связывают начало истории человечества (Техника ..., 1979).

7800 или ок. 6850/6770 лет до н. э. «Первый город мира», укрепления, массивная башня, крупные общественные постройки, из которых по меньшей мере одна, похоже, была возведена для совершения ритуалов, свидетельствуют об уровне социальной интеграции и экономической организации, преобразующем будущие города-государства Месопотамии (Эллиаде, 2001, с. 46).

К середине 6 тысячелетия до н. э. множатся поселения, защищенные рвами и стенами и способные вместить до 1000 жителей. Количество алтарей и святилищ, а также разнообразных культовых предметов свидетельствует о хорошо организованной религии. На энеолитической стоянке в Кэсчюареле, в 60 км к югу от Бухареста, при раскопках был обнаружен храм, стены которого расписаны великолепными спиралями красного и зеленого цвета на бело-желтоватом фоне (Эллиаде, 2001, с. 51).

6–5 тыс. лет до н. э. К этому времени относятся самые ранние археологические свидетельства наличия культуры в Китае. В Баньпо (провинция Шэньси) обнаружили самое древнее поселение, относящееся к культуре Яншао; радиоуглеродным методом его датировали приблизительно 4115 или 4365 гг. до н. э. Поселение существовало на протяжении 600 лет в 5-м тысячелетии до н. э. (Эллиаде, 2002, с. 7).

5 тыс. лет до н. э. В Месопотамии появился гномон – солнечные часы, которые считаются первым астрономическим инструментом (Флота, Новы, 1987). Практически одновременно с солнечными были изобретены водяные часы, представляющие собой прозрачные сосуды с нанесенными на них временными метками. Интересно отметить, что при цилиндрической форме сосуда метки были нанесены не равномерно, а с учетом формул, полученных несколько тысячелетий спустя: изменение скорости вытекания жидкости по формуле Д. Бернулли (1700–1782) связано с гидростатическим давлением, определяемым высотой столба жидкости по формуле Б. Паскаля (1623–1662) (Исаков, 2004, с. 84).

4 тыс. лет до н. э. Первые запечатленные наблюдения за движением Солнца на фоне звездного неба (Павленко, 2005, с. 115).

На Древнем Востоке изобретено колесо в виде деревянного диска (Советский ..., 1985, с. 600; Исаков, Исаков, 2007, с. 262).

3,5 тыс. лет до н. э. Изобретение гончарного круга, что фактически означало практическое овладение свойством трения качения (Боголюбов, 1983, с. 555).

3–1 тыс. лет назад. Достаточно условно можно принять, что первые признаки цивилизованной жизни начались одновременно в нескольких местах: в Месопотамии по берегам рек Тигр и Евфрат, в Египте на берегу Нила, в Индии на реке Ганг и в Китае на реках Хуанхэ и Янцзы. Этапы развития этих цивилизаций во многом были сходны, несмотря на то что Ближний и Дальний Восток разделены многими тысячами километров морских и сухопутных путей (Исаков, 2004, с. 16).

Шумеро-вавилонская, древнеегипетская, древнекитайская и древнеиндийская культуры

Вавилоняне разработали точные методы измерения времени. В частности, они сконструировали водяные и солнечные часы (гномон). Солнечные часы позволяли определять время по направлению тени, а не по ее длине, что значительно точнее, так как чувствительность остается постоянной. Углы вавилоняне умели определять с точностью до нескольких минут. Характерно, что единица времени «суссу», равная 1/6 суток, была определена ими с помощью водяных часов, причем измерялся не объем, а вес вытекшей за данное время воды. Единицей веса служила 1 мина, равная весу воды, вытекшей за 1 суссу.

Древнеегипетские астрономические таблицы по своей точности не идут ни в какое сравнение с вавилонскими. Надо, однако, отметить, что и цель астрономических наблюдений и расчетов была здесь существенно иной. У вавилонян астрономические данные служили основой для астрологических предсказаний и, следовательно, для принятия и проведения государственно важных решений. Между тем в Древнем Египте астрономия применялась почти исключительно для службы времени и регулирования строгого расписания ритуальных обрядов. Таким образом, Египет практически не нуждался в столь точной системе астрономических данных, какая была необходима Вавилону и Ассирии.

Вера в магию владела умами древних египтян с самого раннего и до позднего периода их истории. В этой связи «эмпирическая физика», слитая с магическими предсказаниями, не получила дальнейшего развития. Но эти же обстоятельства предопределили формирование «вихревой атомарной» гипотезы у Демокрита, обучавшегося у потомков древних египтян.

Памятники культурных ремесел, искусства и архитектуры, относящиеся ко II тысячелетию до н. э., свидетельствуют о том, что Китай той эпохи по уровню развития «эмпирической физики» мало чем отличался от Шумеро-Вавилона, Ассирии или Египта. Пока до нас не дошли какие-либо доказательства существования в Китае того времени физических учений (Дорфман, 2007а, с. 17–21).

Получают свое развитие физические воззрения в Древней Индии (Дорфман, 2007а, с. 29–34).

3 тыс. лет до н. э. Шумерские астрономы определили начало нового года – день весеннего равноденствия – по вступлению Солнца в созвездие Тельца (Павленко, 2005, с. 115). Шумер – древняя страна в Южном Двуречье, ныне юг современного Ирака (Советский ..., 1985, с. 1520). Изобретение письменности в Шумере (Исаков, Исаков, 2007, с. 262; Эллиаде, 2001, с. 57).

Из древнекитайских летописей узнаем, что они содержали в том числе и астрономические сведения: начиная с 2296 г. до н. э. китайские ученые наблюдают и описывают кометы (Флота, Новы, 1987). В 2137 г. до н. э. астрономы Поднебесной научились вычислять периоды затмения Солнца и Луны. Именно из этих наблюдений стало известно появление в 1301, 1145, 1066, 989 гг. до н. э. кометы, которая много позже была названа именем Галлея. Китайским астрономам впервые удалось описать вспышку сверхновой звезды в созвездии Тельца в 1054 г. (Исаков, 2004, с. 196–197).

2778 – 2723 гг. до н. э. Начало строительства в Древнем египетском царстве пирамид – уникальных каменных сооружений, которым нет аналогов во всей истории цивилизации. Многие технические характеристики, например, самой большой из них – пирамиды Хеопса, в четыре раза превышающей по массе весь комплекс высотных зданий Московского университета, до настоящего времени так и остаются непонятными. Согласно одной из гипотез египетские жрецы моделировали расположением пирамид элементы неба на Земле (Исаков, 2004, с. 157–177).

Египтяне в своей философии, предшествовавшей ионийской (древнегреческой) и италийской философиям, рассуждали о богах и справедливости. Они утверждали, что началом всего является вещество: из него выделяются четыре стихии и в завершение являются всевозможные живые существа. Богами они считали солнце и луну – первое под именем Осириса, вторую под именем Исиды, а прообразами их служили жук, змей, коршун и другие животные. Они считали, что мир шарообразен, что он рожден и смертен; что звезды состоят из огня и что огонь этот, умеряясь, дает жизнь всему на земле; что затмения луны бывают оттого, что она попадает в тень земли; что душа переживает свое тело и переселяется в другие тела (Диоген, 1979, с. 65–66).

2500 г. до н. э. С определенностью можно сказать, что к этому времени индийская культура была вполне развитой (Эллиаде, 2001, с. 119).

2375 г. до н. э. Большая часть шумерских городов-храмов были объединены Лугальзагеси, правителем Уммы. Это было первое известное нам проявление имперской идеи (Эллиаде, 2001, с. 67).

2 тыс. лет до н. э. В Ассирии появилось колесо со спицами и гнутым ободом (Советский ..., 1985, с. 600). Такое изобретение значительно уменьшило момент инерции колеса и тем самым существенно повысило быстроходные качества повозок, в частности колесниц, использовавшихся для военных действий в армии. Все это и предопределило «спецификацию» Ассирийского государства на ближайшие столетия – его «милитаризацию», т. е. проведение активных военных действий.

2–1,5 тыс. лет до н. э. Все техники гадания имели целью обнаружение «знаков», дешифровка которых производилась по некоторым традиционным правилам. Таким образом, *мир открывался уже структурированным и управляемым законами*. Расшифровав знаки, человек достигал знания будущего, или, иначе говоря, *овладевал временем*, поскольку он предвидел события, которые должны были произойти. Похоже, что приблизительно к 1500 г. до н. э. творческая эпоха месопотамской мысли завершилась. В течение последующих десяти веков интеллектуальная деятельность сводилась, по всей видимости, к упражнению в эрудиции и компиляции (Эллиаде, 2001, с. 81).

1700 – 1400 гг. до н. э. В этот период в Месопотамии существовали рецепты по изготовлению стекла и синтетического лазурита, медицинские рецепты, было налажено производство золотых и серебряных изделий (Эллиаде, 2002, с. 442).

1500 г. до н. э. В Эгейском море – центре тогдашнего мира – произошел взрыв вулкана Санторин, сопровождавшийся многочисленными сильнейшими землетрясениями и цунами. Общий объем выброшенных при извержении продуктов составил около 30 км³. Слой пепла толщиной 10 см покрыл площадь около 0,3 млн км². Погибло около 10 млн человек. С этим извержением связывают гибель Минойской цивилизации.

IX в. до н. э. Согласно Гомеру (ок. 900–800 гг. до н. э.) Земля представляла собой выпуклое блюдо, окруженное течением Океана (Буллен, 1978, с. 11).

VIII в. до н. э. Вавилонские жрецы проводили систематические наблюдения неба, что привело к внедрению первой правильной системы летоисчисления. Астрономические данные, накопленные в Вавилонии, из-за их «величайшей» точности использовались в Европе до начала XVII в. – вплоть до появления гелиоцентрической системы (Исаков, 2004, с. 105–106).

VIII–III вв. до н. э. Несмотря на непрекращающиеся войны и связанное с ними чувство потери собственной безопасности продолжалось развитие традиционной китайской цивилизации, а философская мысль достигла своей вершины (Эллиаде, 2002, с. 13).

Эллада, древние Китай и Индия

VII–VI вв. до н. э. Возникшая в некоторых мелких государствах Китая и Индии «эмпирическая физика» начала переходить в натурфилософские и отчасти физические учения (Дорфман, 2007а, с. 34; Исаков, 2004а, с. 34–42).

VII–II вв. до н. э. Как в древнеиндийских, так и в древнегреческих натурфилософских учениях атомное строение материи мотивировалось чисто логическими абстрактными аргументами. Однако надо полагать, что сама догадка об атомном строении вещества ведет свое начало не от отвлеченных рассуждений, а от какого-то конкретного материально-производственного опыта, возможно, весьма сходного у обоих этих народов в их первобытном существовании.

Принципы атомизма появляются в более поздние времена также в таких неортодоксальных индийских философских учениях, как джайнизм и буддизм, но здесь речь идет уже не об атомизме вещества, а об атомизме силы, энергии и т. д. (Дорфман, 2007а, с. 29–32).

VII в. до н. э. В Китае активно начали развиваться физические учения (науки), что и определило впоследствии Китай как один из двух научных центров мировой цивилизации. Эти два центра – Древний Китай и античные Греция и Италия – существовали практически в одно и то же время, развивались явно независимо друг от друга и без взаимного общения. Полученные ими научные результаты и найденные оригинальные инженерные решения являются одинаково выдающимися (Исаков, 2004, с. 200 – 231). Это поразительный факт.

VII–VI вв. до н. э. Биант из Приены (642–577 гг. до н. э.) является первой, наиболее странной и малоизвестной фигурой среди семи мудрецов Греции. Биография его неизвестна. Ему принадлежит много высказываний, среди которых самое известное: «Кто наилучший советник? Время» (Энциклопедия ..., 2007, с. 29–30).

Фалес Милетский (625–547 до н. э.) – первый из семи мудрецов при афинском архонте Дамасии, родоначальник ионийской (древнегреческой) философии. Учителей он не имел, если не считать того, что ездил в Египет и жил там у мудрецов (Диоген, 1979, с. 69–71). Основатель милетской философской школы первым, как говорят, стал вести беседы о природе. Он поставил вопрос о необходимости сведения всего многообразия явлений и вещей к *единой основе* (первостихии, или первоначалу), которой он считал воду («влажную природу»). По Фалесу, идея праматерии тесно связана с концепцией сохранения самой материи (Ацюковский, 2003, с. 48). С Фалеса принято отсчитывать начало истории метафизики, создаваемой на основе умозрительного метода (Исаков, 2004а, с. 45–47).

Некоторые полагают, что он первый стал заниматься астрономией, предвещая затмения и солнцестояния. Он предсказывает солнечное затмение во время войны Лидии и Мидии. Он первый нашел путь Солнца от одного до другого солнцестояния, первый (по мнению некоторых) объявил, что размер Солнца составляет $1/720$ часть солнечного кругового пути, а размер Луны – такую же часть лунного пути. Он первый открыл продолжительность года и разделил его на 365 дней, первый назвал последний день месяца «тридесатым». Памфила говорит, что он, научившись у египтян геометрии, первый вписал прямоугольный треугольник в круг и за это принес в жертву быка. Впрочем, иные, в том числе Аполлодор-исчислитель, приписывают это Пифагору. Иероним говорит, будто он измерил высоту пирамид по их тени, дождавшись часа, когда тень человека стала равна тени пирамиды.

Утверждают, что он первый объявил душу бессмертной, приписывал душу даже неодушевленным телам, ссылаясь на магнит и янтарь, а мир считал одушевленным и полным божеств (Диоген, 1979, с. 69–71, 611).

Фалес Милетский то ли ради забавы, то ли для интереса натер меховым лоскутком янтарь и обнаружил, что окаменелая смола начала притягивать к себе мелкие предметы. Этот факт принят многими историографами науки за начало теории электрических явлений (янтарь по-гречески называется электроном) (Исаков, 2005, с. 44).

Анахарсис (638 – 559 гг. до н. э.) – скифский мудрец. Ему приписывают изобретение якоря и игры в шашки (Энциклопедия, 2007, с. 39).

Будда Гаутама (623 – 544 гг. до н.э.), основатель буддизма (Советский ..., 1985, с. 175), сказал следующее: «Материя не отлична от пустоты. Пустота не отлична от материи. Материя – это и есть пустота. Пустота – это и есть материя» (Заречный, 2007, с. 9).

Анаксимандр (610–546 до н. э.), ученик Фалеса, ввел в философию понятие первоначала – апейрона, т. е. единой, вечной, неопределенной материи, порождающей бесконечное многообразие сущего (в позднейшем наименовании – *эфир*). Как видим, эфир имеет достаточно древнюю историю, восходя к самым началам известной истории человечества (Ацюковский, 2003, с. 48–50).

Апейрон порождает враждующие стихии – «холодное» и «горячее», т. е. огонь и воду. Противоборство воды и огня образовало мировой вихрь, ставший причиной появления всех веществ и тел. В мировом центре вихря оказалось «холодное», т. е. Земля, окруженная водой и воздухом, а снаружи – небесный огонь. Под действием огня верхние слои газовой оболочки превратились в твердую корку. Эта корка стала раздуваться парами кипящего земного океана, потом лопнула, оттеснив огонь от нашего мира. Так, по Анаксимандру, возникла сфера неподвижных звезд, а звезды были отверстиями в оболочке, через которые вырвался пар земного океана. Живые организмы появились из воды и теплого ила и «были рождены во влаге, заключенной вовнутрь илистой скорлупы». Анаксимандр считал Вселенную живым существом, которое имеет свой срок жизни. Вселенная время от времени погибает и тут же возрождается снова. И при этом никаких богов, все происходит само собой, естественным порядком вещей и событий (Исаков, 2004а, с. 47–49).

Анаксимандр – автор первого философского сочинения на греческом языке «О природе». Он создал геоцентрическую модель космоса, нарисовал очертания земли и моря, т. е. сделал первую географическую карту и, кроме того, соорудил небесный глобус. Он первый высказал мысль о происхождении человека «от животных другого вида» (рыб) (Советский ..., 1985, с. 53).

Анаксимандр учил, что части изменяются, целое же остается неизменным. Земля покоится посередине, занимая место средоточия, и она шарообразна. Луна светит не своим светом, а заимствует его от Солнца. Солнце имеет величину не менее Земли и представляет собой чистейший огонь. Он же изобрел гномон, указывающий солнцестояние и равноденствие, и поставил его в Лакедемон на таком месте, где хорошо ложилась тень. Кроме того, он также соорудил солнечные часы (Диоген, 1979, с. 103). Согласно работе (Буллен, 1978, с. 11) со времен Александра в Греции размышляли о сферической форме Земли.

Анаксимен (585–525 гг. до н. э.), ученик Анаксимандра, считал первоначалом газ («воздух»), путем сгущения и разрежения которого возникают все вещи (Ацюковский, 2003, с. 49).

Ферекид Сирокский (VI в. до н. э., ум. ок. 500 г. до н. э.) – основоположник италийской философии, слушатель Питака (ум. в 570 г. до н. э.). По словам Феопома (377–300 гг. до н. э.), он первый писал о природе и богах. О нем рассказывают много удивительного. Так, однажды, прогуливаясь на Самосе, он увидел с берега корабль под парусом и сказал, что сейчас он потонет – и тот потонул на глазах у всех. отведав воды из колодца, он предсказал, что на третий день случится землетрясение – и оно случилось. Сохранилась написанная им книга с таким началом: «Зевс и Время были всегда, и Гея тоже, ей имя Земля, ибо Зевс дал землю, зело ее чтя». На Сиросе от него сохранились солнечные часы (Диоген, 1979, с. 100–102).

Пифагор (570–497 гг. до н. э.) – древнегреческий мыслитель, религиозный и политический деятель, родоначальник италийской философии (Энциклопедия ..., 2007, с. 45–46). Почти все утверждают, что Пифагор был сыном Мнесарха, который привез его в Тир и отвел к халдеям, где Пифагор овладел всеми их знаниями. Вернувшись оттуда, Пифагор учился при Ферекиде Сирокском, а потом при Гермодаманте (VI в. до н. э.). Он первым назвал небо мирозданием, а землю – шаром, хотя Феофаст (370–288 гг. до н. э.) говорил, что это был Перманид (515–445 гг. до н. э.), а Зенон – что это был Гесиод (810–760 гг. до н. э.). Он первый ввел у эллинов меры и веса; первый сказал, что Геспер и Фосфор – одна и та же звезда. Он считал прекраснейшими среди объемных фигур шар, а среди плоских – круг. Фаворин (81–150 гг. н. э.) говорил, что Пифагор стал употреблять определения для математических предметов. Еще шире их стали впоследствии употреблять Сократ и близкие к нему, потом Аристотель и стоики.

Говорят, Пифагор первый заявил, что душа совершает круг неизбежности, чередой облекаясь то в одну, то в другую жизнь. Живет все, что причастно к теплу, поэтому живыми являются и растения. Душа, однако, есть не во всем. Душа есть отрывок эфира, как теплого, так и холодного. Душа не то же, что жизнь: она бессмертна, ибо то, от чего она оторвалась, бессмертно. Живые существа рождаются друг от друга через семя – рождение от земли невозможно. Пифагор внушал такое удивление, что даже близких к нему людей называли вещателями божьего гласа. Рассказывают, как он безошибочно предсказывал землетрясения, быстро останавливал повальные болезни, отвращал ураганы и градобития, укрощал реки и морские волны, чтобы они открыли легкий переход ему и спутникам. Этот дар переняли у него некоторые его ученики, как это явствует из их стихов. Песнями, напевами и лирной игрой Пифагор унимал и душевные недуги, и телесные. Этому он научил и своих друзей, сам же умел слышать даже вселенскую гармонию, улавливая созвучия всех сфер и движущихся по ним светил (Диоген, 1979, с. 332–346, 449–461).

Главным достижением созданной Пифагором теории было то, что он впервые, хотя и на мистической основе, понял, что мир может быть описан количественно (Исаков, 2004а, с. 53).

Ксенофан (ок. 570 – после 478 до н. э.), италийский философ, проповедовал единство, вечность и неизменяемость сущего (Советский ..., 1985, с. 661). Он утверждал, что есть четыре основы сущего, что миры бесчисленны, но неизменны. Сущность бога шаровидна и несколько не схожа с человеком: он весь – зрение и весь – слух, но дыхания в нем нет; и он весь – ум, разумение и вечность. Ксенофан первый сказал, что все возникающее подвержено гибели и что душа есть дыхание (Диоген, 1979, с. 463).

Парменид (вторая половина 6 в. – начало 5 в. до н. э.) – италийский философ, который представлял мир в виде неподвижного и сплошь заполненного шара (Философский словарь, 1975, с. 306–307). Он называл критерием истины разум, в чувствах же, по его словам, точности нет. Он первый заявил, что земля шаровидна и что место ее в середине. Существует две основы – огонь и земля, первый служит творцом, вторая – веществом. Род человеческий имеет свое первое начало от Солнца, но жар и холод, из которых все состоит, сильнее Солнца (Диоген, 1979, с. 365–366).

Гераклит из Эфеса (ок. 535–475 гг. до н. э.) – древнегреческий философ-материалист, один из крупнейших представителей новой ионийской школы философии. Первоначалом всего считал огонь. Ему принадлежит знаменитое изречение: «Нельзя дважды войти в одну и ту же реку». Главный труд философа – книга «О природе». Основная идея книги заключается в том, что в природе нет ничего постоянного. Все подобно течению реки, в которую нельзя войти дважды (Энциклопедия, 2007, с. 39–40).

Историки сообщают: «Гераклит заметил, что ночное движение звезд можно объяснить не только обращением небес вокруг Земли, но и вращением Земли вокруг ее оси (при неподвижных звездах)» (Хаин, Полетаев, 2007, с. 15).

Лао-цзы (579–499 гг. до н. э.) – древнекитайский философ-мудрец, автор классического даосского трактата «Дао де цзин» («Книга о Пути и благой силе»). Основное понятие трактата – Дао, недоступное познанию и невыразимое в словах начало, в котором воплощено единство бытия и небытия и разрешаются все противоречия. Лао-цзы принадлежит следующее высказывание: «Все в мире растет, цветет и возвращается к своему корню. Возвращение к своему корню означает успокоение; согласное с природой означает вечное; поэтому разрушение тела не заключает в себе никакой опасности» (Энциклопедия, 2007, с. 45–46).

V–IV вв. до н. э. Анаксагор (V в. до н. э.) – древнегреческий философ. Выдвинул учение о неразрушимых элементах – «семенах» вещей (позже названных гомемериями). Движущим принципом мирового порядка считал ум, организующий элементы (Советский ..., 1985, с. 53). Утверждал, что покоящаяся смесь «семян» заполняла все бесконечное пространство до момента образования стремительного вихря вследствие вмешательства организующего начала, которое содержит все знания обо всем и имеет величайшую силу. Дальнейшее развитие Вселенной Анаксагор представлял так: «Это вращение началось с малого, а сейчас оно охватывает больше пространства, а в будущем охватит еще больше...» По Анаксагору, быстрое вихревое вращение привело к тому, что в центре образовалась круглая плоская твердь – Земля, а более легкие фракции были отброшены наружу, став впоследствии воздухом. Постепенно движение уходило от центра вихря, Земля остановилась, а все остальное образование продолжало свое вращение и в какой-то момент наклонилось. Вселенную Анаксагор представлял в виде непрерывно расширяющегося пузыря с неподвижной, плоской, дискообразной Землей посередине. Вокруг Земли кружится эфирный вихрь, несущий Солнце – раскаленную металлическую или каменную глыбу. За богомерзскую «модель Солнца» Анаксагора приговорили к смерти и выгнали из Афин (Исаков, 2004а, с. 49–50).

Анаксагор впервые истолковал падение метеорита в 470 или 468 г. до н. э. (Диоген, 1979, с. 612).

Мелисс (V в. до н. э.) – итальянский философ. Он полагал, что Вселенная беспредельна, неизменна, недвижна, едина, подобна самой себе и полна. Движения нет, лишь кажется, будто оно есть. Даже о богах, по его словам, высказываться не подобает, ибо познание их невозможно (Диоген, 1979, с. 366).

Левкипп (ок. 500–440 гг. до н. э.) – итальянский философ, один из создателей античной атомистики (Советский ..., 1985, с. 693). Выдвинул идеи первоначала и пустоты, разделяющей все сущее на множество элементов, свойства которых зависят от их величины и формы движения (Ацюковский, 2003, с. 49). Он ввел в оборот науки три новых понятия: 1) абсолютной пустоты, 2) атомов, движущихся в этой пустоте; 3) механической необходимости. Левкипп первый установил как закон причинности, так и закон достаточного основания: «Ни одна вещь не возникает беспричинно, но все возникает на каком-нибудь основании и в силу необходимости» (Философский ..., 1975, с. 202).

Его учение было основано на том, что Вселенная беспредельна, что все в ней превращается одно в другое, что она есть пустота и полнота. Миры возникают тогда, когда тела впадают в пустоту и прилегают друг к другу, и от их движения по мере возрастания возникает природа светил. Солнце движется по большему кругу, чем Луна. Земля дер-

жится в самой середине вихря, а видом она напоминает бубен. Лавкипп первый принял атомы за начала (Диоген, 1979, с. 368).

Возникновение миров, по мнению Левкиппа, происходит следующим образом. Из беспредельности определяется и несетя в великую пустоту множество разнообразных тел. Скапливаясь, они образуют единый вихрь, и в нем, сталкиваясь друг с другом и всячески кружась, разделяются по взаимному сходству. Так как по многочисленности своей они уже не могут кружиться в равновесии, то легкие тела отлетают во внешнюю пустоту, словно распыляясь в ней, а остальные остаются вместе, сцепляются, сбиваются в общем беге и образуют таким образом некоторое первоначальное соединение в виде шара. Он, в свою очередь, отделяет от себя что-то вроде оболочки, в которую входят разнообразные тела. По мере вращения в вихре, отталкиваемая от середины, эта внешняя оболочка становится тонкой, потому что все плотное, что захватывалось вихрем, постоянно стекалось в одно место. Из того, что уносилось к середине и там держалось вместе, образовалась земля, а сама окружающая оболочка тем временем росла за счет притока тел извне: вращаясь вихрем, она принимала в себя все, чего ни касалась. Некоторые из этих тел, сцепляясь, образовали соединение, которое сперва было влажным и грязным, потом высохло и закружилось в общем вихре и, наконец, воспламенилось и стало природой светил (Диоген, 1979, с. 368–369).

Сведения о возникновении атомной концепции носят противоречивый характер. Некоторые исследователи утверждают, что свое начало атомистика ведет от истоков китайской цивилизации, однако точно не установлено, было ли знакомо китайцам собственно атомное учение. И тем не менее весьма вероятно, что обоснование своих представлений о сущности мира они разработали на учении об элементах. Согласно работе (Mabilleau, 1895) попытки обнаружить начало атомистики в Китае, Финикии, Персии и в том же Египте не представляют никакого интереса, поскольку у этих народов не было вполне обособленных философских систем. Только в Индии физика и метафизика могли получить развитие независимо от религиозной догматики. И именно здесь учение об элементах появляется в различных системах, из которых самая известная – это система Санкхьян (Martinetti, 1897; Чаттерджи, Датта, 1955). В этой системе эфир рассматривался как вещество, составляющее основу вещей (Джуа, 1966, с. 23).

Эмпедокл (ок. 490–430 гг. до н. э.) – итальянский философ. В соответствии с его представлениями жизнь возникла до появления Солнца (Лункевич, 1960а, с. 27), по сути, в космосе (Викулин, Мелекесцев, 2007). Учение Эмпедокла об элементах не связано с атомизмом и восходит к космогонии (Джуа, 1966, с. 22).

Сократ (ок. 470–399 гг. до н. э.) – один из родоначальников *диалектики как метода отыскания истины* путем постановки наводящих вопросов. Цель философии – самопознание как путь к постижению истинного блага. Добродетель есть знание, или мудрость. Для последующих эпох Сократ стал воплощением идеала мудреца (Советский ..., 1985, с. 1233).

Демокрит из Абдери (ок. 470 или 468 г. – ок. 370 г.) – итальянский философ, который сначала был учеником каких-то потомков древнеегипетских магов и халдеев, потом учеником Левкиппа (Ацюковский, 2003, с. 49, 243–244; Диоген, 1979, с. 369). Один из основателей античной атомистики. По Демокриту, существуют только атомы и пустота. Атомы – неделимые элементы материи, вечные, неразрушимые, непроницаемые, они различаются формой, положением в пустоте, величиной, движутся в различных направлениях, из их «вихря» образуются как отдельные тела, так и все бесконечные миры, они невидимы для человека (Советский ..., 1985, с. 373). Обсуждая проблему бесконечного, Демокрит разрабатывал *учение о движении* (Боголюбов, 1983, с. 556) *как о вихрях*, создающих наблюдаемое разнообразие природы (Савенко, 2004, с. 7).

Сам Демокрит не приписывал себе авторства атомизма, упоминая, что атомизм заимствован им у мидян, в частности у магов – жреческой касты, одного из шести племен, населявших Мидию (северо-западные области Иранского нагорья) (Ацюковский, 2003, с. 49).

У Демокрита была своя точка зрения на устройство мира. Начало Вселенной – суть атомы и пустота, все остальное лишь считается существующим. Миры бесконечны и подвержены возникновению и разрушению. Ничто не возникает из существующего и ничто не разрушается в несуществующее. Атомы тоже бесконечны по величине и количеству. Они вихрем несутся во Вселенной и этим порождают все сложное – огонь, воду, воздух, землю, ибо все они суть соединения каких-то атомов, которые не подвержены воздействиям и неизменны в силу своей твердости. Солнце и луна состоят из таких же телец, гладких и круглых, точно так же, как и душа, а душа и ум – одно и то же. Все возникает из неизбежности: причина всякого возникновения – вихрь, и этот вихрь он называет неизбежностью. Платон, упоминая всех древних философов, не упоминает нигде Демокрита, даже там, где надо было бы возражать ему. Он понимал: спорить ему предстояло с лучшим из философов (Диоген, 1979, с. 372–373).

Демокрит перенес на атомы все свойства, которые элеаты приписывали бытию (Zeller, 1882). Для Демокрита все атомы подобны, неделимы, несжимаемы, не имеют начала и конца (Джуа, 1966, с. 24, 29).

Одна из отличительных сторон атомистической системы Демокрита состоит в допущении существования пустоты. Отсюда вытекает понятие о непрерывности материи. Другой важной стороной этой системы является отстаивание принципа причинности. Как справедливо утверждается в работе (Milhaud, 1900), «из всех физиков древности Демокрит, по-видимому, наиболее твердо отстаивает обусловленность результатов причинами». Виндельбланд, считавший Демокрита одним из основателей величайших философских систем, так объясняет исчезновение его школы: «Чисто теоретический подход к науке, которого придерживался Демокрит, не мог приобрести симпатии у его современников; его школа после него вскоре исчезла» (Джуа, 1966, с. 24).

Согласно концепции современного естествознания «у Демокрита мы сталкиваемся с двумя пространствами: *непрерывным физическим* пространством как вместительницей материи в целом и *дискретным* пространством как масштабной единицей протяженности единицы материи – атома» (Тулинов, 2004, с. 59).

Демокрит прожил более 100 лет, причем все годы его зрелой жизни были наполнены научными поисками истины. Самым главным вопросом для себя он считал вопрос о глобальном устройстве мира (Исаков, 2004а, с. 52).

Философ *Филолай из Кротона* (ок. 470 – 388 гг. до н. э.) в книге «О природе», где излагалось учение Пифагора о Вселенной, привел взгляды некоего Экфанта: «... Земля движется, но не поступательно, а вращаясь вокруг своей оси, подобно колесу, с запада на восток» (Хаин, Полетаев, 2007, с. 21).

Платон (428/427–347 гг. до н. э.) – древнегреческий философ, ученик Сократа, поставил задачу создания *модели Вселенной*, которую решил Евдокс Книдский (ок. 408 – ок. 355 гг. до н. э.), сконструировав модель Солнечной системы из 27 концентрических сфер, в центре которых была Земля (Боголюбов, 1983, с. 380). По мнению Диогена Лаксартского (кон. II – нач. III вв. н. э.), Платон соединил, по сути, учения Гераклита (кон. VI – нач. V вв. до н. э.), Пифагора и Сократа (Диоген, 1979, с. 152).

Платон заявлял, что есть два начала всего – бог и вещество; причем бога он называл также умом и причиной. Мир состоит из огня, воды, воздуха, земли: из огня – чтобы быть видимым, из земли – чтобы быть твердым, из воды и воздуха – чтобы быть связным (ибо твердые силы связуются двумя промежуточными, чтобы из Всего возникло Единое), и, наконец, из всех вместе – чтобы быть завершенным и безущербным.

Время порождено образом вечности. Но вечность пребывает вечно, время же есть обращение неба: частицы времени суть ночь, день, месяц и прочее, поэтому вне природы мира нет и времени, но вместе с миром существует и время. Для порождения времени порождены Солнце, Луна и планеты. Чтобы число времени года было явно для глаза и чтобы живые существа были причастны числу, бог зажег свет Солнца. На кругу, ближайшем к Земле, находится Луна, на следующем – Солнце, на дальнейших – планеты.

«Мир всецело одушевлен, ибо он связан с одушевленным движением. А для того чтобы мир, порожденный наподобие умопостигаемого живого существа, нашел свое завершение, была порождена природа всех остальных живых существ, ибо если она есть в том мире, то должна быть и в небоздании.

Вещество движется, ибо сила в нем неравномерна, и движет оно в свою очередь свои порождения. Двигутся они сперва бестолково и нестройно, но когда начинают составлять мир, то принимаемое от бога делает их движение расширенным и стройным» (Диоген, 1979, с. 150–181).

В книге Платона «Тимэй» (сер. IV в. до н. э.) излагается физическое учение о теплороде и механике фазовых превращений, которое продолжало служить в различных вариантах почти до середины XIX в. (Дорфман, 2007а, с. 49, 83).

Платон – ярчайшая звезда на научном небосклоне. Он создал академию, которая просуществовала более 1000 лет – до 529 г. н. э. (Исаков, 2004а, с. 54).

Евдокс (408–355 гг. до н. э.) считал себя учеником Платона, был одним из первых ученых, работающих по заранее разработанному плану. В силу своих разносторонних интересов он одновременно являлся математиком, географом, медиком, геометром и астрономом. В области математики Евдокс занимался теорией прогрессий и пропорций. Он также разработал способы проведения математических операций с бесконечно малыми величинами. Этот метод много веков спустя привел Ньютона и Лейбница к созданию современного дифференциального и интегрального исчисления. Евдокс первый предположил, что хрустальные сферы вставлены одна в другую и все они вращаются вокруг Земли, находящейся в центре. Так в естествознании появилось геоцентрическое представление об устройстве Вселенной. Сферы, по Евдоксу, вращались с постоянной угловой скоростью. В конечном счете для того чтобы смоделировать наблюдаемые особенности движения небесных тел, Евдоксу пришлось ввести в рассмотрение 27 небесных сфер. Младший современник Евдокса, ученик Аристотеля Каллип увеличил количество сфер до 55, и все это для того, чтобы имеющиеся экспериментальные данные ввести в рамки развиваемой теории (Исаков, 2004а, с. 55).

Спевсипп (IV в., ум. в 339 г. до н. э.) был преемником Платона. Он первым стал усматривать в науках общие черты и по мере возможности связывать их одну с другой. Кроме того он первый нашел способ связывать охапки хвороста так, чтобы было удобно для переноски (Диоген, 1979, с. 182).

Диоген Аполлонийский (IV в. до н. э.) – древнегреческий философ-физик, пользовавшийся большой известностью. Он считал, что основой всего является воздух; миры беспредельны и пустота беспредельна; воздух, сгущаясь и разрежаясь, порождает миры. Из несуществующего ничто не возникает и в несуществующее ничто не разрушается. Земля кругла и тверда. Она составлялась из теплого круговращения, а затвердела от холода (Диоген, 1979, с. 377).

Аристарх Самосский (кон. IV в. – первая пол. III вв. до н. э.) – греческий астроном, «Коперник древнего мира», как называл его Ф. Энгельс. Он первым высказал идею гелиоцентризма, утверждал, что Земля движется вокруг неподвижного Солнца, находящегося в центре сферы неподвижных звезд (Советский ..., 1985, с. 74). За это был медленно обвинен в безбожии и подвергнут остракизму (Хаин, Полетаев, 2007, с. 15).

Аристотель (384–322 до н. э.) – ученик Платона, «учитель учителей» (Лункевич, 1960 а) и воспитатель Александра Македонского. Оказал значительное влияние на все дальнейшее развитие научной и философской мысли. Сочинения относятся ко всем областям знания того времени. Собрал и систематизировал огромный естественнонаучный материал своих предшественников, критически его оценил, исходя из своих философских взглядов, и сам осуществил ряд глубоких наблюдений. Взгляды на мир изложил в своей космологии, господствовавшей в науке до Н. Коперника (Храмов, 1983, с. 18–19).

По мнению Аристотеля, каждое тело, совершающее «естественное» движение, стремится к «естественному» месту. Кроме того, есть «насильственные» движения»,

обусловленные некоторым внешним действием. Источником обоих видов движения он считал силу; на наиболее совершенным движением признавал круговое. Вращательное движение небесных сфер, по Аристотелю, является вечным, но оно предполагает действие некоего перводвигателя. Аристотель пользовался понятиями скорости и сопротивления среды (Боголюбов, 1983, с. 21–22).

Аристотель считал, что внутренние движущие силы вещей неотделимы от них. Источником движения и изменчивого бытия он считал вечный и неподвижный ум – перводвигатель и различал следующие ступени природы: неорганический мир, растение, животное, человек. Он полагал, что «ум», разум отличает человека от животного: человек – существо общественное (Советский ..., 1985, с. 75).

Аристотель так сказал об атомах Демокрита: «Атомы не имеют ни начала, ни конца, потому что первоначальные элементы вещей не могут произойти от другого элемента и ничто не может закончиться ничем. Они ... неделимы, потому что разделение или сложения возможны только там, где бытие и наполненность отделены от небытия и пустоты. По тем же соображениям атомы не подвергаются никаким изменениям, относящимся к их внутреннему состоянию и их конституции. В общем, атомы по сравнению с веществом абсолютно просты и подобны друг другу» (Джуа, 1966, с. 29; Zeller, 1960).

В физике Аристотель особенно превзошел всех изысканиями о причинах вещей: даже для самых малых вещей он открывал причины. Существует четыре стихии, а кроме них – пятая, из которой состоят эфирные тела; движение у нее особенное – кругообразное (Диоген, 1979, с. 205–215).

Аристотель придавал большое значение существованию *делимого* времени. Уделяя основное внимание взаимосвязи движения и времени, он показал, что последнее не существует без движения. Аристотель не отрывал время от процессов, происходящих в реальных телах (Тулинов, 2004, с. 60).

В связи с греческой атомистикой и представлениями Эмпедокла (V в. до н. э.) и Аристотеля об элементах возникает вопрос: почему появление таких понятий не привело к углублению химических знаний о веществе? Ответ на этот вопрос заключается в том, что эти понятия не легли в основу химических представлений, так как носили слишком абстрактный характер вследствие метафизического подхода, противоречащего научному истолкованию действительности (Джуа, 1966, с. 22).

Александр Македонский способствовал открытию знаменитого Лицея (от греч. *Λυκείον* – название рощи при храме Аполлона Ликейского близ Афин), в котором Аристотель занимался обучением и воспитанием философов-естествоиспытателей.

Аристотелем была поддержана геоцентрическая система мира, центром которой являлась Земля, а планеты вращались вокруг нее. Аристотеля часто называют человеком, остановившим Землю. Впервые эта модель была предложена Аполлонием Пергским в III–II вв. до н. э. (Исаков, 2004а, с. 56–57).

Огромное влияние воззрений Аристотеля на развитие механики продолжалось вплоть до середины XVII в. (Дорфман, 2007а, с. 83).

Зенон из Китиона (336 или 332 – 264 или 262 гг. до н. э.) – древнегреческий философ, основавший около 300 г. до н. э. в Афинах школу стоиков. Стоицизм возродил учение Гераклита: мир – живой организм, пронизанный творческим первоогнем. Вещи и события повторяются после каждого периодического воспламенения и очищения космоса (Советский ..., 1985, с. 461, 1270).

Рассуждения о физике стоики делят на две области. Первая – о телах, началах, основах, богах, пределах, пространстве, пустоте, вторая – о мире, основах и причинах.

Основа есть то, из чего первоначально возникает все возникающее и во что оно в конце концов разрешается. Четыре основы составляют бескачественную сущность – вещество. Огонь есть горячая основа, вода – влажная, воздух – холодная, земля – сухая. Самое верхнее место занимает огонь, называемый эфиром, и в нем прежде всего возник

круг неподвижных звезд, потом – круг планет, воздух, вода, а в основании лежит земля – середина всего.

Вещество есть то, из чего возникает все. Вещество поддается изменению: будь оно неизменяемо, из него ничего не могло бы возникнуть. По этой причине оно делимо до бесконечности. Так, Хрисипп (III в. до н. э.) говорит не о «делимости до бесконечности», а о «бесконечной делимости».

Мир един и шарообразен с виду, потому что такой вид удобнее всего для движения. Мир, по учению стоиков, подвержен гибели, как все, имеющее начало, а начало мира было тогда, когда сущность из огня обратилась через воздух в воду, самые плотные части которой сгустились потом в землю, самые тонкие образовали воздух, а истончаясь еще более – огонь. Затем из смешения этих основ явились растения, животные и пр.

Мир – это живое существо, разумное, одушевленное и мыслящее. Живое означает сущность одушевленную и чувствующую. В самом деле, живое лучше, чем неживое, но лучше мира ничего нет. Стало быть, мир есть живое существо. То, что этот мир одушевлен, ясно уже из того, что наши души представляют собой его осколки. Мир конечен, пустота бесконечна.

Среди светил иные неподвижны и совершают оборот вместе со всем небом, иные же (а именно планеты) движутся собственными движениями. Солнце совершает путь по кривой через зодиак, подобным же образом и Луна движется по спирали. Солнце есть чистый огонь, оно больше Земли, оно шарообразно, как и весь мир.

Звезды тоже шарообразны, как и Земля, но Земля неподвижна. Луна своего света не имеет, а берет солнечный свет.

Стоики принимают следующее расположение мира: Земля находится посередине соответственно средоточию; за ней – вода, шарообразно облегающая Землю как свое средоточие, так что Земля находится в воде; следом за водой – воздух, тоже шарообразно расположенный. Небесных кругов насчитывается пять: первый – полярный, видимый всегда; второй – летний тропик; третий – равноденственный; четвертый – зимний тропик; пятый – противоположный, невидимый. Круги эти называются параллельными, потому что наклона друг к другу не имеют, а очерчены вокруг общей середины. Землетрясения происходят тогда, когда воздух взрывается в пустотах земли или сдавливается там. Среди землетрясений различаются дрожания, расседания, смещения и толчки. Таковы физические теории стоиков (Диоген, 1979, с. 281–317).

Эпикур (341–270 лет до н. э.) из Самоса основал в Афинах общину, которая на основе гедонистического принципа дала развитие атомистической системе, в известной мере представляющей собой, однако, лишь ухудшенную материалистическую систему Демокрита. Как Демокрит, так и Эпикур считали, что основой каждой вещи является атом, который «сам по себе по особым и вечным законам не подвержен никакому действию времени, неуничтожаем, недоступен чувствам, а потому не обладает ни одним известным свойством материи, проявляемым в телах; он постоянно в движении, постоянно побуждаем скрытой возможностью, которая высвобождается из недр и удерживает его в механических группах» (Ахманов, 1947).

Эпикур положил в основу своих выводов бесконечность Вселенной и непрерывность материи. Он принял существование пустоты и движения атомов, обладающих некоторыми общими свойствами материи, такими как величина, форма и весомость. Очень спорным пунктом теории Эпикура является так называемая теория отклонения (*clinamen*), введенная для объяснения первоначала движения атомов. Согласно Эпикуру их движение тесно связано с двумя внутренними причинами: весомостью и отклонением, но последнее понятие совершенно абстрактное (Ахманов, 1947; Джуа, 1966, с. 24–25, 29).

В соответствии с представлениями естествознания того времени Эпикуром была разработана атомистическая концепция пространства Демокрита. Он исходил из дискретного характера пространства и времени. Рассматривая равномерное движение, Эпикур счи-

тал, что в процессе перемещения атомы проходят один «атом» пространства за один «атом» времени (Тулинов, 2004, с. 59).

Учение Эпикура не сохранилось. В I в. до н. э. римский поэт Лукреций Кар (99 – 55 гг. до н. э.) написал знаменитую дидактическую поэму «О природе вещей», полностью сохранившуюся, где в поэтической форме изложено стройное учение Эпикура.

Приписав атомам необходимость падения, т. е. движения, и введя к тому же принцип спонтанных отклонений, Эпикур создал предпосылки для возникновения теории о беспорядочном движении и атомов. Лукреций не только подробно описал эту гипотезу, но, следуя соображениям Демокрита и Эпикура, связал это движение невидимых атомов с беспорядочным видимым движением взвешенных в воздухе пылинок. Как известно, видимое движение пылинок в солнечном луче обусловлено конвекционными вихревыми потоками, вызываемыми в воздухе солнечным теплом.

Понятно, что атомное учение Левкиппа – Демокрита – Эпикура обосновано стройной цепью умозаключений, и вплоть до XX в. оно сохраняло свое значение в физике. Однако остается открытым вопрос: каков был эвристический путь авторов атомизма? (Дорфман, 2007а, с. 41, 48–49, 83). С одной стороны, именно античная физика поставила многие фундаментальные физические проблемы, которые затем изучались и дискутировались наукой на протяжении многих веков. С другой стороны, разработанные античностью конкретные физические учения оказались необыкновенно живучими и непосредственно влияли на все дальнейшее развитие физики (Дорфман, 2007а, с. 83).

450–250 гг. до н. э. Китайскими философами впервые введено понятие силы. Известна им была и сила тяжести, а также идея прямолинейности движения. Китайский поэт-ученый *Цзя* (200–168 лет до н. э.) в аллегорической стихотворной манере фактически изложил третий закон Ньютона (1642–1727). Китайские ученые и инженеры добились поразительных успехов в области изучения магнетизма (сконструирован компас), медицины и техники. Они постигли многие тонкости аэродинамики полета, их змеи могли бы поднять в небо и быка, но этого не произошло. Также не нашел своего практического применения открытый китайцами порох.

Один из основоположников европейской философии – Фрэнсис Бэкон (1561–1626), подчеркивая исключительную значимость Китая для мировой цивилизации, сказал: «Три изобретения – бумага и книгопечатание, порох и магнитный компас – сделали больше, чем все религии, астрологические предсказания и успехи завоевателей, ибо благодаря им общество трансформировалось и полностью отошло от античности и средневековья» (Исаков, 2004, с. 201–211; Исаков, 2005, с. 88).

IV в. до н. э. Некоторые исследователи полагают, что истоки алхимии следует искать в Китае этого периода, так как древнекитайская культура была единственной средой, где могла зародиться вера в эликсир бессмертия – высшее достижение алхимии. Две концепции – эликсира и алхимического изготовления золота – впервые объединились в Китае в IV в. до н. э. На Запад алхимия была завезена китайскими путешественниками. Некоторые исследователи считают, что в Индии вопросами получения алхимического золота и эликсира бессмертия занимались еще в VI в. до н. э. (Эллиаде, 2002, с. 363–364).

360 г. до н. э. Астрономом и философом *Ши Шеном* (IV в. до н. э.) в Древнем Китае составлен каталог звезд, в котором были описаны 122 созвездия, включающие 809 звезд (Исаков, 2004, с. 196).

318 г. до н. э. Император Сюань основал первую в Китае *академию*, где на *постоянной платной основе* работали крупнейшие мыслители того времени со своими учениками из *разных* школ (Исаков, 2004, с. 201). Именно в эту эпоху в Китае развивались первые физические учения (Дорфман, 2007а, с. 21).

Зарождение важнейших философских учений почти одновременно в таких столь удаленных географически друг от друга и столь различных по своему этническому составу странах, как Китай и Эллада, обращало на себя внимание уже сравнительно давно, но многие подробности этого поразительного факта стали известны лишь во второй полови-

не XX в. Вряд ли можно сколько-нибудь сомневаться в том, что зарождение китайской физики было самобытным историческим явлением. Главным противником развития в Древнем Китае естествознания вообще и физики в особенности явилось философское направление Кун-цзы, основателем которого является *Конфуций* (551 – 479 гг. до н. э.). В результате «нежное растение» китайской физической науки достаточно быстро засохло окончательно. В Китае эта стадия длилась до XX в. (Дорфман, 2007а, с. 28–29).

Сюнь-цзы (ок. 313 – 235 гг. до н. э.) – древнекитайский философ, первый сановник и глава ученых в царстве Ци, который дополнил учение Конфуция. Мировоззрение Сюнь-цзы стало впоследствии фундаментом официальной идеологии императорского Китая. Из его высказываний наиболее известно следующее: «Все вещи стремятся к себе подобным» (Энциклопедия, 2007, с. 89).

III в. до н. э. *Евклидом* (365–300 гг. до н. э.) создана математическая теория пространства – евклидова геометрия, которая в дальнейшем была широко использована многими поколениями ученых при построении физических картин мира (Тулинов, 2004, с. 60; Храмов, 1983, с. 109–110). Евклидом написано 13 томов трудов только по геометрии, ставших более чем на целые 20 веков, вплоть до появления трудов Лобачевского и Римана, незыблемыми геометрическими канонами (Исаков, 2004а, с. 59).

Ок. 280 г. до н. э. *Аристарх Самосский* (310–250 до н. э.) стал сравнивать размеры Земли с размерами Луны и Солнца. На основании своих измерений Аристарх пришел к выводу, что большое Солнце не может вращаться вокруг малой Земли. Он провозгласил Солнце центром Вселенной (Исаков, 2004а, с. 63) и тем самым разработал, по сути, первую гелиоцентрическую систему. Солнце находится в центре сферы неподвижных звезд, а Земля, Луна и планеты движутся вокруг Солнца (Боголюбов, 1983, с. 21, 556).

Сер. III в. до н. э. *Архимед* (ок. 287–212 до н. э.) внес важный вклад в математику, механику и практическую механику, а также в физику и астрономию. Он заложил основы статики и гидростатики, изобрел винт для подачи воды, получивший впоследствии его имя, построил ряд различных грузоподъемных и военных машин (Боголюбов, 1983, с. 25–26, 557). В Древнем Китае широкое распространение в I в. до н. э. получил так называемый цепной насос, представлявший собой замкнутую цепь с прямоугольными деревянными лопатками, которые захватывали воду, а при необходимости и сыпучие материалы (Исаков, 2004, с. 218).

Архимед получил образование в знаменитом Александрийском музее (месте пребывания муз), который был создан Птолемеями в III в. до н. э. и размещался в дворцовых постройках. При создании он более всего напоминал академию наук, потому что там работало более пятидесяти крупнейших научных авторитетов того времени. Когда у них появились последователи и ученики, то учебное заведение стало больше походить на университет (Исаков, 2004а, с. 58).

Эратосфен (276–194 до н. э.) ввел понятия «параллель» и «меридиан».

165 г. до н. э. На основании астрономических наблюдений с этого года в Древнем Китае, задолго до Г. Галилея (1564–1642), который в 1609 г. сконструировал телескоп, систематически начинают вноситься изменения в схему (мониторинг) солнечных пятен (Исаков, 2004, с. 197).

II в. до н. э. *Гиппарх из Никеи* ((190)180–125 до н. э.) создал теорию движения Луны, составил таблицы движения Солнца и Луны; применил эксцентрические круги и эпициклы для объяснения движения Солнца, Луны и планет, ввел термины «широта» и «долгота» (Боголюбов, 1983, с. 134; Исаков, 2004а, с. 64).

I–II в. н. э. *Герон Александрийский* (ок. 150–250 лет н. э.) – древнегреческий ученый и инженер, преподавал в Александрии. Особенно популярным было его двухтомное сочинение «Пневматика», где описаны разнообразные механизмы, включая и первую действующую паровую машину – далекого предка современных реактивных турбин, а также автоматическое приспособление для открывания дверей, пожарный насос, сифоны и др. В «Механике» Герон подробно рассмотрел как простые (ворот, рычаг, блок, клин,

винт, зубчатые передачи), так и более сложные механизмы. Этот труд был своеобразной энциклопедией античной техники (Исаков, 2004а, с. 67–72; Храмов, 1983, с. 81).

II в. н. э. В окончательном виде *геоцентрическая система мира* была разработана *Клавдием Птолемеем* (100–178) в сочинении «Альмагест», который, исходя из шарообразности Земли и следуя Гиппарху из Никеи, применил эксцентрические круги и эпициклы для объяснения движения Солнца, Луны и планет (Боголюбов, 1983, с. 393–394). Птолемеем была написана книга «География» в 8 томах, являвшаяся авторитетом в течение 1400 лет.

Птолемей определил продолжительность года, дал метод расчета лунных и солнечных затмений, поместил каталог 1028 звезд, объяснил явление прецессии и т. д. (Храмов, 1983, с. 162).

132 г. *Чжан Хэном* (78–139) изобретен сейсмоскоп – первый прибор, с помощью которого можно определять направление на очаг землетрясения. Чжан Хэн – самый выдающийся астроном Древнего Китая. Он оставил после себя научный трактат «Строение Вселенной», в котором только для северного полушария насчитывалось 2500 звезд, составляющих 124 созвездия. Чжан Хэн создал небесную сферу – модель неба для измерения экваториальных координат светил с помощью системы подвижных колец (Исаков, 2004, с. 196).

Средние века

III – IX вв. Об атомистике средних веков можно найти сведения в работах авторов из стран, принявших христианство (Lasswitz, 1890). Содержащиеся в этих источниках намеки хотя и не имеют значения для атомистического учения, тем не менее показывают, что греко-восточные представления прослеживаются в произведениях писателей, не находившихся под влиянием арабской культуры (Джуа, 1966, с. 40).

354 – 430 гг. *Августину Блаженному*, христианскому теологу и церковному деятелю (Советский ..., 1985, с. 12), принадлежат слова: «Когда меня спрашивают, что такое время, я этого не знаю. Но когда меня не спрашивают, я это знаю» (Заречный, 2007, с. 49).

VII в. В Англии и Ирландии появились солнечные часы (от арабов), почти на тысячу лет позже, чем в Месопотамии (Исаков, 2004а, с. 77).

VII – XIV вв. Алхимический период: греко-египетская, арабская и западная алхимии (Джуа, 1966, с. 31–57).

Центр тяжести системы Демокрита сосредоточивается главным образом на метафизической стороне проблемы атомизма. Это снижает интерес к ней для истории химии, однако тот факт, что идеи Демокрита пользовались большим успехом в алхимический период (Корр, 1869; Lippmann, 1919; Stillman, 1960), заставляет обратить внимание на его труды. В учении Демокрита нет никаких указаний на природу соединений между различными веществами. Понятие о соединении в то время было сужено до понятия о превращении, т. е. ограничивалось исключительно качественной стороной проблемы. Поэтому не следует удивляться тому, что Демокрит перенес на атомы все свойства, которые элеаты приписывали бытию (Джуа, 1966, с. 24).

Не подлежит сомнению тот факт, что арабы познакомились с греческой атомистикой через египтян. Бертло (Berthelot, 1885) доказал, что в Египте долгое время существовала Абдерская школа, которая сохранила, может быть, видоизменив, традиции школы Демокрита.

Арабская атомистика, так же как и греческая, основывалась на предположении, что каждое материальное тело состоит из частиц или неделимых атомов, не имеющих величины, подобно маленьким точкам. Только путем их соединения образуются материальные тела (Джуа, 1966, с. 40).

VIII – X вв. Появление первых университетов в арабском мире: в Кордове (755), Багдаде (795) и Каире (972) (Дорфман, 2007а, с. 86).

IX–X вв. В Европе появились первые сообщения о землетрясениях (Шебалин, 2003, с. 64).

1000 г. Арабский астроном Ибн Юнис за семь веков до Г. Галилея (!) измерял время с помощью маятника. Результаты его астрономических наблюдений были использованы спустя восемь веков как доказательство изменения эксцентриситета земной орбиты (Буллен, 1978, с. 13).

1150 г. Из-под пера настоятельницы Дзибоденбергского монастыря вышел в свет первый европейский трактат «Физика». В четырех книгах содержались сведения по механике, ботанике и зоологии (Исаков, 2004а, с. 77).

Конец X – начало XI вв. *Ибн Сина*, или *Авиценна* (16.05.980 г. –18.06.1037 г.), продолжая учение Аристотеля, разрабатывал понятие движения. Он считал, что сила, приданная движущемуся телу, не исчезает, и если бы не было сопротивления движению, то оно длилось бы бесконечно. Вслед за Аристотелем Ибн Сина считался в средневековой науке одним из главных авторитетов (Боголюбов, 1983, с. 192–193, 559). В то же время в Европе церковные догмы почти окончательно загубили «научные ростки».

XII–XIII вв. Появление первых университетов в Европе: в Болонье (1158), Монпелье (1180), Париже (1200 или 1215), Виченце (1205), Оксфорде (1209), Саламанке (1218), Падуе (1222), Неаполе (1224), Тулузе (1229) и Кембридже (1209 или 1229) (Арутюнов, Стрекова, 2003; Дорфман, 2007а, с. 85; Грицак, 2006; Платэ, 1999).

Самым престижным в Западной Европе считался Парижский университет, образованный духовником короля Робертом Сорбоном на базе интернационального приюта. В те времена, когда между словами «студент», «пьяница» и «дебошир» было весьма мало разницы, экзаменов в университетах почти не сдавали. Зато по окончании обучения каждый выпускник должен был с 6 часов утра и до 6 часов вечера без перерыва вести дискуссию с профессорами, которые сменялись через каждые полчаса. Студенты, которые не падали в обморок и не начинали к середине экзамена нести откровенные глупости, удостоивались звания доктора наук и получали вождеденную черную шапочку. После официальных торжеств новоиспеченные доктора наук со всем своим братством маршировали по улицам, прощаясь со студенческими временами. Торговцы прятали свой товар и хорошеньких жен, сестер и дочерей, прохожие разбежались, а братия с песнопениями искала до вечера приключений (Исаков, 2004а, с. 80).

В Европе появляются и распространяются ветряные мельницы – второй после водяных мельниц важный источник механической энергии (Боголюбов, 1983, с. 559).

К XII в. арабскими историками создан крупнейший свод исторических сведений, в котором нашли свое место и сообщения о землетрясениях. Крупнейшим научным достижением макросейсмологии этого периода является открытие, сделанное арабскими учеными. Они установили, что сейсмические проявления в разных (порой в достаточно удаленных друг от друга) местах относятся к одному и тому же землетрясению. По существу, это было открытие макросейсмического поля.

Оно было повторено в 1230 г. автором Лаврентьевской летописи, указавшим, что сильные сотрясения «по всей Земле в один час» (7 ч. утра 10 мая 1230 г.) ощущались в Киеве, Переславле, Новгороде, Суздале, Владимире-Суздальском и других местах. Можно сказать, что с этого времени исследователи сейсмических явлений постепенно включают в круг своих интересов не только описание локальных явлений, но и попытки разобраться в их сущности (Шебалин, 2003, с. 64).

1210–1231 гг. Парижский собор запретил в 1210 г. физические сочинения Аристотеля (на три года). В 1215 г. папский легат Роберт из Курсона разрешил изучение аристотелевской диалектики, но изучение метафизики и физических сочинений Аристотеля не было дозволено. Наконец в 1231 г. Григорий IX издает буллу, запрещающую парижским профессорам комментировать *libri naturals* Аристотеля до тех пор, пока они не будут «пересмотрены и очищены от всего подозрительного!» (Кривелев, 1988, с. 136).

XII–XIV вв. В Европе появляются первые отдельные сторонники атомизма. Так, например, живший в Париже Никола из Отрекура учил, что в явлениях природы нет ничего, кроме движения, соединения и разъединения атомов.

1417 г. Поэма *Лукреция Кара* «О природе вещей» была вновь открыта для европейских читателей.

1638 г. В учебнике *Иоганна Шперлинга* «Наставления физики» появилось решительное утверждение: «Учение об атомах не столь ужасно, как это кажется многим ... Ничего не стоит сказать, что Эпикур бредил, что Демокрит безумствовал, что древние были дураками. Истина зависит от вещей, а не от человеческих мозжечков» (Дорфман, 2007а, с. 181).

XIV в. «Непобедимый доктор» Оксфордского университета *Уильям Оккам* (1270–1347) (Дорфман, 2007а, с. 101) поставил проблему движителя, отказавшись от динамической теории Аристотеля. Он считал возможным вращательное движение Земли, а также изложил методологический принцип научного исследования («бритва Оккама»), отрицающий очевидность всего, что неизвестно само по себе, не доказано опытом или основано на авторитете (Боголюбов, 1983, с. 356, 559).

Жан Буридан (ок. 1300 – ок. 1358) предложил теорию импентуса, согласно которой тело сохраняет силу движения постоянно, если этому не противодействует тяжесть брошенного тела и сопротивление воздуха. Учение Буридана было искажено схоластами, поэтому Г. Галилею пришлось повторить то, что сделал Буридан за 300 лет до него (Боголюбов, 1983, с. 78).

В средние века невозможно было заниматься физикой, не затрагивая богословских проблем, и ректор Парижского университета Жан Буридан тем более не мог пройти мимо них. Открыв, что *impentus* вращательного движения имеет «перманентный характер», Буридан обратил свое внимание на проблему вращения небесных сфер, относительно которых христианскими толкователями Аристотеля утверждалось, что их непрерывно вращают особые «души», или «ангелы», именовавшиеся «разумами». Без них вращение небес должно было остановиться» (Дорфман, 2007а, с. 105).

XIV–XV вв. В Европе наблюдается рост общественного интереса к землетрясениям. В данном случае, как и во многих других, подъем интереса к макросейсмике был связан с серией сильных землетрясений, захвативших многие области Европы: Виллах (Австрия) в 1348 г., Базель (Швейцария) в 1390 г., Восточные Пиренеи в 1427 г.

XV–XVI вв. К этому времени относится появление первых специализированных трактатов о землетрясениях (Шебалин, 2003, с. 64).

1755 г. Особенно заметным был рост интереса к проблемам сейсмологии после печально знаменитого Лиссабонского землетрясения 1755 г. Начиная с этого времени многочисленные упоминания о землетрясениях обнаруживаются в архивах стран Южной и Центральной Европы.

Эпоха Возрождения

1501 г. В Риме были изданы труды *Николая Кузанского* (1401–1464), которые оказали влияние на формирование революционных взглядов Коперника и его последователей. Кузанский первым в Европе высказал идею о бесконечности, в которой количественное расширение качеств приводит к исчезновению различий между ними. Впервые появилась идея о движении Земли вокруг некоего мирового центра. Есть основания полагать, что Кузанский еще до Галилея ставил опыты с падением тел (Исаков, 2004а, с. 77).

Конец XV– начало XVII вв. Работами *Н. Коперника* (1473–1543), *И. Кеплера* (1571–1630) и *Г. Галилея* (1564–1642) – «последнего из могижан эпохи Возрождения» (Лункевич, 1960 а, с. 322) – была построена новая *гелиоцентрическая модель Солнечной*

системы с Солнцем в центре, которая оказалась более удобной по сравнению с геоцентрической моделью.

В определенном смысле еще дальше пошел *Леонардо да Винчи* (1452–1519), который «не считал Землю центром не только мира, но и Солнечной системы». Перед творческим взором Леонардо уже носилось безграничное пространство, усеянное множеством миров, среди которых красуется и наш солнечный мир. Земля же – всего лишь одно из бесконечных небесных тел, среди которых она имеет близкую ей по характеру и судьбам «родню» (Лункевич, 1960 а, с. 243–244).

В последние десятилетия находит все большее развитие концепция об информационном пространстве, составляющими которого являются и сознание людей, и материя (Годфруа, 1996; Дубров, 2006). Думается, что этим представлениям, в основу которых заложена концепция о всемирном разуме (Андреев, 2006, с. 134–136), предстоит пройти уже обозначенный историей науки путь от геоцентризма (жизнь существует только на Земле) к своеобразному гелиоцентризму (жизнь и разум являются достоянием Вселенной).

Леонардо да Винчи открыл также такие явления, как сопротивление среды и подъемная сила (Храмов, 1983, с. 162), и явился родоначальником экспериментального метода в естествознании (Исаков, 2004а, с. 114).

В. Гарвей (1578–1657) создал учение о кровообращении – работе сердца и циркуляции крови «от сердца к сердцу» (Лункевич, 1960 а, с. 330–331).

1543 г. Вышел в свет труд Н. Коперника «Об обращении небесных сфер», в котором изложена гелиоцентрическая система.

23 января 1556 г. В этот день произошло землетрясение в Шэнси. В результате движения земной коры при землетрясении погибло около 830 тыс. человек. За всю историю человечества это самая крупная по числу человеческих жертв сейсмическая катастрофа.

Казалось бы, что с течением времени человечество должно становиться более защищенным от землетрясений. Но, как показывает практика, это не так. Во второй половине XX в., 21 июля 1976 г., опять в Китае, в провинции Таньшань, в результате землетрясения погибло, по официальным данным, 243 тыс. человек. По неофициальным данным, погибло 650 тыс. человек и более 780 тыс. человек пострадало. Имеются данные и о числе жертв при этом землетрясении – около 1 млн человек (Исаков, Исаков, 2007, с. 30). Жертвами цунами после землетрясения Суматра, происшедшего уже в XXI в., 24 декабря 2004 г., стали более 300 тыс. человек.

Землетрясения и цунами, как, впрочем, и другие природные и техногенные катастрофы, оказались «крепкими орешками» даже для жителей конца XX – начала XXI вв.

Всего же за второе тысячелетие в Китае только от землетрясений погибло около 2,5–3 млн человек, во всем остальном мире – примерно столько же или даже несколько больше. Как видим, цена прогноза, своевременно позволяющего предсказывать стихийные катастрофы с достаточной надежностью, очень и очень высока.

XVI в. Наиболее заметные технические изобретения: гидравлическое колесо (1526), пресс для чеканки монет – прообраз печатного прессы (1530), гидравлические насосы в рудниках (1531), первые плотины (1570), станок для изготовления лент (1579), вязальная машина для изготовления чулок (1589) (Дорфман, 2007а, с. 114).

1592–1610 гг. *Галилей* оказал значительное влияние на развитие научной мысли. Именно от него берет начало физика как наука. Галилею человечество обязано двумя принципами механики, сыгравшими большую роль в развитии всей физики. Это известный галилеевский принцип относительности для прямолинейного движения и принцип постоянства ускорения сил тяжести (Храмов, 1983, с. 71–72).

Г. Галилей заложил основы динамики: исследовал свободное падение тел, падение тел по наклонной плоскости, движение тел, брошенных под углом к горизонту. Он сконструировал телескоп (1609) и приступил к систематическому наблюдению над планетами и звездами.

Измерение периодов колебаний маятника Галилей осуществлял следующим образом: он измерял период нескольких колебаний, соразмеряя его с частотой собственных сердцебиений. Частота пульса, кроме того, дублировалась музыкальным темпом органа (Исаков, 2004а, с. 123). Таким образом, время измерялось Галилеем с точностью до одной десятой доли биения пульса, т.е. примерно до 1/800 минуты (Дорфман, 2007а, с. 151).

1600 г. Сожжен на костре *Д. Бруно* (1548–1600) – «великий мученик науки» (Лункевич, 1960 а, с. 314).

Джордано Бруно – один из наиболее последовательных и ярких сторонников учения о единстве природы, которое, начиная с античных времен и до настоящего времени, является основополагающей идеей естествознания. Венцом теоретического учения Бруно является его безграничная вера в знания, познавательные способности нашего разума, познаваемость космоса, а также идея о «единстве природы и ума», за которую он после семи лет бескомпромиссного заточения в инквизиторской тюрьме принял мучительную смерть на костре (Лункевич, 1960 а, с. 301–303).

1609–1619 гг. *И. Кеплер* (1571–1630) выводит три закона движения планет.

1632–1638 гг. *Г. Галилеем* опубликована книга «Диалог о двух главнейших системах мира», в которой в условиях инквизиции очень тонко обсуждается вопрос о взаимоотношении геоцентрической и гелиоцентрической систем: молчать уже нельзя, но и говорить на эту тему страшно. Затем им предложен и обоснован принцип относительности движения и заложены основы учения о сопротивлении материалов.

22 июня 1633 г. Галилей подписал отречение от своих убеждений относительно движения Земли. Десять последующих лет великий ум Европы оставался в изгнании во Флоренции без учеников, без общества и без общения с внешним научным миром. Он умер на семьдесят восьмом году жизни слепым и совершенно несчастным человеком.

А. Эйнштейн писал о Галилее: «Перед нами предстает человек незаурядной воли, ума и мужества, способный в мышлении выстоять против тех, кто, опираясь на невежество народа и праздность учителей в церковных облачениях и университетских мантиях, пытается упрочить и защитить свое положение» (Исаков, 2004а, с. 130).

Первая половина XVII в. *Пьер Гассенди* (1592–1655) считал, что все явления природы происходят в пространстве и времени, но они могут быть измерены лишь в связи с телами: пространство измеряется их объемом, время – их движением. Вслед за Демокритом он полагал, что тела состоят из множества мельчайших атомов – неделимых (неразрезаемых), но измеримых (Ацюковский, 2003, с. 244); атомы разделены пустым пространством (Храмов, 1983, с. 75). Он написал специальную книгу об атомизме. Учитывая специфику времени, это был довольно смелый поступок. В 1626 г. в «просвещенном» Париже учение об атомах запретили под страхом смертной казни (Исаков, 2004б, с. 35–36).

Работы Гассенди в силу своего подражательного характера не имели большого значения для прогресса корпускулярной физики, но они способствовали популяризации античных представлений (Дорфман, 2007а, с. 183).

1644 г. Выход в свет книги *Р. Декарта* (1596–1650) «Начала философии» (Кудрявцев, 1956), в которой автор предложил, по сути, первую модель образования Солнечной системы (Исаков, Исакова, 2003). Согласно модели Декарта и в соответствии с представлениями античных мыслителей причиной возникновения системы стало *вихревое движение* – единственно устойчивая форма движения. Из первоначального хаоса, или эфира (Ацюковский, 2003, с. 51), благодаря взаимодействиям частиц образуются *вихри*. Из первичных вихрей возникло Солнце. Более массивные частицы вытесняются к периферии, сцепляются. Из вторичных вихрей образуются тела планет. Каждая планета вовлекается своим вихрем в круговое движение около центрального светила. Кометы, представители самых далеких миров, имеют такую же структуру, как и планеты, принадлежат к переходящим, пограничным вихрям, переходя из одного мира в другой (Кудрявцев, 1956). В этой же книге Р. Декартом сформулирован принцип сохранения

количества движения. Декарт полагал, что «небеса разделены на несколько вихрей» (Хаин, Полетаев, 2007, с. 15).

В отличие от древних атомистов Р. Декарт предполагает с самого начала, что материя потенциально делима до бесконечности и актуально разделена на разнообразные мельчайшие частицы, по сути – элементарные частицы (Дорфман, 2007а, с. 184).

В 1637 г. выходит в свет книга Декарта «Диоптрики», где «сформулированы законы преломления и отражения света» (Бройль, 1965, с. 34) и высказана идея эфира как переносчика света (Храмов, 1983, с. 100).

«Классическая физика, верная идеалу Декарта, изображала Вселенную в виде некоего огромного механизма» (Бройль, 1965, с. 8).

1644 г. Э. Торричелли (1608–1647) произносит блестящую популярную лекцию «О ветре», из которой следует, что ему принадлежит заслуга открытия условий возникновения ветра и создания основ представления об общей циркуляции земной атмосферы. «Академические лекции» Торричелли оказались неизвестными в XVII в. и были опубликованы впервые лишь в 1715 г. Поэтому не исключено, что именно они способствовали возникновению теории атмосферной циркуляции в XVIII в. (Дорфман, 2007а, с. 180).

Вторая половина XVII в. Крупнейшие естествоиспытатели Р. Декарт и Г. Лейбниц (164–1716) попытались первыми представить нашу планету как развивающуюся и имеющую продолжительную и сложную историю. Они полагали, что Земля первоначально была расплавленной, а затем стала остывать и покрылась твердой корой. Сгущение паров, окутывающих расплавленную Землю, создало Мировой океан (Г. Лейбниц), а уход вод в подземные пустоты, сохранившиеся под корой, привел к образованию суши, включая горы (Хаин, Ломизе, 2005, с. 15–16).

В это время имела место в буквальном смысле слова жестокая борьба между последователями двух великих ученых, претендовавших на роль единственного лидера в мировой науке: ньютонианцами и картезианцами (последователями Р. Декарта). Эта борьба для первых (последователей Ньютона) окончилась полной победой. Картезианцы же были разгромлены и истреблены морально и физически. В результате вихревая идея Декарта была практически полностью забыта более чем на два века.

Эта борьба, недостойная двух величайших умов, навеянная, по-видимому, негативными и совсем недавними «примерами» инквизиции, а возможно, и спровоцированная ею, тем не менее является одним из самых печальных событий в науке за всю ее историю. Эта борьба, как увидим в дальнейшем, по сути, продолжается и в настоящее время. Ее последствия проявляются и в том, что до сих пор мы так и не можем в полной мере «вернуться лицом» к единой атомистической – вихревой – эфирной концепции античных ученых, которую так активно и вдохновенно подхватил и творчески продолжил Р. Декарт (Викулин, 2004б).

1654 г. Робертом Бойлем (1627–1691) предпринята попытка доказать присутствие эфира в пустом сосуде. Он сделал вывод о том, что никакого эфира не существует. Пустое пространство он решил назвать вакуумом, что по-латыни означает «пустой» (Исаков, 2004а, с. 151).

1669 г. Итальянский естествоиспытатель датского происхождения Н. Стено (1638–1686) сформулировал основы тектоники. Он полагал следующее:

- 1) осадочные породы первоначально накапливаются горизонтальными слоями, их наклонение или изогнутое залегание является результатом последующих нарушений;
- 2) если на наклонном слое залегает слой горизонтальный, это значит, что наклон первого слоя произошел до отложения второго;
- 3) горы не представляют постоянной величины.

Причину тектонических нарушений Стено усматривал в оседании и обрушении пластов над подземными пустотами, т. е. он был нептунистом (Хаин, Ломизе, 2005, с. 15).

1673 г. Х. Гюйгенс (1629–1695) развил учение о колебаниях, решил задачу о центре качаний. «Гюйгенс предложил другую (отличную от Декарта и Ферма) интерпретацию

оптических явлений, основанную на понятиях волны и волновой поверхности» (Бройль, 1965, с. 34). В 1658 г. Гюйгенс получил патент на маятниковые, очень точные часы (Дорфман, 2007а, с. 169), в которых использовался принцип изохронности колебаний Галилея (Исаков, 2004а, с. 139).

1686 г. Гюйгенс был твердо убежден в справедливости идеи эфирных вихрей как единственного пути для объяснения системы Коперника с помощью механической модели (Дорфман, 2007а, с. 169).

1690 г. Гюйгенс заметил, что линия отвеса направлена нормально к поверхности вращающейся самогравитирующей жидкости, и, считая ускорение свободного падения постоянной величиной, определил сжатие, соответствующее Земле, вся масса которой фактически расположена в ее центре: $\varepsilon = 1/577$ (Буллен, 1978, с. 17–19).

1690 г. В работе Гюйгенса «Трактат о свете, в котором объяснены причины того, что с ним происходит при отражении и преломлении и особенно при странном преломлении в исландском кристалле» впервые детально разработана теория продольных волн. Этот трактат замечателен еще и тем, что в нем впервые в истории физики вся совокупность известных в ту эпоху оптических явлений последовательно объяснялась с единой точки зрения – с позиции волновой природы света. Гюйгенс полагает, что световые волны распространяются в чрезвычайно тонкой материи, пронизывающей все тела и именуемой «эфиром». Частицы эфира должны быть, согласно этой гипотезе, много мельче атомов. Эфирные частицы состоят из материи, которая обладает «совершенной твердостью» и высокой упругостью (Дорфман, 2007а, с. 201).

1674 г. *Р. Гук* (1635–1703) высказал идею закона всемирного тяготения. Впоследствии *Р. Гук* усовершенствовал микроскоп, первым установил клеточное строение тканей, ввел термин «клетка» и определил ее размеры.

1687 г. Выход в свет работы *И. Ньютона* (1643–1727) «Математические начала натуральной философии», в которой было дано строгое научное описание мира.

Согласно классической механике Ньютона время и пространство существуют независимо друг от друга. Физические тела движутся во времени и пространстве. Время и пространство являются абсолютными категориями, которые своим существованием не обязаны чему бы то ни было в мире. Ходу времени подчиняются все тела природы, все физические явления. Время однородно – это свойство времени, а не того, что в нем происходит. Пространство по своим свойствам – однородное, изотропное, евклидово и не зависит от всего, что в себя вмещает. Оно остается всегда и везде одинаковым и неизменным.

Во всей области применимости классической механики пространство и время «ведут себя так, как если бы они были неограничены и бесконечны по всему объему и длительности». Классическая механика Ньютона, как впоследствии показал *А. Эйнштейн* (1879–1955), справедлива при скоростях движения, которые намного меньше скорости света (Викулин, Мелекесцев, 2007; Чернин, 1987).

Ньютон первый понял, что с помощью закона всемирного тяготения можно исследовать не только движение небесных тел, но и саму их форму. Он поставил знаменитую задачу о равновесной форме гравитирующей жидкой массы, имеющей вращение вокруг оси, и первым определил сжатие однородной Земли: $\varepsilon = 1/229$. Это был несомненный успех в познании Земли и других планет. Эта задача положила начало теории фигур равновесия, являющейся и в наше время одной из центральных задач геодинамики.

Ученые думали и о фигуре равновесия неоднородной Земли. Не все моменты этой проблемы во времена Ньютона были ясными и понятными. Например, из популярной в то время вихревой теории Декарта следовало, что Земля в противоположность полученному Ньютоном значению сжатия должна напоминать огурец, стоящий на остром конце (Кондратьев, 2003, с. 15–37).

На структуру эфира, а также на сам факт его существования Ньютон несколько раз менял свою точку зрения (Вавилов, 1943). Однако в письме к *Р. Бойлю* от 28 фев-

раля 1679 г. он уточняет свои представления об эфире в пяти предположениях. Нужно заметить, что Ньютон многое предвосхитил на качественном уровне в определении свойств эфира, хотя и путал плотность эфира (разрежение) с давлением в нем. В 1717 г., будучи 75-летним старцем, Ньютон ставит вопрос об атомистическом строении эфира (Ацюковский, 2003, с. 51–52).

«Ньютон выдвинул гипотезу, согласно которой частицы света попеременно испытывают *приступы* легкого прохождения и легкого отражения. Это предположение ... явилось ... первой попыткой объяснить представления о корпускулярной и волной природе света, попыткой ... предвосхитившей пути развития современной науки» (Бройль, 1965, с. 36).

Ж. Лагранж (1736–1813) так сказал о Ньютоне: «Он самый счастливый – систему мира можно установить только один раз» (Исаков, 2005, с. 9).

Разделение натурфилософии на естественные науки

XVIII в. Характерной особенностью и фундаментальным отличием физики XVIII в. является ее эмансипация и превращение в самостоятельную, самодовлеющую науку (Дорфман, 2007а, с. 263).

Длительный период накопления знаний об электричестве и магнетизме, начатый в XVII в., завершается великолепными исследованиями, выполненными *Б. Франклином* (1706–1790), *М.В. Ломоносовым* (1711–1765), *Г.В. Рихманом* (1711–1753), *Ш.О. Кулоном* (1736–1806) и многими другими учеными. Решающее значение имело как для этих, так и для последующих исследований создание *А. Вольта* (1745–1827) первого «непрерывного» источника тока (Ацюковский, 2003, с. 297–298).

Идеи Декарта и Лейбница в применении к проблеме движения земной коры были развиты французским натуралистом *Ж. Л. Л. Бюффеном* (1707–1788). Более правильные представления были высказаны англичанином *Р. Гуком*, итальянцем *А.Л. Моро* и *Г.В. Рихманом*. Первый связывал их с землетрясениями, двое других – с деятельностью вулканов. Все трое, таким образом, являлись последователями древнегреческих плутолистов (Хаин, Ломизе, 2005, с. 16).

1724–1725 гг. Основана Петербургская академия наук. Указ об основании Академии был подписан в декабре 1724 г., первое заседание Академии прошло в декабре 1725 г.

1728 г. *Г.Б. Бюльфингер* (1693–1750 г.), сторонник картезианства, предлагает свою вихревую теорию тяготения, носившую явно антиньютонский характер (Храмов, 1983, с. 51).

1736 – 1760 гг. *Л. Эйлер* (1707–1783) опубликовал трактат «Механика, или Наука о движении в аналитическом изложении», в котором впервые представлена динамика точки и введено понятие силы инерции. Установил законы равновесия жидкостей, дал общие уравнения гидродинамики. Опубликовал трактат «Теория движения твердых тел», вывел уравнения движения твердых тел, сформулировал понятие «эйлеровых углов».

Физические исследования Эйлера посвящены механике, оптике, акустике, теплоэлектричеству, математической физике. Он пытался построить единую картину мира и физических процессов. По Эйлеру, все явления – это взаимодействие «грубой» материи и более «тонкого» вещества, менее плотного, но более упругого – эфира. Механические перемещения эфира создавали, по мнению Эйлера, все разнообразие явлений природы. По мнению С.И. Вавилова, Эйлер первый написал уравнение плоской гармонической волны. Эйлер установил закон сохранения момента количества движения, развил теорию моментов инерции, заложил основы преобразования механики из геометрической в аналитическую. Он занимался теорией теплоты, считая, что «теплота является некоторым движением мельчайших частиц тел», исследовал природу электричества и пытался объяснить электрические явления, развил теорию магнетизма, основанную на вихрях (Храмов, 1983 с. 308).

Ок. 1740 г. *А.К. Клеро* (1713–1765) первый понял, что в задаче Ньютона о фигуре равновесия вращающейся Земли, о ее сплюснутости все дело заключается в существовании тесной взаимосвязи между сжатием планеты и распределением вещества внутри нее. Ему первому стало ясно, что в рамках альтернативы «сплюснутость однородной фигуры (Ньютон) – сплюснутость полностью переконденсированной фигуры (Гюйгенс)» для величины сжатия Земли имеет место неравенство $1/229 \geq \varepsilon \geq 1/577$ (Кондратьев, 2003, с. 15–37). Тем самым он фактически первый доказал, что эллиптический сфероид является фигурой равновесия движущейся жидкости.

1742 г. *К. Маклорен* (1698–1746), последователь Ньютона, решил трудную задачу о притяжении внутри однородного сфероида. Компоненты силы притяжения оказались линейными функциями координат. Это позволило Маклорену красиво обобщить результат Ньютона. В итоге он не только открывает равновесные жидкие сфероиды, носящие теперь его имя, но и доказывает, что внутри них полная сила тяжести всегда направлена по нормали к поверхности, проходящей через испытываемую точку и подобной границе данной фигуры. Это и есть выровненные поверхности, которые после вышедших в 1743 г. работ Т. Симпсона (1710–1761) и Клеро, выражаясь современным языком, являются поверхностями постоянного значения давления и полного потенциала (Кондратьев, 2003, с. 15–37). Через столетие стало ясно, что класс сфероидов Маклорена является *одним* из возможных классов фигур равновесия.

1749 г. Французский математик, медик, философ *Ж. Л. Л. де Бюффон* (1707–1788) в своей книге «Теория Земли» высказал представление об образовании Земли и планет из вещества Солнца, выбитого из него при попадании крупной планеты.

Середина XVIII в. По *М.В. Ломоносову* (1711–1765), окружающий нас мир состоит из весомой материи, которая в свою очередь слагается из нечувствительных частиц (Храмов, 1983, с. 168).

1755 г. Этот год оказался богат на события, очень важные для науки.

12 января российской императрицей подписан указ об открытии Московского университета, основатель которого – М.В. Ломоносов одним из первых указал на связь землетрясений с геологическими процессами – горообразованием (тектоникой) и изменением пород на глубине.

Выход в свет космогонической гипотезы «холодного» происхождения Солнечной системы из первоначального газопылевого облака, разработанной профессором Кенигсбергского университета *И. Кантом* (1724–1804). Согласно концепции И. Канта, использовавшего законы Кеплера, планеты и Солнце образовались за счет соударений, слипания мелких космических частичек разной плотности и их последовательного разрастания. Вначале образовались более крупные тела (до 1 км), называемые планетезималями, а затем – конкретные планеты. Процесс укрупнения частиц сопровождался заменой хаотического движения частиц упорядоченным и закономерным вращением в одном направлении всей системы крупных тел и планет.

Интересно отметить следующее. Начало современным представлениям о формировании планет было положено с выходом из печати книги И. Канта «Всеобщая естественная история и теория неба». Будучи 31-летним выпускником Кенигсбергского университета, Кант в то время занимал должность домашнего учителя и преподавал в университете. Весьма вероятно, что идею вихревого происхождения планет из пылевого облака он почерпнул из книги, выпущенной в 1749 г. шведским писателем-мистиком *Э. Сведенборгом* (1688–1772), который высказал гипотезу (по его словам, рассказанную ему ангелами) об образовании звезд в результате вихревого движения вещества космической туманности. Во всяком случае известно, что довольно дорогую книгу Сведенборга, в которой излагалась эта гипотеза, купили лишь три человека, одним из которых был И. Кант. Впоследствии И. Кант прославился как родоначальник немецкой классической философии, а вот книга Сведенборга о небе осталась малоизвестной, поскольку ее издатель вскоре обанкротился и почти весь тираж остался нераспроданным. Тем не менее

гипотеза Канта о возникновении планет из пылевого облака (первоначального хаоса) оказалась очень живучей и в последующие времена послужила основой для многих теоретических рассуждений (Бурба, 2006).

Выход в свет главной книги С.П. Крашенинникова об исследованной им далекой и почти никому не известной Камчатке. В частности, в этой книге им было дано научное описание последствий одного из самых сильнейших за последние несколько столетий камчатских землетрясений, происшедшего 17.10.1737 г. с магнитудой около 9 баллов. (Крашенинников, 1755).

Землетрясение, разрушившее г. Лиссабон и унесшее 60 тыс. человеческих жизней.

История науки изобилует примерами совпадений, на первый взгляд случайных, но впоследствии оказывающихся пророческими. Возможно, 1755 г. также был для нас «пророческим» и указал на возможное направление изучения сейсмических процессов – рассмотрение геологических (тектонических) процессов в рамках «глобальной» вихревой динамики, к чему, как будет видно в дальнейшем, мы и пришли во второй половине XX– начале XXI вв. (Пейве, 1961).

Вторая половина XVIII в. – первая четверть XIX вв. Геология. На этом этапе возникает научная геология. Один из ее основоположников – немецкий геолог и минералог *А.Г. Вернер* (1750–1817) еще стоял на позициях нептунизма, рассматривая наклонное залегание пластов либо как первичное, либо как связанное с провалом в подземные пустоты.

Совершенно иные взгляды были высказаны *М.В. Ломоносовым* и затем шотландцем *Дж. Геттоном* (1726–1797). Первый признавал ведущую роль в образовании гор за эндогенными процессами («подземный жар»), подчеркивал сопряженность поднятий и опусканий, сделал первую попытку выделить среди движений земной коры несколько типов, в частности более быстрые и более медленные. Геттон уже связывает с проявлениями «подземного жара» вулканическую деятельность и магматизм вообще, считая главным типом движений земной коры вертикальные движения.

Взгляды Ломоносова и Геттона получили дальнейшее развитие в работах немецких ученых *А. Гумбольдта* (1769–1859) и *К.Л. Буха* (1774–1853) и оформились в виде первой научной тектонической гипотезы – гипотезы поднятия, которая в *первой четверти XIX в.* вытеснила нептунистические взгляды *А.Г. Вернера* (1750–1817) и его последователей. С развитием геологического картирования на основе биостратиграфии во *второй четверти XIX в.* появляется систематика складчатых нарушений, описываются не только складки, но и надвиги. Складко- и горообразование, а также тесно связанный с ними по гипотезе поднятия вулканизм считаются происходящими одновременно в виде катастроф всемирного значения. Эти катастрофические воззрения были постепенно преодолены с появлением знаменитого труда *Ч. Лайеля* (1797–1875) «Основы геологии», опубликованной в 1830 г. (Хаин, Ломизе, 2005, с. 16).

Астрономия. Английский астроном *В. Гершель* (1738–1822) с помощью нескольких телескопов исследовал ряд звездных скоплений и туманностей и пришел к выводу, что далекие туманности представляют собой раскаленные газы. Под действием постепенного охлаждения газов и сил гравитации внутри туманностей образовались сгущения, которые при дальнейшем уплотнении превратились в горячие звезды с температурой 15 000–30 000°C.

Проблема жизни. *Д. Дидро* (1713–1784) вслед за Р. Декартом не видел различия между живым и неживым.

Ж. Л. Л. де Бюффон считал, что в живой природе имеются своеобразные законы сохранения: количество жизни на Земле, а может быть и во всей Вселенной, неизменно (Лункевич, 1960б, с. 16–20).

Физиолог *Ф. Мажанди* (1785–1855) заявил, что деятельность этой удивительной «машины» – сердца связана с такими присущими только организму свойствами, как раздражимость и сократимость, и что «машина» эта является одновременно и механиком, приводящим ее в движение (Лункевич, 1960б, с. 465–467).

1781–1785 гг. *Ш.О. Кулон* (1736–1806) экспериментально установил законы трения скольжения твердых тел и впоследствии закон электростатики, определяющий силу взаимодействия двух неподвижных точечных зарядов (законы Кулона).

1784 г. *Дж. Уатт* (1736–1819) изобрел шарнирный параллелограмм для преобразования возвратно-поступательного движения во вращательное движение (параллелограмм Уатта).

1796 г. Математик и астроном *П. Лаплас* (1749–1827) на основе данных *В. Гершеля* построил свою небулярную гипотезу. Начальной субстанцией Лаплас считал вращающуюся шарообразную туманность раскаленного газа. При постепенном охлаждении туманности и ее гравитационном сжатии образовалось первичное солнце. Вращающееся протосолнце продолжало сжиматься, а скорость его вращения возрастала, вследствие чего от экватора начали отделяться кольца раскаленного газа, послужившие основой образования планет и их спутников.

Считается, что *П. Лаплас* не был знаком с космогонической гипотезой *И. Канта*, опубликованной в 1755 г. (Бурба, 2006).

Гипотеза Лапласа, по существу, до настоящего времени находится в центре космогонических дискуссий, развиваясь и обогащаясь новыми теоретическими идеями и убедительными фактами. Например, в построенной в 1982 г. космогонической модели *Н.А. Шило* (Шило, 1982) и работах других исследователей (*Викулин, Мелекесцев, 2007; Лункевич, 1960а*) *вихревое движение (вращение) вещества*, так же как и у *Р. Декарта*, являлось принципиальным и важнейшим компонентом.

Лаплас решил сложные проблемы движения планет, их спутников, Луны, разработал теорию возмущений небесных тел, предложил новый способ вычисления их орбит, доказал устойчивость Солнечной системы в течение очень длительного времени, открыл причину ускорения в движении Луны (Храмов, 1983, с. 154–155).

Конец XVIII–XIX вв. В конце XVIII – первой трети XIX вв. были проведены многочисленные исследования химических, тепловых, световых и магнитных явлений, вызываемых электрическим током: труды *В.В. Петрова* (1761–1834), *А.М. Ампера* (1775–1836), *Х.К. Эрстеда* (1777–1851), *Ж.Б. Био* (1774–1862), *Д.Ф. Араго* (1786–1853), *Г.С. Ома* (1787–1854), *М. Фарадея* (1791–1867), *Дж. Генри* (1797–1878) и др.

Д.Ф. Араго в 1811 г. впервые наблюдает вращение плоскости поляризации света в кварце, в 1824 г. открывает магнетизм вращения – действие вращающейся металлической пластинки на магнитную стрелку (Храмов, 1983, с. 18).

Ж.Б. Био обнаружил оптическую активность некоторых жидкостей (1815), установив, что они обладают способностью вращать плоскость поляризации; установил (1836) существование право- и левовращательных веществ (Храмов, 1983, с. 32).

М. Фарадей доказал тождественность известных тогда видов электричества: «животного», «магнитного», термоэлектричества, электричества, возникающего от трения, гальванического электричества. В 30-х гг. ввел понятие поля, в 1845 г. употребил термин «магнитное поле», в 1852 г. отчетливо сформулировал свою концепцию поля. По мнению *А. Эйнштейна*, идея поля была самой оригинальной идеей Фарадея, самым важным открытием со времен Ньютона (Храмов, 1983, с. 271).

П.Н. Лебедев (1866–1912) осуществил оригинальные эксперименты по магнетизму вращающихся тел (Храмов, 1983, с. 158).

Вторая половина XIX в. Эти работы получили многочисленные практические внедрения во многих разработках, нашедших широкое применение в промышленности. При этом практически никто не знает, какова суть электричества и магнетизма, что они собой представляют, в чем заключается их физическая природа. Так или иначе, все исследователи этих явлений вынуждены были рассмотреть представления об *эфире*, движения которого, по их мнению, и лежали в основе электромагнетизма.

1873 г. Создание *Дж. Максвеллом* (1831–1879) математической теории электричества и магнетизма. В этой теории Максвеллу удалось обобщить результаты работ мно-

гих ученых и дополнить достижения исследователей электромагнитных явлений того времени теорией электромагнитного поля. Максвеллом были написаны знаменитые уравнения, носящие его имя. В таком виде теория электромагнетизма сохранилась до наших дней практически без изменений (Ацюковский, 2003, с. 297–298).

Конец XIX – начало XX вв. Цитолог *Р. Вирхов* (1821–1902) в своей работе «Атомы и индивидуумы» утверждал: «Ничто не имеет сходства с жизнью, кроме самой жизни. Природа двойственна: органическое есть нечто особенное, иное, чем неорганическое, хотя органическое построено из той же материи, но в нем происходит ряд связанных друг с другом явлений, совершенно несходных по своей природе с явлениями неорганического мира ... [Жизнь] нельзя свести непосредственно к физическим и химическим процессам» (Лункевич, 1960б, с. 362–363).

XIX – начало XX вв. *Теория эфира.* Развитие представлений об эфире уже в «наше (неантичное) время» происходило следующим образом.

По *О.Ж. Френелю* (1788–1827), одному из основоположников волновой оптики и создателю теории дифракции света, эфир представляет собой сплошную упругую среду, в которой находится вещество частиц атомов, в общем никак не связанных с этой средой. Роль эфира – передача механических колебаний и волн (Советский ..., 1985, с. 1426).

Майкл Фарадей (1791–1867), уверенный в существовании эфира («мирового эфира»), представлял его как совокупность неких силовых линий. Фарадей категорически отрицал возможность действия на расстоянии («action in distance») через пустоту – точка зрения многих физиков того времени. По мнению Фарадея, магнетизм является более универсальным явлением, нежели электричество. При этом криволинейность магнитных силовых линий он считал признаком того, что сила является результатом процесса (Низовцев, Бычков, 2007).

Джеймс Максвелл – создатель классической электродинамики, один из основоположников статистической физики – в своих работах делает вывод о распространении возмущений от точки к точке в мировом эфире, по сути – вывод о близкодействии. При этом «в каждой точке среды существует нечто такое, что имеет природу *угловой скорости* относительно оси, направленной вдоль магнитной силы» (Максвелл, 1989, с. 821).

1845 г. Д.Г. Стоксом (1819–1903), автором фундаментальных работ по гидродинамике, была высказана мысль об увлечении Землей окружающего эфира.

Г.Р. Герцем (1857–1894), экспериментально доказавшим существование электромагнитных волн, была выдвинута идея о полном захвате эфира материей (Советский ..., 1985, с. 296).

Эфир *Френеля* – это абсолютно неподвижный эфир. Эфир Герца обладает свойством быть абсолютно захваченным движущимся телом. Эфир Максвелла – это идеальная жидкость, в которой действуют законы вихрей Гельмгольца. Максвелл не обратил внимания на то, что у Гельмгольца вихри, а у Максвелла магнитное поле – это вихревые образования эфира. Они не могут ни образовываться, ни исчезать в идеальной жидкости, что явно противоречит опытам. Таким образом, идеализация свойств эфира сразу же обрекает все подобные теории на противоречия и тем самым на поражение.

1824–1830 гг. Параллельно с описательными концепциями эфира развивались и некоторые гипотезы, пытавшиеся «нащупать» *строение эфира*.

1824–1830 гг. Теория эфира как упругой среды предложена *Л.М.А. Навье* (1785–1836), *С.Д. Пуассоном* (1781–1840) и *О.Л. Коши* (1789–1857). Навье рассматривал эфир как несжимаемую жидкость, обладающую вязкостью. Коши рассматривал эфир как сплошную среду и оперировал напряжениями и деформациями в каждой точке пространства.

Д. Грин (1793–1841) считал эфир сплошной упругой средой. На этом основании, исходя из закона сохранения энергии, он рассмотрел отражение и преломление света в кристаллических средах. В своих работах *К.Г. Нейман* (1832–1925) исходил из предположения о постоянстве плотности эфира во всех средах.

В математических работах *Мак-Куллаха* (1809–1847) эфир рассматривался как среда, в которой потенциальная функция является квадратичной функцией *углов вращения*. Хотя теория Мак-Куллаха является теорией упругой среды и ни о каком электромагнетизме в ней нет ни слова, полученные им уравнения, как отмечает *Х.А. Лоренц* (1853–1928), по существу совпадают с уравнениями электромагнитной теории Максвелла.

В. Томсоном (лордом Кельвином) (1824–1907) было предложено несколько моделей эфира. Модель квазилабильного эфира требует закрепления граничных условий, что противоречит представлениям о беспредельном и безграничном пространстве Вселенной. Кроме того, Кельвин пытался рассмотреть эфир как жидкость, находящуюся в турбулентном движении. Он показал, что турбулентное движение сопровождается колебательным движением.

1849–1867 гг. Дальнейшее развитие теория получила в работе Кельвина «О вихревых атомах» (1867), где эфир представлен как совершенная несжимаемая жидкость без трения. Кельвин показал, что атомы являются тороидальными кольцами Г. Гельмгольца (1821–1894). Эта идея несколько ранее выдвигалась Раннигом в работе «О молекулярных вихрях» (1849–1850), где автором рассматривались некоторые простейшие взаимодействия.

1880–1928 гг. Школа *Дж. Дж. Томсона* (1856–1940) продолжила эту линию. В работах «Электричество и материя», «Материя и эфир», «Структура света», «Фарадеевы силовые трубки и уравнения Максвелла» и других *Дж. Дж. Томсон* последовательно развивает вихревую теорию материи и взаимодействий. Он показал, что при известных простых предположениях выражение квантового вихревого кольца совпадает с выражением известного закона Планка, связывающего энергию с частотой: $E = h\nu$. Томсон, исходя из вихревой теории эфира, показал, что $E = mc^2$. Авторство этой формулы приписывается А. Эйнштейну, хотя Дж. Дж. Томсон получил ее в 1903 г., задолго до А. Эйнштейна, а главное, из совершенно других предпосылок, чем А. Эйнштейн, исходя, в частности, из *наличия* эфира. Дж. Дж. Томсон создал весьма стройную теорию, единственным недостатком которой является, пожалуй, идеализация свойств эфира, представление о нем как о сплошной идеальной несжимаемой жидкости, что привело эту теорию к некоторым существенным противоречиям.

Таким образом, В. Томсон (лорд Кельвин) и Дж. Дж. Томсон рассматривали единую материю – эфир, а различные ее проявления обуславливали различными формами ее кинетического движения.

Несколько теорий эфира были созданы учеными и в России.

1854 г. Идеи *Л. Эйлера* (1707–1783) о свойствах мирового эфира оказали влияние на *Б. Римана* (1826–1866). В своей лекции «О гипотезах, лежащих в основаниях геометрии» (1854) он изложил концепцию мирового пространства, разрешив некоторые затруднения, с которыми встретился Эйлер.

М.В. Ломоносов отвергал все специфические виды материи (теплоту, свет) и признавал лишь эфир, с помощью которого он, в частности, объяснял тяготение как результат подталкивания планет частицами эфира за счет разности давлений.

Большой интерес представляла попытка *Д.И. Менделеева* (1834–1907) определить химические свойства эфира. Менделеев включил эфир в таблицу химических элементов в «нулевую» строку и назвал его ньютонием (впоследствии эта строка была изъята из таблицы).

1870–1880 гг. *И.О. Яровским* была предложена теория газоподобного эфира.

1890 г. *Г.Р. Герц* исходя из гипотезы, что эфир полностью захватывается движущимися телами, построил общую теорию электромагнитных явлений в движущихся телах – электродинамику движущихся сред (Храмов, 1983, с. 82).

1900 г. Монография *Д. Лармора* (1857–1942) «Эфир и материя» сыграла значительную роль в развитии электродинамики (Храмов, 1983, с. 155).

XX вв. В более поздние времена, когда теория относительности была уже широко известна, некоторые советские и зарубежные ученые отстаивали механическую теорию

эфира, становясь при этом на точку зрения вихревой модели. Среди них необходимо отметить *К.Э. Циолковского* (1857–1935), *З.А. Цейтлина*, *Э.Т. Уайтекера* (1873–1956) и др.

1901–1929 гг. Экспериментальные данные, полученные Э. Морли в 1901–1905 гг., Д.К. Миллером (1866–1941) в 1921–1925 гг. и А.А. Майкельсоном (1852–1931) в 1929 г., свидетельствуют не только о факте существования в природе эфира, но и о его газоподобной структуре.

1910–1924 гг. В работе «Принцип относительности и его следствия» *А. Эйнштейн* (1879–1955) писал, что «нельзя создать удовлетворительную теорию, не отказавшись от существования некой среды, заполняющей все пространство». Позже А. Эйнштейн изменил свою точку зрения относительно существования эфира, однако это обстоятельство малоизвестно и оно не повлияло на отношение к эфиру со стороны большинства физиков-теоретиков.

О.Д. Лодж (1851–1940) показал, что движущая материя увлекает эфир (Храмов, 1983, с. 167).

1930–1934 гг. В работах советского академика *В.Ф. Миткевича* (1872–1951) не только отстаивается необходимость признания факта существования эфира, но и предлагается модель, в которую фактически заложены идеи Дж. Дж. Томсона. Он писал: «Абсолютно пустое пространство, лишенное всякого физического содержания, не может служить ареной распространения каких бы то ни было волн».

1960–1980 гг. Советский академик *Я.И. Френкель* (1894–1952) категорически отрицал существование мирового эфира, сравнивая поиск свойств эфира с «богоискательством и богостроительством», и отстаивал принцип дальнего действия.

Вторая половина XX – начало XXI вв. Многочисленные работы приводят обзоры по истории развития эфирных концепций и современных взглядов на природу «физического вакуума», а также построение его теории.

Описанная выше дискуссия представляет, по существу, спор о том, нужно ли искать материальную основу внутреннего механизма явлений или достаточно найти подходящий математический аппарат для их внешнего описания. Это спор между динамикой и феноменологией.

Вихревая динамика. Задача прогноза погоды и, как следствие, проблема построения теории атмосферных циклонов привели в *середине XIX в.* к возрождению интереса к вихревой динамике. Труды *Г.Л.Ф. Гельмгольца*, *В. Томсона* (лорда Кельвина), *Г.Р. Кирхгофа* (1824–1887), *П.Г. Дирихле* (1805–1859), *Ю.В. Дедекинда* (1831–1916), *Б. Римана*, *А.М. Ляпунова* (1857–1918), *Ж.А. Пуанкаре* (1854–1912) и других исследователей привели к появлению существенно новых гидродинамических результатов. Согласно обзорам (Ацюковский, 2003, с. 127–131; Борисов, Мамаев, Соколовский, 2003, с. 18–25, 134), теория вихревого движения развивалась следующим образом.

1858 г. Выход в свет замечательной работы *Г.Ф. Гельмгольца* «Об интегралах уравнений гидродинамики, соответствующих вихревым движениям», в которой были доказаны основные теоремы, положившие начало современной вихревой теории. В этой работе автором во всей полноте был обоснован принцип сохранения вихрей и указано правило определения скоростей движения вихревых шнуров, находящихся в идеальной несжимаемой жидкости, и тех частей жидкой массы, где отсутствуют вихри.

Все последующие работы являются, по существу, расширением и обобщением основных результатов, добытых Гельмгольцем.

1867 г. Следуя общей идее XIX в., согласно которой объяснения различных физических феноменов следует искать в подходящих механических интерпретациях, лорд Кельвин предложил теорию вихревых атомов. В этой теории мир понимается как некий эфир (аналог идеальной жидкости), в котором взаимодействуют вихри Гельмгольца, подобные атомам, образующим молекулы. Вихри в этой теории объясняли гравитацию. Идеи Кельвина так и не были реализованы и вскоре были вытеснены атомной и квантовой механикой.

Вихревая теория атомов, созданная В. Томсоном, не получила признания и развития. Только в 20-е гг. XX в. немецкий гидродинамик *А. Корн* (1860–1936) попытался

вновь воскресить идеи В. Томсона, но применительно не к атомам вещества, а к толкованию природы электрона (спина).

Несколько позже *Н.П. Кастерин* (1869–1947) сделал попытку построения вихревой теории элементарных частиц. Однако идеи А. Корна и Н.П. Кастерина были встречены с большим недоверием широкой научной общественностью, вследствие чего они оказались изолированными и невостребованными, хотя в работах этих ученых содержится немало интересных соображений.

1876 г. В своих «Лекциях по математической физике» *Г.Р. Кирхгоф* вывел общие точные уравнения движения N -точечных вихрей, указал их гамильтонову форму, а также получил для них четыре интеграла (закона сохранения).

1877 г. Основываясь на уравнениях Кирхгофа, *В. Гребли* (1852–1903) в своей диссертации подробно проанализировал интегрируемую задачу о движении трех вихрей на плоскости и взаимодействие вихревой пары с единичным вихрем, рассмотрел частные случаи четырех вихрей.

1876–1883 гг. *О. Рейнольдс* (1842–1912) экспериментально установил критерий перехода ламинарного течения в цилиндрических трубах в турбулентное и далее в вихревое течение.

1877–1878 гг. *Гринхилл* рассмотрел задачи о движении вихрей в жидкости, ограниченной цилиндрическими поверхностями. Пользуясь методом изображений, он решил задачи о плоском движении одного и двух вихрей внутри и вне поверхности круглого цилиндра, а также в пространстве, ограниченном поверхностью прямоугольной четырехугольной призмы. В это же время учеными были решены многочисленные частные задачи вихревого движения.

1894 г. *Н.Е. Жуковский* (1847–1921) решил задачу о движении вихря вблизи острия клина, погруженного в жидкость. Рассматривая траектории вихря, он показал, что вихревой шнур всегда уклоняется от подносимого к нему ножа. Впоследствии Жуковский разработал теорию так называемых присоединенных вихрей, имеющую фундаментальное значение для многих приложений.

Начало XX в. С развитием авиации ученые столкнулись с необходимостью изучения вихревых образований при обтекании твердых тел. В этом отношении особого внимания заслуживают работы *Т. Кармана* (1881–1963) и *Н.Е. Жуковского*. Первый весьма подробно изучал поведение так называемой дорожки Кармана.

А. Пуанкаре (1854–1912) показал, что невозможно обнаружить абсолютное движение исходя из представлений об эфире и уравнений Максвелла – Лоренца (Храмов, 1983, с. 225).

1927 г. Вышла в свет работа *С.В. Озеена* (1879–1944) о движении вихрей в вязкой жидкости.

1934 г. Опубликованы работы *А.А. Фридмана* (1888–1925), в которых дана постановка задач о движении вихрей в сжимаемой жидкости. Идеи Озеена и Фридмана еще ждут своего продолжения.

1955 г. *Л. Эссен* (1908–1997) определил предел для скорости «эфирного ветра»: не более 0,24 м/с (Храмов, 1983, с. 325).

По-видимому, бурное развитие квантовой механики, использующей в своей основе концепцию спина – волчка с собственным моментом, «переключило» на себя основное внимание силы и тем самым «затормозило» так бурно начавшееся в середине XIX в. развитие вихревой гидродинамики (Викулин, 2005а) и эфиродинамики (Ацюковский, 2003).

1821–1895 гг. В это время выходят в свет работы, в которых в совокупности с работами Л. Эйлера завершается формулировка основных принципов механики и сплошной среды. Л.М.А. Навье наряду с С.Д. Пуассоном (1781–1840) и О. Коши (1789–1857) сформулировал основные уравнения математической теории упругости. У.Р. Гамильтон (1805–1865) сформулировал принцип наименьшего действия в механике, что независимо от него сделал в 1836 г. и М.В. Остроградский (1801–1862). Г.Г. Кориолис (1792–1843) ввел понятие полного ускорения, состоящего из суммы трех ускорений – относительно-

го, переносного и добавочного (кориолисова). Г.Л.Ф. Гельмгольц дал математическую трактовку закона сохранения энергии. Дж.У. Рэлей (1842–1919) изложил основы математической теории колебаний. А.П. Котельников (1865–1944) разработал основы *винтового* исчисления в евклидовом и других пространствах.

1834 г. Новый толчок развитию теории фигур равновесия дал математик *К. Якоби* (1804–1851), указавший на возможность существования однородной фигуры равновесия в форме *трехосного* эллипсоида – так называемой эллипсоиды Якоби (Кондратьев, 2003, с. 15–37).

1838–1839 гг. Ботаник *М.Я. Шлейден* (1804–1881) и биолог *Т. Шван* (1810–1882) установили тождество растительной и животной клеток и тем самым доказали, что клетка является основной структурной единицей организма (Энгельс, 1975, с. 111).

М. Шлейден считал процессы формообразования и самосохранения специфическими особенностями жизни, тем самым применяя понятие «жизнь» и к неорганическим телам. *Т. Шванн*, исследуя основные свойства клетки, проводил аналогию между ней и кристаллом. Он отождествлял процесс новообразования клеток с процессом возникновения кристаллов из маточных растворов (Лункевич, 1960б, с. 334, 355–357).

2003–2004 гг. Геофизическая «твердая» среда вследствие ее определенных иерархических и блоковых свойств в последнее время все чаще называется «живой» средой (Гольдин, 2003; Живая ..., 1966; Садовский, 2004).

2007 г. Представлениям о живой геофизической среде созвучна и аналогия между понятиями социального и механического трения, которые, по сути, «объединяются» именно вращательными (вихревыми) движениями (Викулин, Мелекесцев, 2007).

1840–1842 гг. Корабельный врач *Ю.П. Майер* (1814–1878) во время плавания заметил, что цвет венозной крови матросов в тропиках значительно светлее, чем в северных широтах. Это изменение цвета венозной крови привело его к мысли, что существует связь между потреблением и образованием тепла. Он установил также, что количество окисляемых продуктов в организме человека возрастает с увеличением выполняемой им работы (1840). Все это дало Майеру основание допустить, что теплота и механическая работа способны взаимопревращаться, и в 1842 г. им был впервые сформулирован закон сохранения энергии (Храмов, 1983, с. 174).

1850–1890 гг. В связи с огромными успехами почти во всех областях естествознания резко возросла потребность в инженерах. Это привело прежде всего к созданию учебных физических лабораторий при высших учебных заведениях. В Гейдельбергском университете студенческая физическая лаборатория была организована еще в 1846 г. В Петербургском университете физический практикум был организован по инициативе профессора *Ф.Ф. Петрушевского* (1828–1904) в 1865 г. В Оксфорде учебная физическая лаборатория возникла в 1866 г., в Геттингене – в 1867 г., в Сорбонне (Париж) – в 1888 г. В 1872 г. ряд крупных германских ученых (Гельмгольц, Дюбуа-Реймон (1818–1896) и др.) внесли предложение о создании Государственного института точных наук и точной механики, которое удалось осуществить в 1888 г., когда известный изобретатель и промышленник Вернер фон Сименс (1816–1892) пожертвовал на эту цель 500 тыс. марок, а германский рейхстаг ассигновал дополнительные средства.

В 1893 г. была создана Главная палата мер и весов в Петербурге. В 1899 г. аналогичное научно-исследовательское учреждение – Национальная физическая лаборатория – была организована в Англии, а в 1901 г. для тех же целей было создано Бюро эталонов США.

Вне университетов возникли частные исследовательские лаборатории и институты, а также государственные, полугосударственные и общественные исследовательские учреждения, тесно связанные с крупной промышленностью.

Физика в этот период переживала небывалый расцвет. Между тем общее число физиков во всем мире не превосходило даже в самом конце XIX столетия 500 человек. В этот период укрепляются связи физики с производством (Дорфман, 2007б, с. 87–89).

Физика разделяется на экспериментальную и теоретическую. Это в значительной мере способствовало созданию чистой математики – науки о логике построения системы знаний (Дорфман, 2007б, с. 93).

1850 – 1865 гг. *Р. Ранкин* (1820–1872) одним из первых понял значение атомистики для обоснования тепловых законов. В 1850 г. он предложил вихревую модель атома, в 1865 г. пытался дать обоснование второму началу термодинамики (Храмов, 1983, с. 229).

1860 г. Выход в свет работы *П.Г. Дирихле* (Dirichlet, 1860). Математик Дирихле внес настолько революционный вклад в основы теории фигур равновесия, что раздвинул сами границы этой дисциплины (Кондратьев, 2003, с. 15–37). Поставленная Дирихле проблема такова. Дана однородная несжимаемая масса гравитирующей жидкости. Допускают ли законы гидродинамики такое движение этой массы, чтобы ее форма в любой момент оставалась эллипсоидальной, а поле скоростей жидкости – линейным по координатам? Дирихле поставил задачу и получил уравнения движения такого эллипсоида.

Если до Дирихле говорили исключительно о фигурах равновесия, то теперь вопрос поставлен значительно шире: существуют ли однородные эллипсоиды с внутренними течениями? Фигуры же относительного равновесия – всего лишь частный случай стационарных фигур в проблеме Дирихле. Ключевым в этой проблеме является условие линейности внутреннего поля скоростей в эллипсоидах – только она делает решаемой трудную динамическую задачу учета сил Кориолиса. В итоге поля сил гравитации, Кориолиса и центробежной силы в эллипсоиде оказываются линейными. Суперпозиция этих силовых полей, без которой проблема Дирихле вообще не имела бы смысла, и порождает обширное семейство возможных конфигураций движений.

Ю.В. Дедекиндал отметил особую, присущую уравнениям движения эллипсоида Дирихле симметрию, которая указывает на возможность существования во вращающихся средах вихревых течений.

Самый значительный вклад в разработку идеи Дирихле внес великий математик Б. Риман. Он впервые рассмотрел стационарные фигуры равновесия и открыл класс двухпараметрических равновесных эллипсоидов, у которых вектор угловой скорости и вектор вихря внутренних течений совпадают с одной из главных осей симметрии фигуры – *S*-эллипсоиды Римана. Еще более удивительными являются эллипсоиды Римана с наклонным вращением. У таких фигур (например, Земли) оси вращения и вихря не совпадают с главными осями эллипсоида, что значительно расширяет спектр возможных решений и их применения к задачам геодинамики: ось вращения Земли и магнитная ось не совпадают.

Как видим, задача Дирихле явилась, по сути, дальнейшим развитием идеи Декарта «о вихревых движениях Материи как системы Мира» (Викулин, 2005 а).

Первый этап развития проблемы Дирихле прошел под знаком «бури и натиска»: ни Дедекиндал, ни Риман, так много сделавший в различных областях математики и механики, к этой проблеме после получения ими первых результатов так и не возвращались. Наступило долгое, более чем на столетие затишье...

1864–1865 гг. Работа *Дж.К. Максвелла* (1831–1879) «Динамическая теория электромагнитного поля» завершила серию из его трех фундаментальных работ, посвященных теоретическому обоснованию классической электродинамики. В этих работах Максвелл столкнулся с принципиальным вопросом – соотношением между математической теорией физического явления и его реальным механизмом (Дорфман, 2007б, с. 94–95).

Вторая половина XIX – начало XX вв. 1832–1852 гг. Геология. Этот этап знаменуется прежде всего отказом от гипотезы поднятия и заменой ее гипотезой контракции, выдвинутой французским ученым Л. Эли де Бомоном. Она основывается на космогонической гипотезе Канта – Лапласа. Гипотеза контракции лучше объясняла происхождение складчатых горных систем, особенно после того как было выяснено, что они рождаются в пределах особых зон, названных геосинклиналями. Учение о геосинклиналях зародилось в Америке, но затем быстро получило распространение и в Европе. Основополагающими явились опубликованные в 1859 г. работы Дж. Холла (1811–1898) и в 1873 г. – Дж. Дана (1813–1895).

1885–1909 гг. Естественным завершением данного этапа явилось создание в 1885–1909 гг. австрийским ученым Э. Зюссом (1831–1914) фундаментального труда «Лик Земли», в котором впервые, причем на основе гипотезы контракции, было дано описание тектонического строения всей поверхности земного шара.

1887 г. Французским геологом М. Бертрамом (1847–1907) было указано, что складчатые зоны континентов имеют разный возраст и принадлежат к четырем основным эпохам горообразования – гуронской (докембрийской), каледонской, герцинской и альпийской (Хаин, Ломизе, 2005, с. 17).

1888 г. Академик А. Карпинский (1846/1847–1936) указал на возможную связь распределения материков и их очертаний не только с внутренним строением, но и вращением Земли (Хаин, Полетаев, 2007, с. 15).

1900 г. Французский геолог Э. Ог (1861–1927) противопоставил геосинклиналям устойчивые континентальные площади, получившие затем название платформ и кратонов. Но решающий вклад в развитие учения о платформах был внесен русскими геологами, начиная с А.П. Карпинского (1846/1847–1936) и А.П. Павлова (1854–1929). В это же время возникло учение об изостазии, основоположниками которого явились англичане – астроном Дж.Б. Эри (1801–1892) и Дж. Пратт (1875–1944), а сам термин был предложен в 1892 г. американцем К. Деттоном.

Ботаника. Ботаником Шимпером (1803–1867) создана теория листорасположения, в которой нашла свое объяснение тенденция расположения листьев на стебле и ветвях в форме спирали. Такими закономерностями интересовались еще Плиний Старший (23/24–79) и Альберт Великий (1193–1280).

Ботаник А. Браун (1805–1877) пытался развить и углубить учение Шимпера. Спиральное расположение листьев на стебле, чешуек и листочков в почке, лепестков в бутоне, а также спиральные сосуды, открытые ботаником М. Мальпиги (1628–1694) (Лункевич, 1960а, с. 356–357), спиралью свернутые усики и гибкие стебли некоторых растений – вот факты, на которые он опирался. Остановив свое внимание на спиральном расположении листьев, А. Браун придал ему математическую формулировку, что произвело большой фурор среди ботаников: получилась такая картина, будто природа действует не только по эстетическим нормам, но и согласно математическим закономерностям (Лункевич, 1960б, с. 442–446).

1865, 1879, 1888 гг. Основаны соответственно Московское, Харьковское (Россия) и Американское (США) математические общества.

1871 г. В.Э. Вебер (1804–1891) построил первую электронную модель атома, дав его планетарную структуру (Храмов, 1983, с. 58).

1880–1881 гг. Ф. Энгельсом (1820–1895) опубликованы «Формы движения материи», ставшие впоследствии частью его знаменитой «Диалектики природы». В этой работе Ф. Энгельс приходит к следующему выводу: «Жизнь есть способ существования белковых тел, существенным моментом которого является *постоянный обмен веществ с окружающей их внешней природой*, причем с прекращением этого обмена веществ прекращается и жизнь, что приводит к разложению белка» (Энгельс, 1975, с. 264–265).

1881 г. А.Ф. Можайский (1825–1890), русский изобретатель в области воздухоплавания, получает привилегию на изобретенный им «воздухоплавательный снаряд» (самолет), который был построен в натуральную величину летом 1882 г. (Советский ..., 1985, с. 818).

14 ноября 1886 г. Этот день можно считать днем открытия Г. Герцем электромагнитных волн (Исаков, 2004б, с. 9).

1889, 1905–1906, 1912–1913 гг. Н.Е. Жуковский (1847–1921) приступил к исследованиям в области теории полета тяжелых тел, вывел формулу определения подъемной силы крыла и предложил вихревую теорию гребного винта.

17 декабря 1903 г. Американские авиаконструкторы и летчики, пионеры авиации братья Райт (1867–1912) и Орвил Уилбер (1871–1948) первыми в мире совершили полет продолжительностью 59 секунд на построенном ими самолете с двигателем внутреннего сгорания (Советский ..., 1985, с. 1096).

1892–1897 гг. *А.М. Ляпунов* (1857–1918) опубликовал работу «Общая задача об устойчивости движения», которая является основополагающей работой в теории устойчивости механических систем. В теории фигур равновесия равномерно вращающейся жидкости им впервые доказано существование фигур равновесия однородной и слабонеоднородной жидкостей, близких к эллипсоидальным.

Через несколько лет *А. Пуанкаре* (1854–1912) опубликовал трактат «Новые методы небесной механики», в котором, в частности, доказал существование фигур равновесия, отличных от эллипсоида, кольцеобразных и грушевидных фигур.

Таким образом, Ляпунов и Пуанкаре независимо друг от друга открывают целый класс новых неэллипсоидальных фигур равновесия, отдаленно напоминающих по форме то груши, то рубчатые дыни, то волнистые патиссоны и другие фрукты и овощи, которые, как оказалось, в виде фигур относительного равновесия существуют в окрестности определенных сфероидов Маклорена и эллипсоидов Якоби. Строгое доказательство существования неэллипсоидальных форм дано в начале XX в. Ляпуновым (Кондратьев, 2003, с. 15–37).

Все последующие астрономические наблюдения, включая и полеты космических аппаратов, доказали правильность теоретических выводов А.М. Ляпунова и А. Пуанкаре относительно существования несимметричных фигур равновесия вращающихся космических тел.

1896, 1911, 1914 гг. *К.Э. Циолковский* (1857–1935) создал строгую математическую теорию движения одноступенчатых и многоступенчатых ракет с жидкостными реактивными двигателями.

К.Э. Циолковский оставил яркий след в самых разных направлениях науки и техники, был подлинным энциклопедистом. Его основополагающие труды по ракетодинамике, ракетной технике, теоретической космонавтике широко известны. Приоритет российского ученого в этой области признан мировой наукой. Другие его технические труды (аэродинамика, воздухоплавание, авиация, моторы и двигатели, солнечная энергетика и термодинамика) известны в меньшей степени. В последнее время труды К.Э. Циолковского переиздаются и становятся достоянием широкой общественности (Гвай, 1959; Циолковский, 2007).

1898 г. *Д.Ч. Бозе* (1858–1937) начал исследование физиологии растений. Он выдвинул идею о подобии некоторых явлений в живой и неживой природе, в частности пытался найти физические аналоги памяти, провел оригинальные опыты с искусственным глазом (Храмов, 1983, с. 36–37).

1898 г. *А.И. Садовский* (1859–1921) впервые теоретически обосновал вращающее действие световых волн, падающих на кристалл (эффект Садовского), вычислил вращающие моменты, доказав возможность непосредственного преобразования световой энергии в механическую. Эти идеи впервые были оценены в 1911 г. П. Эренфестом (1880–1933) и получили мировое признание (Храмов, 1983, с. 241).

Революция в естествознании

1890–1912 гг. Бурное развитие производительных сил в передовых странах Европы и США сопровождалось не только быстрым развитием науки, но, что особенно характерно, срастанием ее с частной промышленностью. В 1887 г. в Берлине был организован Физико-технический институт на средства, половину которых ассигновало правительство, а другую половину – крупный промышленник, выдающийся электромеханик и физик В. фон Сименс. Дальнейшее функционирование этого первого в мире мощного государственного научно-исследовательского института с большим по тому времени постоянным штатом сотрудников (30 научных сотрудников) обеспечивалось государственными средствами.

В это время значительно возрос авторитет науки. Количество опубликованных в 1901–1913 гг. во всем мире научных статей по физике составило 51 306. Это указывает

на то, что общее число научных сотрудников составляло не более 3000 человек. На I Международный конгресс по физике, состоявшийся в 1900 г. в Париже, приехало более 300 ведущих ученых.

В этот период в физике были сделаны величайшие революционные открытия. В 1895 г. *В.К. Рентген* (1845–1923) открывает новые лучи, в 1896 г. *А. Беккерель* (1852–1908) обнаружил явление радиоактивности, за которым последовало открытие радия. В 1897 г. *Дж. Дж. Томсон* (1856–1940) открыл первую субатомную (элементарную) частицу – электрон, в 1900 г. *М. Планк* (1858–1947) пришел к первой формулировке теории квантов, в 1905 г. *А. Эйнштейн* (1879–1955) сформулировал специальную теорию относительности.

Главной особенностью этих крупнейших новых открытий было то, что они требовали, по существу, полного пересмотра общепринятых представлений классической физики (Дорфман, 2007б, с. 157–159).

Открытие атомарного электричества предварялось следующими событиями (Дорфман, 2007б, с. 94, 95, 130–132, 169–171).

1749 г. *Б. Франклин* (1706–1790), создавая качественную теорию электрических явлений, писал о том, что «электрическая субстанция состоит из чрезвычайно малых частиц».

1838 г. *М. Фарадей* писал, что электрические явления могут быть объяснены «соединением электрической жидкости с частицами вещества».

1846 г. *В. Вебер* (1804–1891) рассматривал взаимодействие между отдельными электрическими массами, т. е. зарядами.

1865 г. Успехи в развитии молекулярно-кинетической теории, достигнутые *Р. Ю. Клаузиусом* (1822–1888), *Дж. К. Максвеллом* и *Л. Больцманом* (1844–1906), впервые позволили *Й. Лошмидту* (1821–1895) оценить размеры молекул газа: в 1 см³ идеального газа при нормальных условиях содержится $N_L = 2,68 \cdot 10^{19}$ частиц. Таким образом, вопрос о существовании атомов стал одним из важнейших среди научных исследований.

В этот же период приобрела некоторую популярность вихревая модель атома, предложенная *У. Дж. Ранкиным* (1820–1872) и *В. Томсоном* (лордом Кельвиным) (1824–1907). Вот что писал Максвелл в своей статье «Атом» в Британской энциклопедии: «Свойства вихревых колец подали сэру Томсону мысль о возможности построить, основываясь на них, новую форму атомистической теории. ... Согласно Томсону, хотя основная жидкость и есть единственная истинная материя, но то, что мы называем материей, не есть сама основная жидкость, а способ движения этой основной жидкости. Вихревое кольцо и есть этот способ движения, и оно являет нам пример постоянства и непрерывности существования, которые мы привыкли приписывать самой материи».

1878 г. *Г.А. Лоренц* (1853–1928) впервые пытался ввести дискретность элементарных зарядов в рамки теории Максвелла, считая, что в каждой молекуле вещества находится несколько заряженных частиц, которые создают свободное электричество.

1891 г. *Дж. Дж. Томсон* использовал идею Фарадея, заменив элементарный заряд единичной вихревой трубкой электростатической индукции. Эта сила единичной трубки показывает, что не существует дробных частей этой единицы, по крайней мере в электричестве, прошедшем через электролит.

1900 г. *М. Планк* (1858–1947) убедительно показал, что кроме атомистической структуры материи (в смысле Демокрита) существует своего рода атомистическая структура, управляемая универсальной постоянной h (постоянной Планка) (Физический ..., 1985, с. 544; Храмов, 1983, с. 215).

1905–1916 гг. *А. Эйнштейн* (1879–1955) сформулировал сначала специальную, а впоследствии и общую теорию относительности.

Согласно теории относительности нельзя разделить наше четырехмерное пространство – время на трехмерное пространство и одномерное время. Пространство – время порождается материей и теряет свое самостоятельное существование. Структура четырехмерного пространства зависит от распределения и движения материи – частиц и полей.

В новой физике время теряет свою абсолютность и, как следствие, не выполняется закон сохранения энергии. Более того, полная энергия и полный угловой момент для замкнутой Вселенной не могут быть определены – они являются бессмысленными понятиями. Сам темп времени зависит теперь от движения и потому становится относительным. Наконец, время оказывается подверженным действию тяготения, которое влияет на его темп: там, где имеются силы тяготения, время течет медленнее, чем в отсутствие этих сил. Например, вблизи черной дыры темп времени столь сильно замедляется, что оно даже как бы останавливается там в своем беге (Викулин, Мелекесцев, 2007; Чернин, 1987).

Однако понимание всех тех перспектив, которые открываются в физическом мире, «управляемом» теорией относительности, как, впрочем, и их полное отрицание, пришло после многих десятилетий.

Эйнштейном открыт закон взаимосвязи массы и энергии (1905). Совместно с А.Э. Гаазом (1884–1941) в 1915 г. он экспериментально обнаружил и теоретически объяснил эффект изменения механического момента при намагничивании тела (эффект Эйнштейна – де Гааза). В 1916–1918 гг. он сначала постулировал гравитационные волны, а затем вывел формулу для мощности гравитационного излучения. В 1917 г. Эйнштейн предложил новую модель Вселенной, согласно которой Вселенная неизменна во времени и представляет собой замкнутое пространство – трехмерную сферу конечного объема (Храмов, 1983, с. 308–309).

Первая половина XX в. *Рубеж XIX и XX вв. в геотектонике* отмечен кризисом контракционной гипотезы, подорванной в самих своих основах: астрономических (замена «горячей» космогонии Канта – Лапласа «холодной»), физических (открытие естественной радиоактивности с выводом о разогреве Земли) и геологических (открытие шарьяжей, требовавших очень значительного сокращения объема Земли за короткий срок). Вместо контракционной гипотезы в начале века было выдвинуто несколько других гипотез – подкорковых течений (1906), а также пульсирующей (1933–1940) и даже расширяющейся (1927–1934) Земли. Наиболее радикально отличной от всех этих гипотез явилась предложенная в 1910 г. *Ф. Тейлором* (1856–1915) и в 1912 г. *А. Вегенером* (1880–1930) гипотеза перемещения материков, положившая начало новому направлению в геотектонике – *мобилизму*, допускающему крупные горизонтальные перемещения континентальных масс, в противоположность фиксизму, принимающему их фиксированное положение относительно подстилающей мантии. И Тейлор, и Вегенер связывали перемещения материков с вращением Земли (Хаин, Полетаев, 2007, с. 15).

1920-е гг. *Михаил Боголепов* (Москва) выдвинул «идею вековых зональных движений в мантии – вихреобразного процесса, создающего тягу снизу, направленного по часовой стрелке в Южном полушарии и против часовой стрелки в Северном и возбуждаемого радиоактивным нагревом». *Борис Личков* (1888–1966) впервые в отечественной литературе начал рассматривать фактор изменения скорости вращения Земли как основной в тектоногенезе (Хаин, Полетаев, 2007, с. 15,16).

1930–1950 гг. Наибольший успех выпал на долю концепций, возродивших представления сторонников гипотезы о ведущей роли вертикальных движений земной коры. В 1933 г. голландский геолог *Р.В. ван Беммелен* (р. 1904) и в 1944 г. советский геолог *В.В. Белоусов* (1907–1990) связали эти движения с подъемом магмы, являющейся продуктом глубинной дифференциации вещества мантии Земли под влиянием разогрева радиогенным теплом.

1945–1959 гг. Одновременно на этом этапе продолжали разрабатываться более конкретные разделы геотектоники, в частности учение о геосинклиналях и платформах. Активное участие приняли в этом русские и зарубежные геологи. В России возникло учение о глубинных разломах (1945); обособились в виде отдельных самостоятельных направлений неотектоника (1948–1949) и сейсмотектоника (1959). Широкое применение в геотектонике нашел формационный анализ. Началось интенсивное изучение современных движений (Хаин, Ломизе, 2005, с. 17, 18).

Наиболее полное обоснование ротационная гипотеза получила в работах *М. Сто-васа*, защитившего в 1951 г. кандидатскую диссертацию на тему «К вопросу о критических параллелях земного эллипсоида», а в 1961 г. – докторскую диссертацию на тему «Опыт математического анализа тектонических процессов, вызываемых изменениями фигуры Земли». В 1955 г. академик *Н. Шатский* (1885 – 1960) связал образование планетарной сетки разломов с напряжениями в земной коре и оболочке, возникавшими при изменении размера осевого сжатия Земли в результате изменения скорости вращения под влиянием приливных сил, оказывающих тормозное действие. На геологическую роль ротационных сил и вихревых структур указывали *Рихард Зондер* (Швейцария) и *Павел Воронов* из Санкт-Петербургского горного института (Хаин, Полетаев, 2007, с. 16).

1911 г. *П. Ленжевен* (1872–1946), исходя из идеи *А. Зоммерфельда* (1868–1951) о квантовании механического действия, показал, что оно приводит к кванту магнитного момента – магнетону и вычислил его величину (Храмов, 1983, с. 154).

В.Ф.Г. Нерст (1864–1941) распространил понятие квантования на вращательное движение частиц и совместно с *Ф. Линдеманом* предложил формулу для теплоемкости твердого тела. Это так называемая формула Нернста – Линдемана (Храмов, 1983, с. 196).

1913–1950 гг. Крупнейшие ученые привлекаются к руководству военными физическими исследованиями, проводимыми государствами.

Исследовательский труд выделяется в особый вид общественного труда и превращается в профессию. Число публикуемых в год научных работ по физике достигает 20 000 (Дорфман, 2007б, с. 218–222).

1915 г. *С.Д. Барнетт* (1873–1956) открыл явление намагничивания ферромагнетика при его вращении вокруг оси в отсутствие магнитного поля – так называемый эффект Барнетта (Храмов, 1983, с. 25).

А.Л. Чижевским (1897–1964) было установлено влияние солнечной активности на биосферу.

Ритмы – своеобразные «кванты» времени – изучаются во всех науках. Интерес к ним неуклонно растет. В древние и средние века – это «гармония сфер». В Новое время сначала *У. Гершель* (1738–1822), потом (1843) астроном-любитель *Самуэль Швабе* (1789–1875) и *У.С. Джевонс* (1835–1882) установили статистическую связь между этими циклами и 11-летней солнечной активностью, погодой, сельхозпроизводством и экономическими кризисами (1843). Во второй половине XX в. было показано, что и сама солнечная активность, в свою очередь, определяется моментной динамикой Юпитера (Викулин, Мелекесцев, 2007).

1915–1916 гг. *А.Н. Крылов* (1863–1945) перевел на русский язык и издал монографию *И. Ньютона* «Математические начала натуральной философии».

1916 г. *П.Й.В. Дебай* (1884–1966) ввел понятие магнитного квантового числа (Храмов, 1983, с. 99).

1916 г. Выход в свет работы *Н.А. Умова* (1846–1915), в которой автор продолжил разработку механистического подхода к проблеме жизни, начатую *Р. Декартом*. Математическая сторона этой проблемы в то же время разрабатывалась *А.А. Ляпуновым* (1857–1918) (Ляпунов, 1968).

1964 г. Выход в свет работы *А.Н. Колмогорова* (1903–1987) (Колмогоров, 1964), в которой была продолжена разработка «механистической» проблемы жизни Декарта – Умова – Ляпунова.

1984–1986 гг. Биолог академик *Б. Вайнштейн* назвал молекулу белка молекулярным роботом – самой маленькой в природе машиной, работающей на стереохимических и электронных принципах и определяющей самосборку белковой цепи в пространственную закрученную структуру (Вайнштейн, 1986, с. 44–45).

Как видим, представления о жизни как о механическом вихревом процессе зарождались вместе с представлениями о пространстве и времени и тесно соприкасались друг с другом. Видимо, эти обстоятельства совместно с большим объемом клинических на-

блюдений позволили российским ученым-медикам в 70-х гг. XX в. сформулировать оригинальную концепцию (1984), согласно которой психика человека имеет *пространственно-временную организацию* (Викулин, Мелекесцев, 2007).

1918 г. *А.Э. Нетер* (1882–1935) показала, что в рамках классической механики законы сохранения энергии, импульса и момента импульса связаны с симметриями времени и пространства.

Несмотря на завершение всего два года назад создания теории относительности, физический мир в течение еще многих десятилетий продолжал жить исключительно по законам классической механики Ньютона.

В 1987 г. мировая общественность торжественно отмечала 300-летие механики И. Ньютона. Отмечен его гигантский вклад в развитие математики, механики, физики и других наук. Более того, признано, что идеи Ньютона в течение более двух с половиной веков определяли мировоззрение человечества. Трудно перечислить все успехи, которые были достигнуты цивилизацией с помощью фундаментальной физической теории И. Ньютона. Тем не менее в конце XIX в. основы его механики были подвергнуты серьезной критике Э. Махом (1838–1916) и другими исследователями. Э. Мах выдвинул принцип, впоследствии названный его именем, согласно которому силы инерции в механике появляются при ускоренном движении относительно центра масс Вселенной. Эта критика оказалась столь плодотворной, что именно под ее влиянием возникла сначала бессильная механика Г.Р. Герца (1857–1894), а затем релятивистская механика Лоренца – Эйнштейна и общерелятивистская механика А. Эйнштейна.

Следует отметить, что для сохранения памяти Ньютона очень много сделал именно А. Эйнштейн. В своей научной и общественной деятельности А. Эйнштейн всячески подчеркивал, что созданная им система мира не отрицает систему Ньютона. Механика Ньютона является предельным случаем теории относительности при малых скоростях движения тел (Эйнштейн, 1967, с. 78–94). Тем самым было сделано все для сохранения и приумножения наследия Ньютона, а не для принижения его роли, как это было сделано ньютонами по отношению к картезианцам во второй половине XVII в.

1921 г. *А.Х. Комптон* (1892–1962) пришел к идее спина (Храмов, 1983, с. 19).

1922 г. *О. Штерн* (1888–1969) вместе с *В. Герлахом* (1889–1979) доказал наличие магнитного момента атома, иначе говоря, экспериментально подтвердил пространственное квантование (Храмов, 1983, с. 303–304).

1 сентября 1923 г. Землетрясение в Канто, уничтожившее столицу Японии (Рихтер, 1963). При этом землетрясении впервые описаны видимые на поверхности «земляные горбы», с малой (намного меньше звуковой) скоростью распространяющиеся из очага землетрясения. В дальнейшем такие «земляные горбы», близкие по генезису «змеящиеся трубы» и тому подобные эффекты неоднократно отмечались при других сильных землетрясениях в Чили в 1960 г., на Камчатке в 1959 г. и в Мексике в 1985 г. (Викулин, 2005б; Шебалин, 2003, с. 73).

1923 г. *Луи де Бройль* (1892–1987) распространил идею А. Эйнштейна о двойственной природе света на вещество, предположив, что поток материальных частиц должен обладать и волновыми свойствами, однозначно связанными с массой и энергией (Храмов, 1983, с. 46).

1925 г. После смерти *О. Хевисайда* (1850–1925) его рукописи, посвященные задаче объединения электромагнетизма и гравитации, были таинственным образом похищены. Они не обнаружены и до настоящего времени. Но в оставшихся неопубликованных рукописях найдена знаменитая формула $E = mc^2$, которая была написана за пятнадцать лет до А. Эйнштейна. Очень странная история. (Исаков, 2005, с. 117).

1923–1931 гг. *Н.Е. Кочин* (1901–1944) показал в синоптике возможность движения сжимаемой жидкости под действием консервативных сил с образованием вихрей при отсутствии притока энергии извне. Он привел решения уравнений движения сжимаемой жидкости на вращающейся Земле, определил условия образования на поверхностях раз-

дела воздушных масс волны, переходящей в циклон, – воздушный вихрь, перемещающийся в атмосфере.

40-е гг. Вторая мировая война в значительной степени стимулировала разработку принципиально новых научно-технических установок, включая ядерное оружие.

В одном из концлагерей гитлеровской Германии В. Шауберг (1885–1958) работал с вихревыми потоками. Он обнаружил, что при определенных условиях (конусообразная форма вихря, скорость, температура и др.) поток становится самоподдерживающимся и его энергию можно использовать. Он разработал диск Белонце, который потреблял только воду и воздух. В 1945 г. диск Белонце совершил свой первый полет, поднявшись за 3 минуты на высоту 15 тыс. м, и при горизонтальном полете достиг скорости 2200 км/ч. Этот аппарат был уничтожен в конце войны и не восстановлен. Автор заявил, что его открытие принадлежит будущему (Николаев, 2002, с. 95).

70–80-е гг. Практики-гидроэнергетики заметили, что турбины с горизонтально расположенной осью вырабатывают на 15–20% энергии больше, чем с вертикально расположенной осью. Вместе с тем было установлено, что в ускоряемом потоке воды происходит ее самопроизвольное охлаждение с превращением части запасенной в воде тепловой энергии в энергию движения потока (Потапов, Фоминский, Потапов, 2000, с. 52–53). Из анализа такого рода многочисленных фактов делается вывод, что в природе все же реализуется процесс прямого преобразования теплоты потока в его кинетическую энергию при определенных условиях – предположительно при условии вихревого закручивания потока (Николаев, 2002, с. 70).

2004 г. Полная теория смерчей, тайфунов, ураганов и циклонов в атмосфере пока так и не создана. Имеется несколько интересных подходов к проблеме вихревых движений в атмосфере, в целом достаточно полно объясняющих многие стороны явления (Наливкин, 1969). Интересна работа *А.Г. Иванчина* (Иванчин, 2004), в которой, по-видимому, впервые в полном объеме решена проблема работы вихревого механизма, создающего атмосферные смерчи и ураганы с такими гигантскими энергиями.

Основная идея решения сводится к тому, что при формировании газового вихря происходит самопроизвольное преобразование потенциальной энергии давления окружающего вихрь газа в кинетическую энергию вращения вихря. При этом соблюдается закон постоянства момента количества движения, и чем сильнее сжато тело вихря, тем больше в него закачивается энергии из окружающей среды. Тороидальный вихрь окружен пограничным слоем газа, в котором температура и вязкость понижены по сравнению с температурой и вязкостью окружающей среды. Это обеспечивает устойчивость вихревого тороида и длительность его существования. Винтовой тороидальный вихрь газа в процессе образования концентрирует в себе энергию окружающей среды и является, таким образом, природным механизмом по преобразованию потенциальной энергии газовой среды в кинетическую энергию вращения вихря (Ацюковский, 2003, с. 178–179).

1924 г. *В. Паули* (1900–1958) для объяснения сверхтонкой структуры спектральных линий выдвинул гипотезу ядерного спина, предположив существование спинового и магнитного моментов ядер (Храмов, 1983, с. 208).

Луи де Бройль создает волновую теорию материи. «Идея о глубокой взаимосвязи двух великих принципов – геометрической оптики и динамики, – писал он, – могла бы стать ценным руководством для реализации синтеза волн и квантов» (Дорфман, 2006, с. 244–246).

«... Допуская, что излучение можно рассматривать как газ из квантов, мы обязаны признать, что аналогия между газом из квантов и газом из молекул должна быть полной... Думаю, что здесь речь идет не только о простой аналогии... Можно полагать, что каждому движению соответствует волновое поле, подобно тому, как в оптике волновое поле излучения соответствует движению световых квантов. Это волновое поле – пока еще неизвестной физической природы – в принципе должно оказывать свое влияние на движение» (Эйнштейн, 1966, с. 489, 496, 497).

Корпускулярно-волновой дуализм, так и не понятый до конца, позволил разобраться со многими практически и теоретически важными явлениями. Луи де Бройль распространил представление о влиянии двойственной природы света на вещество, объединив формулы Планка и Эйнштейна: $E = h\nu$ и $E = mc^2$ (Исаков, 2004б, с. 148).

1925–1928 гг. Заложены основы квантовой механики. *В.К. Гейзенбергом* (1901–1976) разработана теория матриц, *Э. Шредингером* (1887–1961) развита волновая механика – сформулировано носящее его имя основное волновое уравнение квантовой механики.

1925 г. Американские ученые *Дж. Уленбек* (1900–1974) и *С. Гаудсмит* (1902–1979) для теоретического объяснения экспериментальных данных предположили, что электрон можно рассматривать как «*вращающийся волчок*» с собственными механическим и магнитным моментами. Таким *гипотетическим* образом в физику и был введен спин – собственный момент количества движения микрочастицы, величина *чисто* квантовой природы, не связанная с движением частицы как целого.

Как видим, спин является, во-первых, одним из специфических понятий квантовой механики, отражающих ее суть (Ландау, Лифшиц, 1974). Во-вторых, при таком определении спина становится несущественным вопрос о его происхождении, неважно, является ли частица «элементарной» или «сложной» (Ландау, Лифшиц, 1974, с. 234–235). В-третьих, спиновые свойства элементарных частиц играют огромную роль в поведении *макроскопических* тел (Левич, Вдовин, Мямлин, 1971, с. 236).

Такие свойства спина, с одной стороны, предопределили введение формализма квазичастиц (Лифшиц, 1949), с другой – позволили предположить существование *собственного момента у макроскопических по размерам частей тела* (Пейве, 1961; Седов, 1973, с. 146–148).

1926 г. *В. Гордон* сформулировал независимо от *О.Б. Клейна* (1894–1977) и *В.А. Фока* (1898–1974)) релятивистски инвариантное квантовое уравнение для частиц с нулевым спином – уравнение Клейна – Фока – Гордона (Храмов, 1983, с. 90).

1927 г. *В. Паули* ввел в новую квантовую механику спин, создал теорию спина электрона (Храмов, 1983, с. 208).

1928 г. Для описания движения электрона *П.А.М. Дирак* (1902–1984) предложил модель «электронно-позитронного» вакуума, в котором в каждой точке пространства существуют в «виртуальном» состоянии электроны и позитроны. Последние могут появляться и исчезать лишь парами. Рождение пары может происходить как под действием энергии фотона, так и *виртуально*, когда после рождения пара тут же уничтожается, просуществовав недолго. Сам вакуум (по мнению Дирака, «электронное желе») определен как фотонный вакуум, как низшее энергетическое состояние электромагнитного поля (Ацюковский, 2003, с. 248–249).

В.К. Гейзенберг (1901–1976) совместно с *П. Дираком* выдвинул идею обменного взаимодействия, введя обменные силы, и независимо от *Я.И. Френкеля* разработал первую квантово-механическую теорию ферромагнетизма, основанную на обменном взаимодействии электронов (Храмов, 1983, с. 78).

После того как в начале XX в. были сформулированы основные принципы и уравнения квантовой механики, физики-теоретики разделились на две группы: группу *А. Эйнштейна* – детерминистскую («Бог не играет в кости!»), в которую входили *М. Планк*, *А. Эйнштейн*, *Л. де Бройль* и *Э. Шредингер*, и группу *Н. Бора* – «вероятностную» в составе *Н. Бора*, *В. Гейзенберга*, *М. Борна*, *П. Дирака*. Сам факт возникновения этих групп характеризует собой глубокий кризис в понимании физической реальности, который длится вот уже более полувека.

Согласно одной из гипотез (*Дмитриевский*, *Володин*, *Шипов*, 1993; *Шипов*, 2002) вероятностный характер описания квантовой теории связан с тем, что материя представляет собой имеющие конечные размеры сгустки поля инерции, которые, по сути, представляют собой *поля кручения*. Итак, в очередной раз круг замыкается, и мы опять возвращаемся к идее абсолютности вращательного движения: свободные вихри античных

мыслителей, Декарта, взаимодействующие вихри Гельмгольца, вихревые атомы Кельвина, квантовая механика – спин, инерционные поля кручения.

1928 г. Начало «вихревого» этапа в геологии и тектонике: выход в свет пионерской работы китайского геолога Ли Сыгуана (Ли Чжункуй) (1889–1971), в которой впервые выделены и описаны *вихревые структуры* в геологических разрезах Китая (Lee, 1928). Это были преимущественно вихревые структуры с горизонтальной осью вращения. Запрет о влиянии ротационного фактора на геологические и тектонические процессы был нарушен благодаря созданию к этому времени достаточно точных геологических карт, проведению детальных геологических исследований и выполнению высокоточных геодезических измерений на больших базах (Мелекесцев, 2004а).

1933 г. Экспериментальным подтверждением вращательного характера движения блоков земной коры стала работа японских исследователей (Fujiwhara, Tsujimura, Kusamitsu, 1933), которая подготовлена на основе данных результатов повторных геодезических работ в 1884–1889 и 1924–1925 гг., проведенных в японской провинции Канто, в районе очага катастрофического землетрясения 1 сентября 1923 г. В этой работе впервые формулируется вывод о *вращательном движении блока земной коры*, в котором располагался очаг землетрясения Канто. Величина горизонтальных перемещений при таком движении составляла 2 м и более.

1970–1984 гг. Выход в свет работ *Т. Рикитаке* (Рикитаке, 1970) и *Х. Сато* (Сато, 1984), в которых приведены данные повторных геодезических измерений, выполненных в 1950–1960 гг. в 300 пунктах, расположенных в пределах всего о. Хонсю. Результирующее между двумя эпохами измерений движение представлено несколькими вихревыми структурами, одно из которых является отражением движений, имевших место в очаге землетрясения 1923 г. в Канто (Fujiwhara, Tsujimura, Kusamitsu, 1933) и после него.

1986–2003 гг. В дальнейшем вывод о вращательном движении блоков земной коры, в том числе являвшихся очагами сильнейших землетрясений вблизи Алеутских островов, Колумбии, Эквадора и в других регионах планеты, подтверждается многочисленными работами ряда исследователей (Викулин, 2003; Геологическая ..., 1989; Кондратьев, 2003; Daly, 1989; Geist et al, 1988; Hashimoto, Tada, 1987; Nur et al, 1986).

1931–1933 гг. *П. Дирак* выдвинул возможность существования элементарного магнитного заряда (монополь Дирака) и антивещества (Храмов, 1983, с. 105–106).

1934 г. *С.П. Королев* (1907–1966) разработал основы теории ракетного полета в стратосфере.

4 октября 1957 г. В СССР был запущен первый искусственный спутник Земли

12 апреля 1961 г. *Ю.А. Гагарин* (1934–1968) совершил первый в мире полет в космос на космическом корабле «Восток», тем самым экспериментально доказав выводы теоретических работ К.Э. Циолковского и инженерных расчетов С.П. Королева. В результате человечество приступило к изучению и освоению околосолнечного пространства. В принципе стала возможной *экспериментальная* проверка колоссального объема накопленного человечеством в течение многих веков и тысячелетий теоретического материала, включая и одну из главнейших проблем человечества – проверку существования жизни вне Земли.

1935 г. *Е.М. Лифшиц* (1915–1985) совместно с *Л.Д. Ландау* (1908–1968) построил теорию доменов в ферромагнетиках и вывел уравнение движения магнитного момента – уравнение Ландау – Лифшица (Храмов, 1983, с. 165).

1947 г. *Х. Снайдер* (1913–1962) выдвинул идею квантования пространства, предложив схему релятивистского квантования пространства – времени (Храмов, 1983, с. 250).

В.А. Амбарцумян (1908–1996) доказал, что процесс звездообразования во Вселенной продолжается и в настоящее время (Храмов, 1983, с. 14).

1948 г. *Г.А. Гамов* (1904–1968) предложил модель Большого взрыва (Чернин, 1987).

Согласно этой модели в результате Большого взрыва, происшедшего около 15 млрд лет назад, началось космологическое расширение Вселенной, которое продолжается и в настоящее время. В первые мгновения космологического расширения, когда

возраст горячей Вселенной составлял малые доли секунды, масштабы времени и пространства были малыми, а роль квантовых эффектов чрезвычайно велика.

Таким образом, к одним из определяющих все дальнейшее состояние Вселенной эффектов относятся именно спиновые, по сути, «вихревые» эффекты, что и подтверждается строением галактик, большая часть которых (более 70%) имеет *спиральные* структуры (Чернин, 1987). Как видим, и у античных мыслителей, и у их «прямого» идейного наследника Р. Декарта были все основания предложить в качестве основы основ гипотезу вихревых атомов, «рождающих все видимое разнообразие Природы» (Викулин, 2004а), включая и саму жизнь (Викулин, Мелекесцев, 2007).

1948–1952 гг. Э.М. Парселл (1912–1997) совместно с Н. Бломбергенем (р. 1920) и Р. Паундом (р. 1919) ввел представление о спиновой температуре – более высокой, чем температура решетки, а совместно с Паундом – о положительной и отрицательной спиновых температурах.

Л. Онсагер (1903–1976) предсказал возникновение квантовых вихрей в сверхтекучей компоненте жидкого гелия, движущейся с сверхзвуковой скоростью, при температуре ниже точки фазового перехода (Храмов, 1983, с. 202, 207).

Д. Рейнуотер (1917–1986) выдвинул идею о существовании в ядре возбуждений вращательного типа и пришел к выводу, что тяжелые ядра несферичны. Он предложил изменить одночастичную ядерную модель с учетом деформаций, производимых внешним нуклоном. Это так называемая сфероидальная модель ядра Рейнуотера (Храмов, 1983, с. 231).

К. Херринг (р. 1914) построил теорию спиновых волн (Храмов, 1983, с. 290).

А.С. Давыдов (р. 1912) ввел понятие деформирующих экситонов (Храмов, 1983, с. 96).

50-70-е гг. 1951 г. Теоретическое изучение трещины Гриффитса привело к следующим выводам. Если трещина возникла в плоскости, перпендикулярной максимальному растягивающему напряжению, то разрывающее напряжение σ_{00} , сконцентрированное у конца щели, оказывается ориентированным под разными углами θ к плоскости щели в зависимости от скорости ее растяжения. Для скоростей, которые меньше величины $0,6V_s$ (V_s – скорость поперечных сейсмических волн), максимум σ_{00} отклоняется от направления трещины и при значении $0,9V_s$ это отклонение составляет около 45° (Yoffe, 1951).

1954 г. Экспериментальное изучение механизма образования тектонических разломов и нарушений геофизической среды при землетрясениях показало, что образующиеся в материале трещины при определенных условиях его нагружения испытывают вращение (Белоусов, Гзовский, 1954; Гзовский, 1975, с. 158–161).

1961 г. А.В. Пейве (1906–1985) приходит к выводу о блоковом строении геологической среды, движущей силой которой является собственный момент количества движения блока (Пейве, 1961).

1963–1965 гг. Объединение теоретических и экспериментальных условий образования трещин привело к выводу о том, что при скорости развития трещины больше $0,6V_s$ происходит ее *закручивание* и при $0,9V_s$ направление практически совпадает с направлением максимального скалывающего напряжения (Белоусов, Гзовский, 1954; Магницкий, 1965; Brace, Bombolakis, 1963; Yoffe, 1951).

Выход в свет статьи П. Кропоткина и Ю. Трапезникова «Вариации угловой скорости вращения Земли, колебания полюсов и скорости дрейфа геомагнитного поля и их возможная связь с геотектоническими процессами». Г. Кнеч в Геологическом институте Вюрцбургского университета (ФРГ) и группа специалистов под руководством И. Чебаненко в Институте геологических наук АН УССР независимо друг от друга провели эксперименты, подтвердившие влияние вращательной динамики Земли на формирование сетки ее планетарных разломов (Хаин, Полетаев, 2007, с. 17).

1973 г. Выход в свет фундаментального учебника Л.И. Седова по механике сплошных сред, в котором обращается внимание в том числе на задачи с *собственным моментом ко-*

личества движения конечного объема сплошной среды, примером которой могут быть ферромагнитные материалы. Собственный макромомент такой среды складывается из собственных микромоментов (спинов) составляющих ее атомов или молекул, взаимодействие которых при наличии магнитного поля имеет дальний порядок (Седов, 1973, с. 146–148).

1975 г. Устанавливается пространственная волнистость крупных разрывов. Делается вывод о том, что «представление о прямолинейности крупных разрывов, содержащееся во многих учебниках по структурной геологии, часто не соответствует описанным фактам. Вероятно, нужно говорить об общем, среднем направлении простирания каждого разрыва, отклонения от которого будут наблюдаться повсеместно» (Гзовский, 1975, с. 158–161, 169–178).

1953 г. Дж. Уотсон (р. 1928) и Ф. Крик (1916–2004), впоследствии нобелевские лауреаты, предложили модель строения основной молекулы жизни – молекулы дезоксирибонуклеиновой кислоты (ДНК) в форме *двойной спирали*. Молекула ДНК представляет собой сложную динамическую систему со специфическим распределением внутренних взаимодействий. Она состоит из множества атомов, которые собраны в своеобразную спиральную структуру и имеют большую внутреннюю подвижность.

Спиральную форму имеют и некоторые бактерии – спириллы, менее скрученные и похожие на запятую, спирохеты, сильно закрученные и напоминающие штопор, а также большое количество куколок, раковин и др. (Вилли, 1968, с. 166, 271). Следует отметить, что строение раковин, скелетов, ветвистых растений и способность организмов строить несимметричные молекулы оказали заметное влияние на ход эволюции.

Вторая половина XX в. Главная особенность белков, которая имеет решающее значение для их функционирования, – способность самопроизвольно формировать пространственную структуру, свойственную только данному белку. Это так называемая самоорганизация структуры (Викулин, Мелекесцев, 2007). Сам механизм, реализующий программу синтеза молекулы белка за 1–2 минуты, удивительно изящен. При построении белков живая природа использует только 20 вполне определенных аминокислот, которые получили название канонических. Этот набор универсален. Замена одной аминокислоты в белке может полностью нарушить его функции и привести к гибели организма (Павленко, 2005, с. 709).

Конец XX – начало XXI вв. В «белковой» проблеме еще много неясного (Викулин, Мелекесцев, 2007). Например, все белковые соединения, входящие в состав живого вещества, имеют «левую асимметрию». Что это значит? Когда происходит лабораторный синтез такого соединения, «правые» и «левые» формы всегда присутствуют в одинаковом количестве, так как наращивание молекул путем присоединения атомов и атомных группировок происходит случайным образом. Почему же в «живых» органических соединениях всегда присутствуют только «левые» формы аминокислот и «правые» молекулы сахаров, тогда как их зеркальные изомеры в биосфере полностью отсутствуют? В каком виде белковая молекула получает команду на сворачивание «единственным и неповторимым» образом? С помощью какого поля белковой молекуле передается такой в буквальном смысле слова «живородящий» момент «левой» ориентации? Продолжением вращательных движений какой природы является такой момент?

Ответы на все эти вопросы, возможно, связаны с одним удивительным свойством живой природы, которое заключается в способности строить белки *только* из левых оптических изомеров аминокислот (Викулин, Мелекесцев, 2007).

2007 г. Приведенные выше данные позволяют объединить «механистические» (Д. Бруно – Р. Декарт и их последователи XVI–XX вв.) и философско-естественные (Ф. Энгельс) выводы, естественным образом дополняющие друг друга: жизнь является *вихревой* формой движения *белковой* материи (Викулин, Мелекесцев, 2007).

Суть современных представлений о передаче генетической информации сводится к следующему (Гаряев, 1997; Гобчанский, Ефимов, 2007, с. 10, 11). Гены содержат и вещественную, и волновую составляющие. В процессе жизни и развития организма геном

клетки хранит и выдает информацию *в виде солитонов – пространственно-временных управляющих сигналов вихревого колебательного характера*, структура которых отражает переход от упорядоченного состояния к хаотическому и обратно, а также близка к структуре человеческой речи.

Таким образом, *гену свойствен* двойственный способ передачи информации: на вещественном и волновом уровнях, т. е. *корпускулярно-волновой дуализм*.

Физиологическое и биохимическое действие оптических изомеров часто совершенно различно. Например, белки, синтезированные искусственным путем из правых аминокислот, не усваиваются организмом. Бактерии подвергают брожению лишь один из изомеров, не затрагивая другой. Левый никотин в несколько раз ядовитее правого никотина. Удивительный феномен преимущественной роли только одной из форм оптических изомеров в биологических процессах может иметь фундаментальное значение для выяснения путей зарождения и эволюции жизни на Земле (Физический ..., 1983, с. 497, 498).

В свете этих данных становится очевидно, что при ответе на такие вопросы не обойтись без привлечения физических представлений об *элементарном «живом» («вихревом») моменте*, по сути своеобразном *«спине жизни»*.

Еще микробиолог *Л. Пастер* (1822–1895) – «герой мысли», «человек с всеохватывающим полетом мысли», как говорили о нем современники, – указал, что «асимметричный синтез» может происходить при наличии какого-нибудь природного асимметричного фактора (Шкловский, 1980, с. 182).

Одним из таких асимметричных факторов или движений, которые могли бы способствовать зарождению «молекулы жизни» – белка (Вайнштейн, 1986), может быть *вращение* (Викулин, Мелекесцев, 2007). Имеющиеся геохронологические ряды данных, указывают, по-видимому, на *однократное* возникновение жизни на Земле. В таком случае если предположить, что жизнь на Земле возникла *закономерно*, а не случайно, то либо такое «асимметричное вращение» в момент зарождения жизни должно было быть неким особым вращением, либо механическое вращение оставалось «обычным», но сопровождалось «асимметричным» изменением другого, по сути «вихревого» геофизического поля, например аномальной переполусовкой магнитного поля планеты (Николаев, 1991).

1955 г. *Р.Ф. Фейман* (1918–1988) развил теорию квантовых вихрей в сверхтекучем гелии, показав, что при достаточно больших скоростях жидкий гелий должен быть пронизан квантовыми вихрями (Храмов, 1983, с. 274).

1958 г. Выход в свет знаменитой, ставшей классической книги *Ч. Рихтера* (1900–1985) «Элементарная сейсмология» (Рихтер, 1963), в которой автор, по-видимому, впервые обратил внимание исследователей на возможность направленной миграции очагов землетрясений вдоль Северо-Анатолийского разлома в Турции со скоростью около 200 км в год (≈ 1 см/с) (Быков, 2005). Впоследствии Р.З. Таракановым (Тараканов, 1961), С. Дудой (Duda, 1963), К. Моги (Mogi, 1968) и многими другими исследователями (Викулин, 2001, 2003) эффект миграции очагов землетрясений был подтвержден и доказан на сейсмологическом материале других регионов планеты. Было установлено, что скорости миграции землетрясений расположены в диапазоне примерно восьми порядков: от 1 км/год (10^{-2} см/с) до 10^7 км/год (1 км/с) (Викулин, 2001, 2003). Теория явления миграции землетрясений была дана в конце 90-х гг. прошлого века А.В. Викулиным и А.Г. Иванчиным в рамках волновой ротационной модели (Викулин, 2003; Викулин, Иванчин, 1998). Ими было показано, что миграция очагов землетрясений осуществляется упругоротационными волнами крутильной поляризации, являющимися, по определению А.С. Давыдова, солитонами и экситонами (Давыдов, 1982).

1986 г. Выход в свет монографии Л.А. Маслова, в которой с привлечением большого объема данных детально исследуется геодинамика литосферы тихоокеанского подвижного пояса (Маслов, 1996). В этой работе в соответствии с представлениями о возможности описания кинематики Тихоокеанского пояса в виде вращений и сдвигов и на основании данных о палеонапряжениях и угловых осцилляциях вектора скорости

тихоокеанской плиты показывается, в частности, что в течение последних 30 млн лет тектоническое поле напряжений Тихоокеанского пояса неоднократно (пять раз) пере-страивалось. В результате повороты тихоокеанской плиты вокруг горячей «гавайской» точки в разные стороны составляли 10° , что соответствует амплитуде колебаний границы плиты, равной нескольким (пяти) сотням километров. Выполненный автором анализ движущих механизмов геодинамики показал, что обоснование таких движений, происходящих на *вращающейся* Земле, в рамках непрерывных («обычных», не блоковых) моделей, в принципе, невозможно. По мнению автора, такие поворотные колебательные движения всей тихоокеанской плиты в состоянии дать объяснение эффекту миграции очагов землетрясений вдоль ее окраины.

1991 г. *Е. Шемякин* с соавторами на основе экспериментального моделирования предположили: дифференциальное вращение внутренних масс планеты может приводить, во-первых, к ее разогреву; во-вторых, к образованию ее магнитного поля.

1995 г. *Н. Сигачева* с соавторами (МГУ) показали: «спиралевидно-скручивающее движение» может рассматриваться как «механизм самоорганизации геологического пространства» (Хаин, Полетаев, 2007, с. 17).

2003 г. *А.В. Викулиным* было показано, что региональные сейсмичность и вулканизм (извержения соответствующих групп вулканов) в пределах всего «огненного кольца» Тихого океана взаимосвязаны. На основании этих данных было сформулировано предположение о волновой природе вулканического планетарного процесса (Викулин, 2003).

2005, 2007 гг. Показано (Викулин, Тверитинова, 2007; Тверитинова, Викулин, 2005), что такими же, как и сейсмическими, а по сути солитонными и экситонными решениями в рамках ротационной модели (Викулин, 2003; Викулин, Иванчин, 1998) описываются и движения тектонических плит.

Таким образом, полученные данные позволили сформулировать следующую гипотезу: тектонические волны, волны миграции землетрясений и извержений вулканов являются разными «представлениями» (проявлениями) единого, по сути геодинамического планетарного процесса, протекающего в пределах земной коры и литосферы (Викулин, Тверитинова, 2007).

1959 г. Выход в свет работы *М.В. Стоваса* (Стовас, 1959). Автор обратил внимание на очевидный факт, согласно которому изменение угловой скорости вращения Земли обуславливает изменение полярного сжатия Земли и приводит к сопряженной деформации всех ее основных параметров. По-видимому, Стовас первый дал количественное объяснение этому факту. Он показал, что при изменении ротационного режима вращения Земли возникают широтные, меридиональные и радиальные напряжения в ее коровом слое, которые и являются причиной особого напряженного состояния в широтных зонах между 30 и 40° в обоих полушариях – зонах перемены знака главных напряжений.

В последующем о важности ротационных движений писали ученые П.С. Воронов, В.Г. Бондарчук, О.И. Слензак, Б.Л. Личков, К.Ф. Тяпкин и многие другие. В настоящее время можно считать общепринятым важность ротационного фактора.

Следует отметить, что исследователям, принимавшим и развивавшим идеи воздействия ротационного фактора на различные геологические процессы, в нашей стране активно противостояли большие ученые, не принимавшие всерьез ротационный фактор. Такое противостояние принимало очень острые дискуссионные формы (Полетаев, 2006), иногда эти формы были не только дискуссионными. В 1950-х и последующих годах в России по ряду научных мировоззрений имела место ситуация, близкая к той, которая напоминала взаимоотношения ньютонианцев и картезианцев в середине XVII в. В результате мы до сих пор только и делаем, что обсуждаем важность ротационного фактора, хотя и очень активно. Как и во времена Декарта – Ньютона, идея важности вращательных и вихревых движений в наше время с большим трудом завоевывает право на существование.

1960 г. Представления о природе и жизни, как это следует из великолепного обзора *В.В. Лункевича* (1866–1941), охватывающего 2500-летнюю историю биологии начиная

с античных времен, постоянно изменялись и совершенствовались. Основная идея эволюции таких представлений постоянно «колебалась» между двумя «крайними» и главными постулатами – единой и двойственной (материя – божественное происхождение жизни) сущностью природы. Изменялись представления и об эволюции самой жизни. В соответствии с античными представлениями Эмпедокла жизнь возникла до появления Солнца. В соответствии с представлениями профессора Мережковского (1910) живая природа *двойственна, дуалистична* – и по составу, и по свойствам строительного материала, и по происхождению. Первичные *цианистые соединения – предвестники грядущего живого вещества* – появились, как и у Эмпедокла, в беспредельном пространстве мироздания, в вихревом огненно-жидком шаре. Лишь в последнем, четвертом периоде жизни земного шара, когда появился в избытке свободный кислород, настал второй торжественный момент в творчестве живой материи: из материи «мертвой» она явилась в виде микроскопических комочков живого вещества, обладающих способностью двигаться.

Говоря современным языком, первая фаза появления жизни по Эмпедоклу и Мережковскому есть, по существу, и Большой взрыв, в результате которого родилась Вселенная (Викулин, Мелекесцев, 2007).

Жизнь на Земле возникла *менее чем за один миллиард лет* с момента образования планеты. Прошло еще 2,5 млрд лет – и возникли одноклеточные водоросли. Многоклеточные организмы появились 500 млн лет назад. Для осуществления этого события потребовалось 3,5–3,8 млрд лет. Наземные растения и позвоночные возникли быстрее – в палеозойскую эру, т. е. 400 млн лет назад, млекопитающие – в мезозойскую эру, т. е. 200 млн лет назад.

В настоящее время известно около 1,5 млн живущих видов. Считается, что вдвое большее их количество еще не описано. Эти цифры указывают на размеры и сложность строения биосферы (Флинт, 1978, с. 143).

Жизнь и простейшие живые организмы – микробы обладают поистине фантастическими возможностями сохранять свою «жизненную силу». Действительно, они обнаружены в Антарктике, где температура доходит до -80°C , возможно, и до -100°C , в комочках почвы, хранящихся с 1640 г. в крупнейшем ботаническом саду Кью-Гарденс (Лондон), в стенах древних индейских пирамид в Перу, возраст которых составляет 4800 лет, в пластах угля, возраст которых оценен в 300 млн лет, и в образцах соли, которым более 600 млн лет.

Эти данные не исключают гипотезу космического (и божественного, если выйти за рамки понимания науки) происхождения жизни (Викулин, Мелекесцев, 2007).

Современный период

1960 г. – начало XXI в. К середине 50-х гг. благодаря успехам научно-технической революции на вооружение геологов, геофизиков и геохимиков поступили новые приборы, расширившие возможности познания строения и развития земной коры и тектоносферы в целом. Началось интенсивное изучение ложа океанов, что привело к получению принципиально новых данных о строении океанской коры. Геофизики подтвердили существование в верхней мантии ослабленного слоя – астеносферы, открыли явление остаточной намагниченности горных пород (палеомагнетизм), периодической инверсии магнитного поля Земли, линейные магнитные аномалии в океанах.

1961 г. Выход в свет работы геолога А.В. Пейве (1906–1985). В ракурсе обсуждаемых в настоящем обзоре проблем и движений выделим три важных момента этой работы (Пейве, 1961).

Во-первых, автор обосновывает *блоковое строение* земной коры.

Во-вторых, анализируя ее структуру и движение, приходит к новому, фантастическому по тем (да и по нынешним тоже) временам выводу о механизме движения коры – *собственному источнику движения блока*. Принимая внешний по отношению к Земле

ГЛАВА 2 ВИХРИ, ВСЕЛЕННАЯ И ЖИЗНЬ

В главе представлен и в первом приближении целенаправленно проанализирован большой комплекс разномасштабных и разнотипных вихревых движений, известных во Вселенной, включая Землю. Этот обзор, по сути, «склеен» из цитат работ исследователей разного профиля и объединен комментариями авторов.

Предпринята попытка увязать проблему зарождения и эволюции биологической жизни на Земле (по возможности, непротиворечивым образом) с фундаментальными представлениями физики о пространстве – времени, обусловленными вращением планеты, геофизическими полями, их динамикой во времени и пространстве, эволюцией протекавших на ней геологических процессов. Предполагается, что все живое на Земле, в том числе и человек, несут на себе «печать» ротационного эффекта и связанных с ним вихревых движений и вихревых структур ее жидкого ядра, астеносферы, электромагнитных полей. Не исключается, что и сами живые организмы представляют собой сложно построенные комбинации вихреподобных структур разных типов и рангов.

Немного истории

Вселенная – самый крупный объект науки. Она существует в единственном экземпляре. Никаких других Вселенных нам не дано, поэтому сравнивать нашу Вселенную не с чем. Особенностью науки о Вселенной, включающей все разделы – от космогонии и астрономии, физики и геологии, философии и истории до биологии, изучающей зарождение жизни, – является близкое родство точных наук с философскими исканиями, в том числе с попытками осмыслить место человека в мире.

Первые запечатленные наблюдения за движением Солнца на фоне звездного неба относятся к 4–3 тысячелетиям до н. э. В 3-м тысячелетии до н. э. шумерские астрономы определили начало нового года – день весеннего противостояния – по вступлению Солнца в созвездие Тельца (Павленко, 2005, с. 115). Задачу же создания модели Вселенной впервые поставил Платон (427–347 гг. до н. э.). Аристарх Самосский (конец IV в. – 1-я пол. III в. до н. э.) высказывался в пользу гелиоцентрической системы устройства нашего мира. Однако модель Солнечной системы, состоящей из 27 концентрических сфер, в центре которых была Земля, сконструировал Евдокс Киндинский (408–355 гг. до н. э.). В окончательном виде первая геоцентрическая система мира была развита Клавдием Птолемеем (100–178 гг.), который, исходя из шарообразности Земли и следуя Гиппарху из Никеи ((190)180–125 гг. до н. э.), применил эксцентрические круги и эпициклы для объяснения движения Солнца, Луны и планет (Боголюбов, 1983, с. 134, 176, 380, 393–394). С точки зрения современников, самым большим «злом» системы Птолемея оказалось то, что она была достаточно точно подогнана под известные данные о движении планет и во многих отношениях оставалась неуязвимой для опровержения. Это и позволило первой системе быть моделью Вселенной на протяжении около полутора тысяч лет.

Работами Н. Коперника (1473–1543), И. Кеплера (1571–1630) и Г. Галилея (1564–1642) – «последнего из могикан эпохи Возрождения» (Лункевич, 1960а, с. 322) – была построена новая гелиоцентрическая модель, которая оказалась более удобной по сравнению с геоцентрической моделью. Первое строго научное описание устройства мира предложил И. Ньютон (1643–1727) в работе «Математические начала натуральной философии», опубликованной в 1687 г. К началу XX в. классическая механика Ньютона служила основой для понимания *всех* явлений природы, включая и осмысление процесса появления жизни на Земле (Эйнштейн, 1967, с. 78).

В определенном смысле еще дальше пошел Леонардо да Винчи (1452–1519), который «не считал Землю центром не только мира, но и Солнечной системы». Перед твор-

ческим взором Леонардо уже носилось безграничное пространство, усеянное множеством миров, среди которых красуется и наш солнечный мир. Земля же – всего лишь одно из бесконечных небесных тел, среди которых она имеет близкую ей по характеру и судьбам родню (Лункевич, 1960а, с. 243–244).

Согласно классической механике Ньютона время и пространство существуют независимо друг от друга. Физические тела движутся во времени и пространстве. Время и пространство являются абсолютными категориями, которые своим существованием не обязаны чему бы то ни было в мире.

Ходу времени подчиняются все тела природы, все физические явления. Время однородно. Это свойство именно времени, а не того, что в нем происходит. Образуются и гаснут звезды, формируются и разрушаются галактики, где-то зарождается жизнь и возникает разум, сменяются поколения – абсолютное время ко всему этому безразлично. Мир физических тел претерпевает многообразные изменения, но само абсолютное время на эти изменения никак не реагирует. Во времени классической механики нет никакого выделенного, особенного момента, который мог бы претендовать на исключительное право считаться начальным, стартовым, да и вообще на какие-либо особые права. Все моменты одинаковы, потому-то одинаковы и результаты одних и тех же физических экспериментов, проводимых в разное время.

Однако в 1754 г. Ж.Л. Д'Аламбер (1717–1783) заметил, что время входит в динамику лишь как «геометрический параметр», а Ж.Л. Лагранж (1736–1813) более чем за сто лет до работ А. Эйнштейна (1879–1955) и Г. Минковского (1864–1909) зашел так далеко, что назвал динамику четырехмерной геометрией. Милетской школе, одним из представителей которой был Фалес Милетский (624–548 гг. до н. э.), принадлежит идея о праматерии, тесно связанная с концепцией сохранения материи. По Фалесу, праматерию образует единая субстанция. По мнению И. Пригожина (1985), «время – забытое измерение» (Потапов, Фоминский, Потапов, 2000).

Неразработанность концепции геологического времени вызвана в первую очередь отсутствием глубокого философского осмысления его специфической природы, его кардинального отличия от обыденного (физического). Это совершенно естественно и закономерно, поскольку специфическая природа реального геологического времени требует использования принципиально иного логико-математического аппарата (Симаков, 1999). Проблема времени занимала философов различных эпох и, безусловно, находится сейчас в центре современных физических и философских дискуссий (Рейхенбах, 2003).

Пространство по своим свойствам – однородное, изотропное, евклидово, не зависит от всего, что в себя вмещает, и остается всегда и везде одинаковым и неизменным. В пространстве нет ни каких-то выделенных точек, ни выделенных направлений, физические эксперименты в разных местах и при различной ориентации приборов по направлениям дают одни и те же результаты. Однородность пространства – это его симметрия относительно всевозможных сдвигов. Изотропия – симметрия относительно поворотов, вращений вокруг всевозможных осей в пространстве.

Во всей области применимости классической механики пространство и время «ведут себя» так, как если бы они были не ограничены и бесконечны по объему и длительности. Именно с такими симметриями времени и пространства, как показала А.Э. Нетер (1882–1935) в 1918 г. (Вариационные ..., 1959), и связаны законы сохранения энергии, импульса и момента импульса.

По выражению А. Эйнштейна, построенный И. Ньютоном фундамент оказался исключительно плодотворным и тем самым позволил осуществить мечты философско-натуралистов древности – Демокрита (470/468 – ок. 370 гг. до н. э.) и Эпикура (341–270 гг. до н. э.), считавших, что должна существовать причинная взаимосвязь всех без исключения природных явлений. После таких успехов теории вряд ли оставались какие-нибудь сомнения в том, что развитие вообще всех материальных явлений происходит с необходимой закономерностью, которую можно было бы сравнить с ходом часов. Кроме

того, стало очевидно, что процессы мышления должны быть неразрывно связаны с материальными процессами, протекающими в мозгу, и поэтому стала неизбежной идея о том, что и в основе мышления и желаний человека и животных должны лежать те же строго причинные закономерности. Таким образом, Ньютон оказал своими трудами глубочайшее и сильнейшее влияние на все мировоззрение в целом (Эйнштейн, 1967, с. 90). Перефразируя известные слова В.И. Ленина (1870–1924), можно констатировать: учение Ньютона всесильно, потому что оно опирается на стройную физическую концепцию, выработанную на основе многовекового опыта человечества.

В определенном смысле альтернативная ньютоновой картина устройства мира была дана несколько ранее Р. Декартом (1596–1650) в его главном труде «Начала философии», вышедшем в свет в 1644 г.

Р. Декарт – новатор науки. Поднявшись высоко над современниками, он остался в плену естественных дисциплин: математики, механики и физики. Их методы и законы полностью царят в его суждениях о *космосе, живой природе, человеке*. Он широкими мазками набросал картину мира, в которой *все, за исключением души* (она же разум), *механизировано*, все истолковывается в терминах материи и движения (Лункевич, 1960а, с. 407).

Декарт создал общую картину мира исходя из предположения, что пространство сплошь заполнено материей, находящейся в состоянии непрерывного движения. Он считал основным закон сохранения количества движения (Боголюбов, 1983, с. 162). Законы природы, по Декарту, достаточны, чтобы заставить части материи расположиться в весьма стройный порядок. Декарт нарисовал картину возникновения, развития и сосуществования множества разномасштабных миров. Из первоначального хаоса, благодаря взаимодействиям частиц, образуются *вихри*. При этом более массивные частицы вытесняются к периферии, сцепляются и образуют тела планет. Каждая планета вовлекается своим вихрем в круговое движение около центрального светила. Кометы, представители самых далеких миров, имеют такую же структуру, как и планеты, принадлежат к переходящим, пограничным вихрям, переходя из одного мира в другой (Кудрявцев, 1956, с. 147–150). В дальнейшем вихревая гипотеза Декарта развивалась в работах Э. Канта (1724–1804), П. Лапласа (1749–1827), Н.А. Шило (Шило, 1982) и других исследователей (Вихри ..., 2004).

К идее вихревого движения как элементарного, простого движения Р. Декарт, по видимому, пришел после ознакомления с идеями античных мыслителей и работами Г. Галилея. По Галилею (как, впрочем, и в соответствии с представлениями «учителя учителей» Аристотеля (384–322 гг. до н. э.)), в природе есть два простых движения – по прямой и по кругу. Движение планет и их спутников по круговым (эллиптическим) орбитам для Галилея было несомненным: уже в 1609 г. он наблюдал кроме Луны за спутниками Юпитера с помощью изобретенного им телескопа. Подробно в своих работах Галилей остановился и на проблеме трения (Галилей, 1964).

Очевидной «суперпозицией» таких простых движений является хорошо известная с античных времен спираль, которая с учетом трения и (или) существования начала мира и, как следствие, начала движения может быть «трансформирована» в вихрь. Декарт хорошо знал и высоко ценил работы Галилея, хотя и не во всем был с ним согласен. Из-за боязни преследования со стороны церкви (Лункевич, 1960а, с. 409), он не только не ссылался на работы Галилея, который, как известно, таким преследованиям подвергался, но и всячески от него абстрагировался (Погребысский, Франфуркт, 1964а). По мнению Х. Гюйгенса (1629–1695), у Декарта «слава Галилея вызывала сильную ревность», он «очень хотел, чтобы его считали автором новой системы» (Погребысский, Франфуркт, 1964б).

Идеи о материи, движении и космосе как *грандиозном механизме* распространяются Декартом и на *живую природу*, на мир организмов. Исходя из предпосылок своей теории Декарт пришел к убеждению, что *биология – не более как усложненная физика, а организмы – в такой же мере сложные механизмы: растения – великолепно сконструированные машины, а животные – блестяще сооруженные и эффективно действующие автоматы*.

Таково учение Декарта об организмах в его первоизданном виде. Но он не был бы Декартом, если бы этим ограничивались его взгляды на биологию. На самом деле его учение о строении и деятельности организмов животных и человека много содержательнее и сложнее – оно заряжено вихревой энергией. С автоматизмом же животных не может сравниться ни одна из машин (Лункевич, 1960а, с. 409–416).

Ясно, почему Р. Декарт был первым, кто поддержал В. Гарвея (1578–1657), который на основании изучения анатомии 60 различных позвоночных и беспозвоночных животных создал учение о *кровообращении*: работе сердца и циркуляции крови «от сердца к сердцу». Гарвей писал: «Сердце есть основа жизни и солнце микрокосма, подобно тому, как Солнце можно назвать сердцем мира» (Лункевич, 1960а, с. 330–331).

С позиции XXI в. становится ясно, что роль и положение философии Декарта в истории науки определяется именно той «*вихревой энергией*», которая является, по сути, «душой» всех ее составляющих, включая и живые организмы.

Стройная физическая теория Ньютона, опирающаяся на количественные законы, проверяемые опытом, «победила» в основном философскую концепцию Декарта. Это и понятно. Трудно, да пожалуй, и невозможно (даже в настоящее время!) достаточно строго описать ансамбль вихревых, разномасштабных, взаимодействующих друг с другом движений материи в рамках концепции, опирающейся на однородное время и евклидово пространство. В результате картезианцы были в буквальном смысле слова «разгромлены» и «повержены» ньютонианцами, что более чем на век «похоронило» вихревую гипотезу Декарта. Даже ставшие впоследствии очевидными успехи космогонической (Э. Канта) и небулярной (П. Лапласа) гипотез, достижения вихревой динамики, созданной трудами Г.Л.Ф. Гельмгольца, У. Томсона (лорда Кельвина), Г.Р. Кирхгофа, Б. Римана и многих других ученых, так и не смогли придать вихревой гипотезе, по Декарту лежащей в основе устройства мира, большего веса. В то же время исследования, выполненные в течение нескольких веков, убедительно доказали существование вихревых движений, показали их «всепроникающую» распространенность в веществе Вселенной независимо от его физического состояния и масштабов, от элементарных частиц и вихревых атомов лорда Кельвина до галактик и их скоплений (Вихри..., 2004).

В соответствии с недавними представлениями жизнь как форма существования белковых тел (Энгельс, 1975), по сути, является одной из форм движения материи (Советский ..., 1985, с. 437). Вслед за Декартом (Боголюбов, 1983, с. 162–163), не видели непреодолимой границы между живым и неживым философ Д. Дидро (1713–1784), биолог Ф.В. Шеллинг (1775–1854) (Лункевич, 1960б, с. 32–37; 212–216) и наш соотечественник физик Н.А. Умов (1846–1915) (Умов, 1916), который в начале своей деятельности был убежденным картезианцем и написал ряд восторженных статей, посвященных философии Декарта (Умов, 1950, с. 522). Французский математик, медик, философ Ж.Л.Л. де Бюффон (1707–1788) – Плиний XVIII века, как отзывались о нем современники, считал, что в живой природе имеются своеобразные законы сохранения: количество жизни на Земле, а может быть, и во всей Вселенной неизменно (Лункевич, 1960б, с. 16–20).

После Р. Декарта механистический подход к проблеме жизни развивался в работах Ж. Кювье (1769–1832) (Беклемишев, 1964), А.А. Ляпунова (1857–1918) (Ляпунов, 1968), Н.А. Умова (Умов, 1916), А.Н. Колмогорова (1903–1987) (Колмогоров, 1964) и многих других исследователей. Даже в наши дни академик Б. Вайнштейн назвал молекулу белка молекулярным роботом – самой маленькой в природе машиной, работающей на стереохимических и электронных принципах и определяющей самосборку белковой цепи в пространственную закрученную структуру (Вайнштейн, 1986, с. 44–45). Как видим, представления о жизни как о механическом вихревом процессе зарождались одновременно с представлениями о пространстве и времени и тесно соприкасались друг с другом. Видимо, эти обстоятельства совместно с большим объемом клинических наблюдений позволили российским ученым-медикам в 70-х гг. XX в.

сформулировать оригинальную концепцию, согласно которой психика человека имеет *пространственно-временную организацию* (Гохлернер, 1984).

Единство природы с античных времен и до настоящего времени является основной идеей естествознания. Один из наиболее ее последовательных и ярких сторонников – «великий мученик науки» Джордано Бруно (1548–1600). Он полагал, что *природа едина и материальна и в своем творческом порыве*, который является «душой», интеллектом мира; что она бессмертна и телом и душой, так как душа и тело нераздельны. Ибо каждый атом – это «монада», являющаяся одновременно и математической точкой, и физическим атомом, и психическим началом («*De Monade*»). Целое слагалось в *живое единство* из живых же единиц. *Жизнь царит повсюду во вселенной*. Небесные тела в отдельности – живые организмы. Такой же живой, единый организм и космос. Подвижный, изменчивый, вечно развивающийся, изнутри себя творящий. Он, собственно, и есть «божество» – единое и в то же время разлитое повсюду, проникающее и оживотворяющее каждый атом, каждую «монаду» мироздания. Эта идея всецело владеет умом Бруно. Как будет показано ниже, этой идее следовали и следуют многие умы человечества. Но венцом, завершающим теоретическое здание Бруно, является его безграничная вера в знания, в познавательные способности нашего разума и познаваемость космоса, а также идея о «единстве природы и ума», за которую он после семи лет заточения в инквизиторской тюрьме принял мучительную смерть на костре (Лункевич, 1960а, с. 301–303).

Автору, воспитанному на «научных сагах» Д.А. Гранина (р. 1919), Д.С. Данина (1914–2000) и Ю.П. Германа (1910–1967), в прошлом студенту, а впоследствии научно-му сотруднику, трудно согласиться с оценкой В.В. Лункевича «сцены» отречения Галилея как «потрясающей и позорной для человечества» (Лункевич, 1960а, с. 303, 304). Именно вздернутый на дыбу авторитет церкви повел на костер Д. Бруно, измывался над престарелым Галилеем, принудил Коперника не торопиться с печатанием его великого труда (Берман, 1997, с. 315). Имея в виду таких людей, А.И Герцен (1812–1870) заметил: «Они были так восторженны... Это эпоха первой любви, упоения, не знающего меры, эпоха новости поражающей; не ищите у них строгой наукообразной формы, ими только открыта почва науки, ими только освобождена мысль; содержание ее понято больше сердцем и фантазией, нежели разумом. Века должны были пройти, прежде чем наука смогла развить методой те истины, которые Джордано Бруно высказал восторженно, пророчески, вдохновенно» (Герцен, 1948).

Есть предание, будто седой стареющий Галилей через 33 года после сожжения Бруно тотчас же вслед за отречением промолвил: «А все таки она движется!» Да, движется и вместе с собой вихрем несет человечество, все подвиги и деяния его – и славные, и позорные.

Таким образом, допуская единство природы, признавая существование вихревых движений и их важность для устройства Вселенной, тем самым воздавая должное Бруно и Галилею, примиря картезианцев с ньютонианцами и продолжая приведенную выше мысль Эйнштейна (Эйнштейн, 1967), можно предположить (Мелекесцев, 2004б): вихревые движения, несомненно, должны были играть важную, ключевую роль и в процессах образования Земли, возникновения на ней жизни и ее последующей эволюции.

При написании введения и глав 1, 2 настоящей монографии широко использовались материалы обзорных работ А. Чернина (Чернин, 1987, 2005).

Пространство, время, материя, тяготение

Время классической механики – время макромира, т. е. мира, масштабом и мерой которого служит сам человек и непосредственно окружающие его тела природы. Классическая механика действует и торжествует в рамках макромира и только в нем.

Эти рамки перешагнула новая физика, созданная в начале XX в. А. Эйнштейном, а также Х. Лорентцом (1865–1940), А. Пуанкаре (1854–1912), Д. Гильбертом (1862–1943), другими физиками и математиками. Теория относительности расширила поле деятельности науки и при этом не отбросила классическую механику, а включила ее в себя в качестве приближенной теории, справедливой при ограничениях скоростей (меньше скорости света) и сил тяготения (перепады гравитационного потенциала должны быть малы по сравнению с квадратом скорости света). Теория относительности открыла новые свойства времени и пространства. Было установлено, что время теснейшим образом связано с пространством. Вместе с пространством оно составляет единый четырехмерный мир, в котором и происходят все физические явления.

Согласно теории относительности нельзя разделить наше четырехмерное пространство – время на трехмерное пространство и одномерное время. Пространство – время порождается материей и теряет свое самостоятельное существование. Структура четырехмерного пространства зависит от распределения и движения материи – частиц и полей (Павленко, 2005, с. 808–809).

В новой физике время теряет свою абсолютность. Это проявляется прежде всего в том, что абсолютного смысла лишается понятие одновременности. Сам темп времени зависит теперь от движения и поэтому становится относительным. Наконец, время оказывается подверженным действию тяготения, которое влияет на его темп: там, где имеются силы тяготения, время течет медленнее, чем в отсутствие этих сил. Например, вблизи «черной дыры» темп времени столь сильно замедляется, что оно как бы останавливается там в своем беге.

Время является одной из основных категорий естествознания, обозначающих основные формы существования материи (Физический ..., 1985, с. 592). К пониманию сущности категории времени в настоящее время приковано внимание большого количества исследователей разных специальностей (Викулин, 2004б; Князева, Курдюмова, 2007; Конструкции, 1996; Пригожин, 1985; Хоккинг, 2007; Хоккинг, Млодинов, 2007; Шпитальная, Заколдаев, Уфимов, 1991). По-видимому, только данные геологии и астрономии могут дать ответ на вопрос о равномерности течения времени (Наливкин, 1969; Шпитальная, Заколдаев, Ефимов, 1991). Именно с таких позиций в самом широком аспекте предполагается рассмотреть концепцию времени в одном из ближайших сборников «ротационно-вихревой» серии (Вихри ..., 2004; Ротационные ..., 2007).

Неожиданный поворот произошел в развитии представлений об энергии. Поскольку время перестало быть абсолютным, то оно утратило, строго говоря, и свою однородность. Течение времени может оказаться неравномерным, в разные моменты разным в зависимости от происходящих во времени и пространстве физических явлений (например, перемещений тяготеющих масс). Но в неоднородном времени нет и такой сохраняющейся физической величины, как энергия. Закона сохранения энергии просто не существует. Более того, полная энергия и полный угловой момент для замкнутой Вселенной не могут быть определены – они являются бессмысленными понятиями (Уиллер, 1982). Конечно, при движениях с малыми скоростями и в слабых полях тяготения энергия по-прежнему сохраняется, хотя, как мы теперь понимаем, не строго, а с точностью до релятивистских поправок.

Не создает ли новая ситуация с энергией каких-либо трудностей, препятствий или принципиальных противоречий? Нет, в физической науке не существует никаких экспериментальных достоверных фактов, которые указывали бы на то, что энергия должна непременно сохраняться всегда и везде, при всех обстоятельствах. Несохранение энергии – не парадокс, а важное открытие, один из положительных результатов новой физики. Это непосредственное следствие той концепции времени, которая выработана общей теорией относительности.

«Старые» законы сохранения (это относится не только к энергии, но также к импульсу и моменту импульса) при этом не отменяются, но указываются границы их дей-

ствия. Осознав ограниченный характер прежнего знания, новая физика находит и устанавливает более общие, более фундаментальные законы, связывающие свойства пространства и времени с распределением и движением тяготеющих масс. Существуют, впрочем, варианты теории тяготения, отличные от общей теории относительности, в которых закон сохранения энергии и импульса выполняется (Логунов, 1987). В рамках такого подхода Вселенная обходится без Большого взрыва и «черных дыр» и ее развитие регулируется гравитационными полями. При этом физические приборы фиксируют не разбегание галактик и расширение Вселенной, а изменения гравитационного поля. Согласно образному описанию в «Литературной газете» (№ 20(6071) от 24–30 мая 2006 г., с. 12) жизнь такой Вселенной похожа на дыхание грандиозного механизма: вдох – выдох.

Следует отметить оригинальный обзор литературы по обсуждаемой в этом разделе проблеме в работе (Руэн, 2005). Согласно современным представлениям сценарий образования галактик сводится к иерархическому скручиванию материи. Галактики представляются нам совершенно неизменными и стабильными объектами. Но на самом деле их жизнь полна движения. Вселенная же подобна гигантскому перекрестку, на котором отключили светофоры. Правда, здесь многочисленные столкновения галактических объектов не разрушают их, а лишь способствуют эволюции галактик. Семь миллиардов лет назад 40% галактик были сильно деформированы столкновениями. Но при этом в мире взаимодействующих галактик, образно говоря, два столкнувшихся автомобиля превращаются в лимузин (Сотникова, 2007).

Анатомию великой спирали (наличие спиральных ветвей у Галактики) ученые объясняют гигантскими волнами сжатия и разрежения межзвездного газа, идущим по галактическому диску. Из-за того что орбитальная скорость Солнца почти совпала со скоростью движения волн сжатия, оно остается впереди фронта волны уже несколько миллиардов лет. Это обстоятельство имело большое значение для возникновения жизни на Земле. Может быть, именно из-за уникального положения Солнечной системы в Галактике нашей цивилизации удалось развиваться до такой степени, что ее представители пытаются познать свой звездный остров. Получается, что возможных братьев по разуму можно искать только в тихих галактических «закутках» наподобие нашего (Гулютин, 2005).

Таким образом, мы видим, что диапазон современной космогонии включает все масштабы – от микромира до макромира (Вибе, 2006).

Вселенная как результат Большого взрыва

Квантовая теория – вторая фундаментальная физическая теория наших дней – вместе с теорией относительности дает возможность изучать свойства времени в микромире. «Этот квантовый вопрос так невероятно важен и труден, – писал Эйнштейн Лаубу в 1908 г., – что каждый должен им заниматься» (Уиллер, 1982, с. 156). Настоящий синтез обеих теорий, в котором наравне с квантовой теорией в полную силу звучала бы теория относительности, остается пока еще делом будущего. Ряд замечательных следствий такого синтеза известен, однако, уже и сейчас. Прежде всего это гравитон, открытый теоретически физиком М.П. Бронштейном. Гравитон, квант «взволнованного» пространства – времени, сочетает в себе свойства волны искривленности малой амплитуды, бегущей по четырехмерному миру, и элементарной частицы, летящей со скоростью света в трехмерном пространстве. Искривленность пространства – времени создает гравитону его энергию и импульс. Собственно, это энергия и импульс самого искривленного пространства – времени, трактуемые на языке квантовой теории. Квантовые эффекты вызывают как бы его «материализацию»: они создают частицы из искривленности пространства – времени.

Роль квантовых эффектов всегда велика, когда масштабы времени и пространства оказываются малыми, характерными для микромира. Так было и в первые мгновения

космологического расширения после Большого взрыва – модели, предложенной в 1948 г. русским физиком Г.А. Гамовым (1904–1968) (Шкловский, 1980), когда возраст горячей Вселенной составлял малые доли секунды. Согласно этой модели в результате Большого взрыва, произошедшего около 15 млрд лет назад, и началось космологическое расширение Вселенной, которое продолжается до настоящего времени. В рамках квантовых представлений как расширение, так и само течение времени в его истоке должны быть, по-видимому, не непрерывными, а квантовыми, прерывистыми. Пусть это и не какой-то универсальный «атом времени», но это квантовая мера определенности, с которой мы можем судить о времени в самой ранней Вселенной. Мы видим, что «точного» нуля времени для Вселенной нет. Нет, собственно, и «точного» нуля размеров. Вселенная начиналась как квантовая система, и квантовые закономерности составляли самое существо ее исходных физических свойств. Одним из специфических понятий квантовой механики, отражающих ее суть, является спин.

Эти открытия проливают свет на важнейшие связи в природе, на зависимости, лежащие в самой основе физического мира, включая и вращательные вихревые движения. Действительно, в квантовой механике спин, во-первых, – это собственный механический момент частицы, который является таким же *первым* ее свойством, как масса и заряд (Ферми, 1968, с. 229). Во-вторых, связь спина со свойствами пространства становится особенно глубокой, делаясь, по существу, основным содержанием понятия *о моменте*, тем более что классическое определение момента частицы теряет свой непосредственный смысл ввиду одновременной неизмеримости радиуса-вектора и импульса. Момент приобретает смысл квантового числа, классифицирующего состояние систем по их трансформным свойствам по отношению к вращениям системы координат. При таком понимании смысла спина становится несущественным вопрос о его *происхождении*, и мы приходим естественным образом к представлению о «*собственном*» моменте, который должен быть приписан частице вне зависимости от того, является ли она «элементарной» или «*сложной*» (Ландау, Лифшиц, 1974, с. 234, 235). В-третьих, спиновые свойства элементарных частиц играют огромную роль как в области микропроявлений, так и в поведении *макроскопических* тел, поскольку спин непосредственно определяет статистические свойства систем (Левич, Вдовин, Мямлин, 1971, с. 236).

Волновое уравнение Э. Шредингера (1887–1961) – уравнение движения квантовой частицы – играет в квантовой механике ту же роль, что уравнение Ньютона в классической механике (Левич, Вдовин, Мямлин, 1971, с. 38). Поэтому появление представления о квазичастицах (Лифшиц, 1949) как элементарных возбуждениях макроскопических по масштабу конденсированных сред (твердого тела, жидкого гелия и др.), которые ведут себя в некоторых отношениях как квантовые частицы (Физический ..., 1983, с. 249, 250), было ожидаемым и вполне естественным. В разделе «Механика» своей книги «Задача Кеплера в классическом и квантовом рассмотрении» А. Зоммерфельд (1868–1951) пишет о том, что «атомная физика пришла к углубленному пониманию волновой механики, следуя по «классическим» стопам Гамильтона» (Зоммерфельд, 1947, с. 324–330).

К числу такого многочисленного по составу семейства квазичастиц относится в том числе и фонон. С одной стороны, фонон – *единственный* тип движения атомов в сверхтекучем квантовом гелии и имеет спин, как и у фотона, равный $\frac{1}{2}$, с другой – вполне обычная в нашей повседневной жизни звуковая волна, с помощью которой люди общаются друг с другом.

Принято думать, что закономерности квантовой механики проявляются лишь при наблюдении объектов микромира. Между тем еще в XIX в., задолго до того как физики приступили к исследованиям микромира, химики установили факты, которые объяснимы лишь с позиций квантовой механики. Эти факты лежат в основе явлений весьма обыденных, встречающихся повсеместно и постоянно. Граница между микро- и макромирами часто может быть объяснена не количественными различиями между ними, а качественными (Волькенштейн, 1984). Например, эксперимент показал, что квантовая

корреляция фотонов наблюдается на «классических» расстояниях свыше 10 км. Такого рода квантово-классические эффекты, объясняющиеся нелокальным взаимодействием, заложены в основе квантовой телепортации. Истоки сверхслабой люминисценции макроскопических по размерам живых клеток лежат в их энергетике, которая основана на квантовых процессах (Журавлев, 1991). Пути из макро- в микромир в самое последнее время начали уже практически активно прокладываться с помощью усовершенствования техники измерения сверхслабых полей и бурно развивающихся нанотехнологий (Павленко, 2005, с. 815–817).

В последние годы получило развитие новое направление в медицине – квантовая терапия, основой которого является использование низкоинтенсивного облучения лазером. Теории, объясняющей такое воздействие на организм человека, не существует. Однако авторы работ (Гобчанский, Ефимов, 2007; Куликов, 2003) полагают, что одним из возможных механизмов могло бы быть «торсионное поле».

В настоящее время развивается теория физического вакуума и торсионных полей (Шипов, 2002). Предполагается, что в первичном вакууме существует единое информационное поле, в котором отображается вся информация о нашем мире, включая наше состояние и наши мысли (Дубров, 2006). В основе когнитивистской концепции, сформулированной в 60-х гг. прошлого века, были заложены представления о взаимодействии между организмом человека (живого существа) и окружающей его средой (Годфруа, 1996, с. 365–370).

Элементарными двоичными ячейками информационного поля являются элементы торсионного поля, которые можно представить «как перекрученные нити с правой или левой закруткой». Информация хранится и передается без затрат энергии и мгновенно. Защита информации обеспечивается четностью – число элементов с правым кручением равно числу элементов с левым кручением. Доступ к информации этого поля в принципе возможен из любой точки материального пространства. Информационное поле порождает материю и обеспечивает ее эволюцию, содержит информацию о всех возможных событиях в прошлом, настоящем и будущем. Человек может не только получать, но и записывать информацию в это поле. Информационная модель объекта или события при некоторых условиях может проявляться в материальном мире как материальный предмет.

Моментом принципиального характера, объединяющим частицы и квазичастицы, макро- и микромиры, является именно спин – собственный момент количества движения, тесно связанный со свойствами пространства. Для нелинейной геофизической среды, слагающей все слои нашей планеты (Проблемы ..., 2003), характерными являются самосогласованные решения – квазичастицы в виде солитонов, для которых также установлена глубокая аналогия с частицами (Гапонов-Грехов, Рабинович, 1979).

Аналогия между частицами и квазичастицами достаточно глубока, при этом радиусы планет Солнечной системы и их спутников удастся проквантовать в соответствии с представлениями квантовой механики (Баренбаум, 2002; Планетарные ..., 1993).

Вихревые движения

Идея важности вихревых движений, как и многое другое, если не все в нашей жизни, возникла в античности. Так, в конце V в. до н. э. Демокрит из Абдери, обсуждая проблему бесконечного, разрабатывал учение о движении (Боголюбов, 1983, с. 556) как о «вихрях», создающих наблюдаемое разнообразие природы (Савенко, 2004, с. 7). Атомистические «вихревые» воззрения Демокрита в XVII в. получили развитие в работах Р. Декарта и других исследователей. В ходе этих философских, атомистических и впоследствии механистических размышлений и исследований различные аспекты движения живой и неживой материи развивались параллельно, тесно соприкасаясь и дополняя друг друга.

Физический мир

Млечный Путь, который мы видим в безлунную ясную ночь, есть малая область самой большой волны, которую человек способен разглядеть невооруженным глазом.

А. Фридман

Двойственное состояние Вселенной – макроскопическое, в каждой точке которого происходят квантовые явления – с очевидностью проявляется двумя предельными, по сути, «вихревыми» явлениями, пространственные и временные характерные параметры которых различаются на 40(!) порядков по величине. С одной, «макроскопической» стороны – галактики и их скопления с характерными размерами до $R \sim 10^{25}$ м и временами жизни от $\tau \sim 10^{10}$ лет до $\tau \sim 10^{17}$ с, в пределах спиральных рукавов которых зажигаются и отмирают звездные системы (Агекян, 1970). На рис. 1 (Armitage, Hansen, 1999) представлена рассчитанная на компьютере «вихревая» эволюция газопылевого облака.

С другой, «микроскопической» стороны – спиральные цветовые волны, наблюдаемые в химических реакциях Белоусова (Павленко, 2005, с. 707), и элементарные частицы с $R \sim 10^{-15}$ м и наименьшим «временем жизни» (для резонансов) $\tau \sim 10^{-23}$ с, которые «от рождения до самой смерти» имеют спин – вполне определенное значение собственного момента количества движения. При этом «функция волнового пакета освободившихся электронов имеет форму спирали, раскручивающейся с течением времени от атомного центра» (Рябинин, Сергеев, 2003), а сверхпроводник имеет упорядоченную структуру магнитных вихрей, описанную А. Абрикосовым (Беляков, 1992).

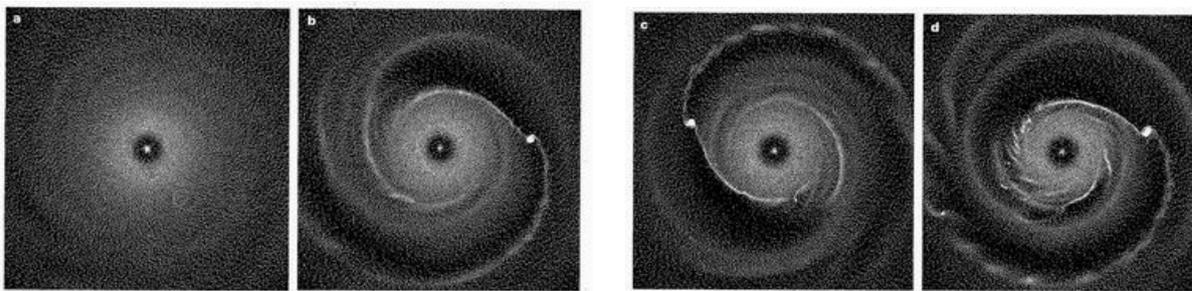


Рис. 1. Эволюция газопылевого диска.

(Видно, как возникающая в облаке вокруг «звезды» вихревая волна плотности служит триггером образования планеты и последующего увеличения ее размеров (массы))

В 80-х гг. прошлого века многочисленными группами исследователей экспериментально было показано, что при пластической деформации поликристаллического образца некоторые его объемы могут двигаться как целые и, в частности, вращаться. Установлено, что в области интенсивных пластических деформаций некоторые зерна поворачиваются на десятки и более градусов как целые без пластической деформации внутри. При этом было отмечено, что «ротации для кристаллической решетки являются столь же типичными, как и турбулентное течение для жидкости» (Викулин, 2003). На рис. 2 представлена конической формы «кольцевая» структура и связанные с ней «спиралеобразные» нарушения в куске льда.



Рис. 2. Кольцевая (диаметром около 1 см) конической формы структура в куске льда, замороженном в кастрюле при температуре -30°C . (Видна связанная с этой структурой система спиралеподобных неоднородностей. Структура нарушений проявилась после того, как первоначально однородный на вид кусок льда растаял на четверть). Фото И. Азюкова

Задачи, стоящие перед метеорологией и океанологией, в последнее время резко повысили интерес к проблеме вихревых движений. Получены новые фундаментальные результаты для Земли и новые данные для атмосфер других планет Солнечной системы (Алексеев, Киселева, Лаппо, 2005; Вернадский, 1994; Сидоренков, 2002а, б). Накопленный материал показывает, что основными движениями газовых и жидких оболочек планет служат тайфуны, определяемые их угловыми скоростями вращения (рис. 3), циклоны, антициклоны, кольцевые течения, ринги и широкий спектр захваченных волн: Д.Г. Стокса (1819–1903), Кельвина, Россби и др. На основании большого количества фактов сделано обобщение о том, что океан и атмосфера являются, принципе, единой системой (Авсюк, Левин, 1999), что наиболее отчетливо проявляется эффектом квазидвухлетней цикличности атмосферы. Показано, что многие из наиболее заметных межгодовых колебаний метеорологических элементов в атмосфере и гидрологических величин в океане связаны с этими явлениями (Сидоренков, 2002б).

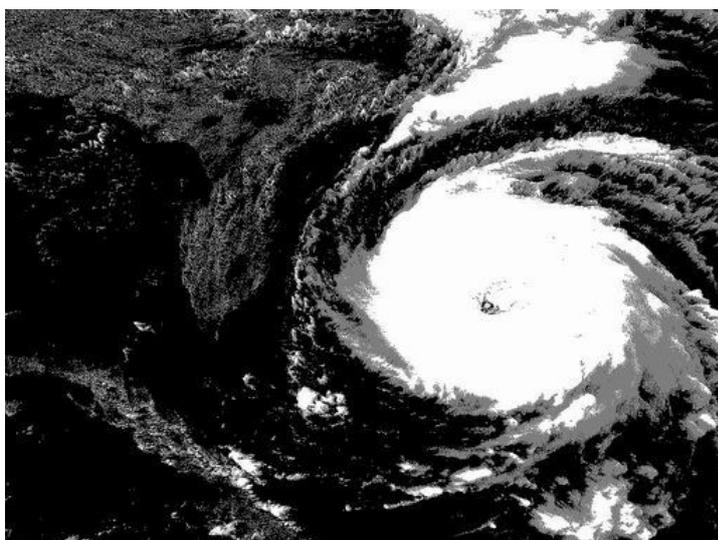


Рис. 3. Ураган Флойд в Саргассовом море, происшедший в середине сентября 1999 г. (отчетливо видны п-ов Флорида и о. Куба)

Влияние ротации на процессы, протекающие в недрах планеты, в том числе на состояние и форму ее «твердой» поверхности, несомненно. Земля представляет собой вполне «организованную» систему, структура которой упорядочена (Шолпо, 2005). Геофизические (Кузнецов, 2008; Тяпкин, 1998) и геологические (Лукьянов, 1999; Мелекесцев, 1979; Система ..., 2003; Слензак, 1972; Тектоника ..., 2002) данные тоже приведены в многочисленных публикациях (Вихри ..., 2004). Более того, в науках о Земле, на фоне «неуспехов» новой глобальной тектоники (Пушаровский, 2005; Спорные ..., 2002), резко повысился интерес именно к проблемам ротационных движений в очагах землетрясений (Викулин, 2003; Teisseyre, Takeo, Majewski, 2006) и вихревых структур в литосфере вообще (Вихри ..., 2004; Полетаев, 2005, 2006, 2007; Система ..., 2003; Тектоника ..., 2002). Вихревые (Вихри ..., 2004) и кольцевые (Вихри ..., 2004; Никитин, 1991) структуры обнаружены и на поверхностях других быстровращающихся планет Солнечной системы и их спутников. По сути, в настоящее время взамен новой глобальной тектоники происходит зарождение новой парадигмы, в основу которой закладываются ротационные и вихревые движения (Викулин, 2003, 2005а; Вихри ..., 2004; Лукьянов, 1999; Мелекесцев, 1979; Мирлин, 2005, 2006; Полетаев, 2005, 2006, 2007; Пушаровский, 2005; Ротационные ..., 2007; Система ..., 2003; Слензак, 1972; Спорные ..., 2002; Тверитинова, Викулин, 2005; Тектоника ..., 2002; Тяпкин, 1998; Teisseyre, Takeo, Majewski, 2006). Все эти данные позволяют «твердотельные» геолого-геофизические движения и движения океана – атмосферы объединить в один ряд явлений (Авсюк, Левин, 1999). Действительно, на это указывают следующие материалы.

Великолепный обзор вращательных движений представлен в работе А.И. Полетаева с приметным названием «Ротационная тектоника или тектоническое вращение?» (Полетаев, 2006). Согласно этой работе применительно к Земле вихревые процессы, описанные И. Кеплером – Р. Декартом – И. Кантом – П. Лапласом, математически обоснованы Л. Эйлером (1707–1783), упоминаются в работах Дж. Дарвина (1879) и А.И. Воейкова (1893), использовались Ф. Тейлором (1910) для объяснения смещения материков от полюсов к экватору, а А. Вегенером (1912) – для смещения их к западу. Интересно отметить, что в 1876 г. лорд Кельвин посвятил ротационным процессам президентский адрес (доклад) перед Британской ассоциацией наук.

Л. Поккельс в 1911 г. рассматривал «изменения вращения Земли как геологический фактор». Д.И. Мушкетов (1882–1938) в 1933 г. полагал, что «изменения скорости вращения Земли... несомненно были реализованы в различные эпохи». В 1928 г. молодой китайский геолог Ли Сыгуан впервые выделил и описал вихревые структуры в геологических разрезах в Китае. Это были преимущественно вихревые структуры с горизонтальной осью вращения. Согласно данным, представленным на рис. 4 – 7 (Международный ..., 2003, с. 56, 57), вихревые структуры с вертикальной осью вращения отчетливо проявляются в различных геофизических полях, зарегистрированных в районе микроплит Пасха и Хуан-Фернандес. По данным авторов атласа (Международный ..., 2003, с. 56), «микроплита Пасха вращается между Восточным и Западным рифтами с довольно большой скоростью (примерно 15°/млн лет) и уже повернулась почти на 90° со времени своего образования» около 5 млн лет тому назад.

В 1933 г. была опубликована работа группы японских сейсмологов во главе с С. Фузыхара (S. Fujiwhara), подготовленная на основе данных результатов повторных геодезических работ в 1884–1889 и 1924–1925 гг. в районе залива Сагами на тихоокеанском побережье о. Хонсю (Япония). На помещенной в этой работе схеме впервые было показано вращение крупного блока земной коры вокруг залива Сагами, сопровождавшееся катастрофическим землетрясением в Канто 1 сентября 1923 г. В последующем это направление исследований было развито С. Ломниц (1990; Lomnitz, Castanos, 2006) и другими исследователями (Викулин, 2004, 2005а; Вихри ..., 2004; Teisseyre, Takeo, Majewski, 2006). Подобные исследования привели к созданию основ ротационной теории движения блоков, плит земной коры и очагов землетрясений и,

как следствие, к появлению представлений о новой вихревой ротационной тектонической парадигме.

В последнее время разработаны модели, в которых предпринимаются попытки описания геологических процессов на микроуровне (Вихри ..., 2004). Важное место в ряду таких моделей занимают представления о тектонических и сеймотектонических солитонах и экситонах, имеющих крутильную («вихревую») поляризацию (Викулин, 2003, 2005а; Тверитинова, Викулин, 2005).

В 1937 г. в Трудах XVII сессии Международного геологического конгресса был опубликован доклад Н. Арабю «О деформациях Земли», в котором высказывалось мнение, что деформация планетных тел вызвана изменениями скорости их вращения. Данные об особенностях вращения Земли были приведены в многочисленных сводках. Их библиография представлена в работе (Викулин, Кролевец, 2001). Данные о геологической роли ротационных сил и вихревых структур были приведены в работах Ли Сыгуана (Ли, 1958; Lee, 1928), М.В. Стоваса (Стовас, 1959), Б.Л. Личкова (Личков, 1965), О.И. Слензака (Слензак, 1972), И.В. Мелекесцева (Мелекесцев, 1979, 2004б), П.С. Воронова, Я.Г. Каца, В.В. Козлова, А.И. Полетаева (Кац, Козлов, Полетаев, 1990), А.И. Полетаева (Полетаев, 2004, 2006, 2007), А.В. Викулина (Викулин, 2003, 2004, 2005а; Вихри ..., 2004), А.В. Викулина и др. (Викулин, Тверитинова, 2007; Вихри ..., 2004; Тверитинова, Викулин, 2005), Е.Г. Мирлина (Мирлин, 2006а, б) и др.

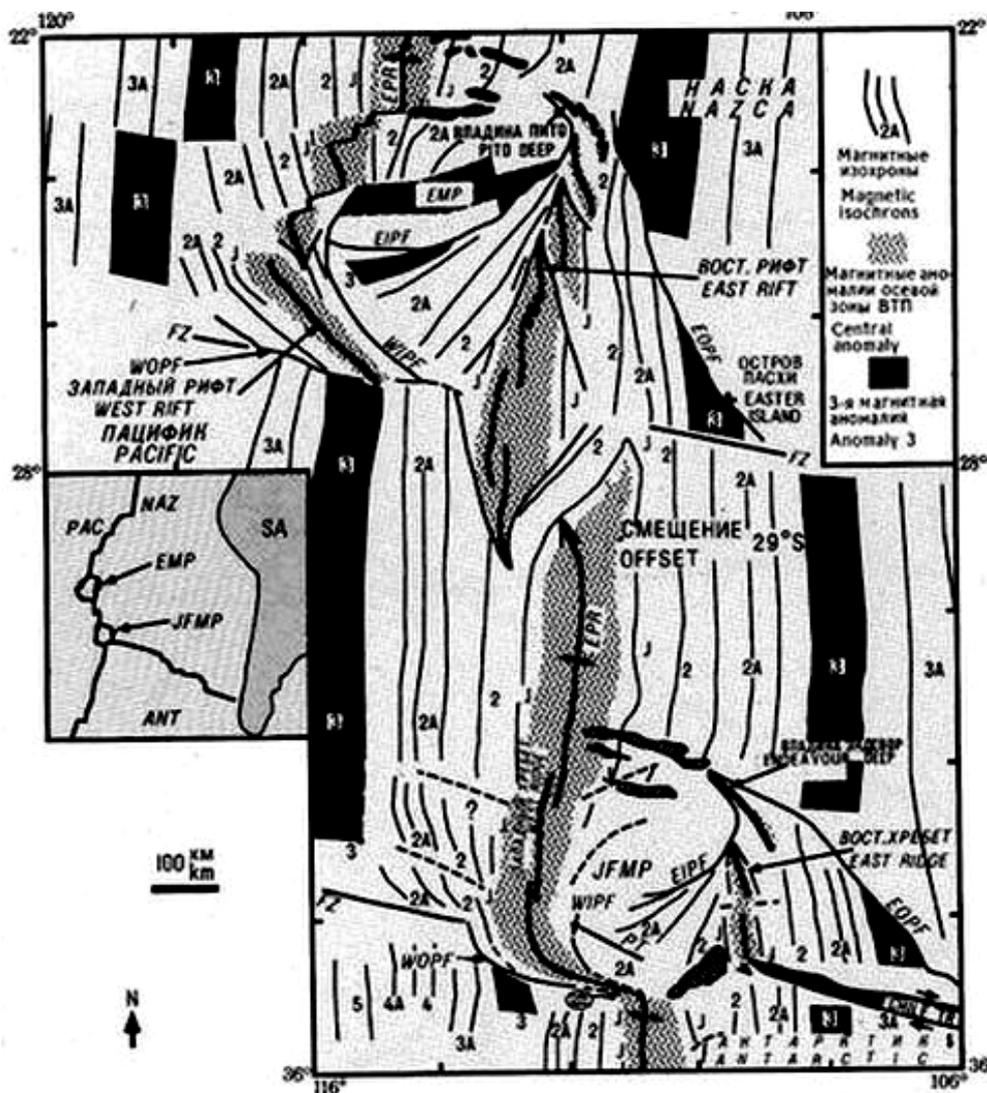


Рис. 4. Тектонические границы (жирные линии), магнитные изохроны (тонкие линии) и положение микролит Пасха (EMP) на севере и Хуан-Фернандес (JFMP) на юге

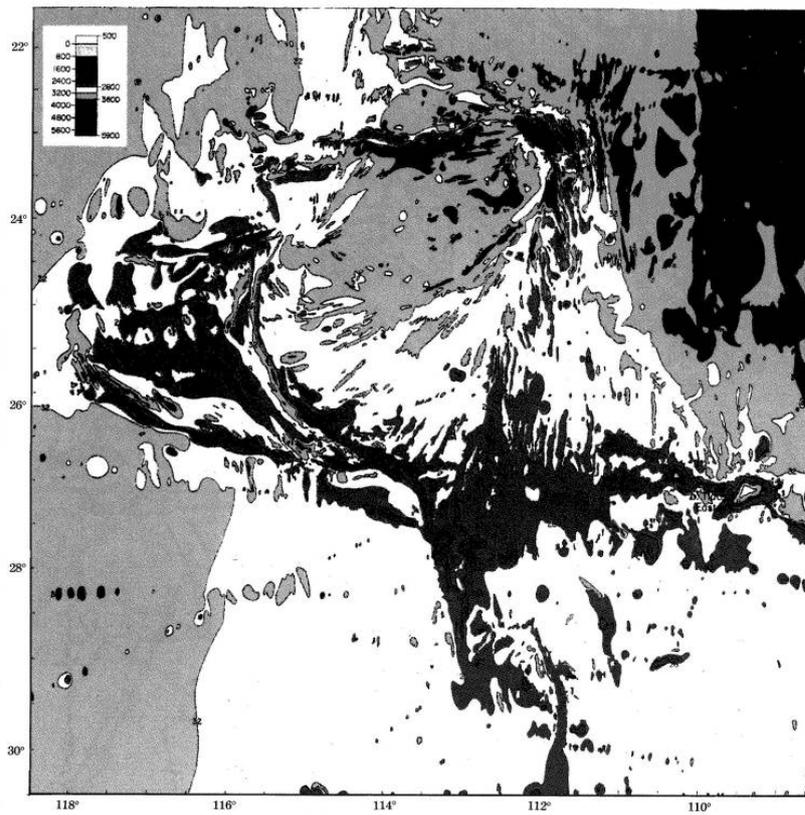


Рис. 5. Батиметрическая карта района микроплиты Пасха (Международный ..., 2003, с. 56).

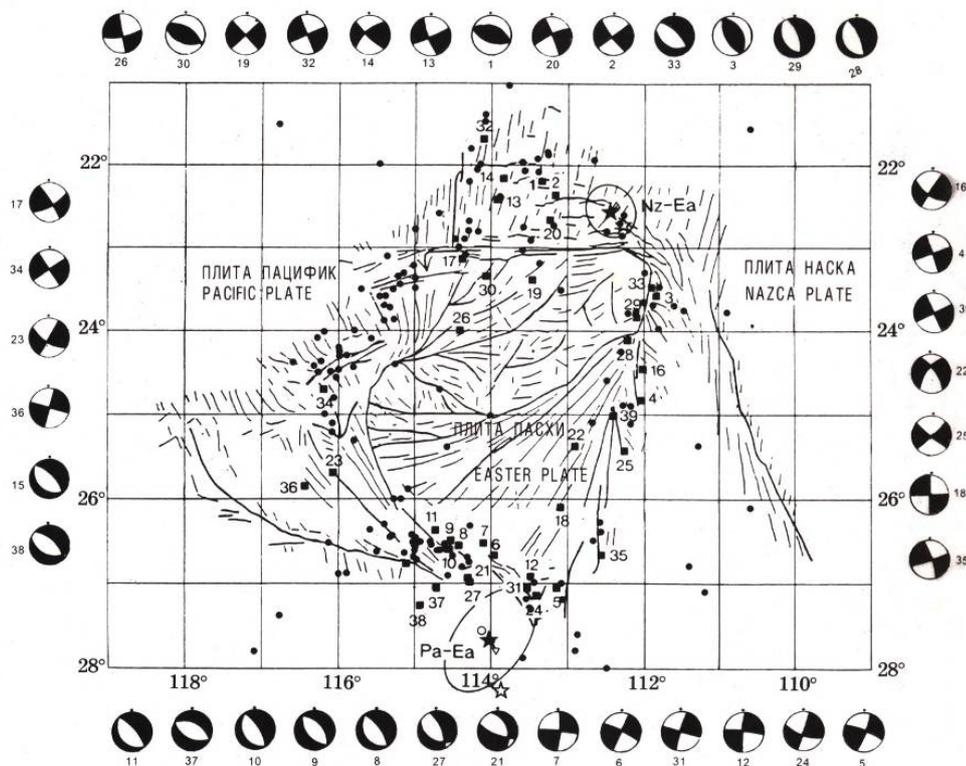


Рис. 6. Упрощенная тектоническая интерпретация микроплиты Пасха:
 ● – положение эпицентров землетрясений по данным Международного сейсмологического центра 1971–1991 гг.;
 ■ – опубликованные данные о механизме движений в очагах 39 землетрясений;
 ☆, ○, △ – положение полюсов вращения плит Наска (на севере) и микроплиты Пацифик (на юге)

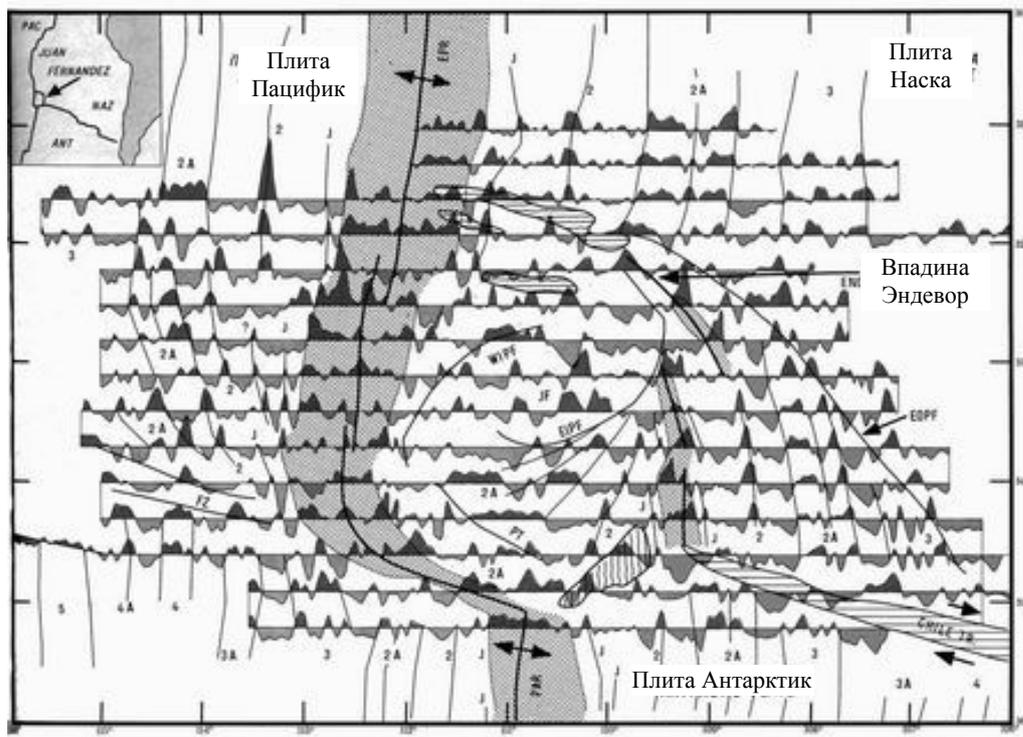


Рис. 7. Тектонические границы (жирные линии) и магнитные изохроны – корреляция магнитных аномалий (тонкие линии)

Известно много данных (Викулин, 2003), указывающих на существование взаимосвязи между сеймотектоническими процессами, вариациями вращения планеты, нутацией ее полюса, с одной стороны, и процессами в атмосфере, количеством осадков и уровнем моря – с другой. Взаимосвязь мантийных вихревых течений с движением тектонических плит, вулканизмом и сейсмичностью обсуждается в работе (Берман, 1997). Оказалось, что все эти планетарного масштаба процессы взаимосвязаны, в свою очередь, с «внеземными» факторами: солнечной активностью, гелиофизическими и космическими параметрами, эклиптической долготой Луны.

Было установлено (Сидоренков, 2002а), что не только газово-жидкая оболочка планеты представляет собой единую систему. Такой по своей сути является система Земля – океан – атмосфера (Авсюк, Левин, 1999), компоненты которой совершают согласованные колебания, влияя друг на друга. Такие колебания проявляются в виде движения полюсов Земли, эффектов течений Эль Ниньо и Ла Ниньо в океане, южного (в субтропической зоне Южного полушария между Тихим и Индийским океанами) колебания масс воздуха и отмечавшейся выше квазидвухлетней цикличности атмосферы.

Таким образом, видим, что приведенные данные позволяют действительно все геолого-геофизические данные о вихревых движениях (структурах) рассмотреть с позиции механической задачи, или задачи Л.П.Г. Дирихле (Викулин, 2005а; Викулин, Водинчар, Тверитинова, 2007), вихревые решения которой отождествлены с самосогласованными движениями, происходящими в реальных средах, в том числе и в геофизической среде. Возникновение динамического порядка в таких макроструктурах является результатом возрастания флуктуаций (в том числе и их собственного момента количества движения) от микро- (спин) до макроскопического (планеты, галактики) уровня (Павленко, 2005, с. 707).

Приведенные данные позволяют предположить, что Земля, включающая в себя совокупность твердой, жидкой и газовой оболочек, представляет собой единую систему, взаимодействие в которой осуществляется посредством вихревых (вращательных) движений, т. е. является моментным.

Первым, кто отчетливо провел аналогию между движениями земных слоев и изменениями видов животных, был математик и философ Г. Лейбниц (1646–1716) – по образному выражению А.И. Герцена, «человек, почти совсем очистившийся от средних веков: все знает, все любит, всему сочувствует, на все раскрыт...» (Лукашевич, 1960а, с. 456–460). В 70-е же годы XX в. немецкий физик Г. Хаген предложил заложить принципы самоорганизации живой природы в основу новой науки – науки о теории самоорганизации всех явлений независимо от их природы (Павленко, 2005, с. 712).

Живой мир

... Итак, жизнь есть вихрь, то более быстрый, то более медленный, более сложный или менее сложный, увлекающий в одном и том же направлении одинаковые молекулы.

Ж. Кювье

Жизнь есть одна из форм существования материи, закономерно возникающая при определенных условиях в процессе ее развития. Организмы отличаются от неживых объектов обменом веществ, раздражимостью, способностью к размножению, росту, развитию, активной регуляции своего состава и функций, различным формам движения, а также приспособляемостью к среде и т. п. Полагают, что жизнь возникла путем абиогенеза, т. е. путем образования органических соединений, распространенных в живой природе, вне организма, без участия ферментов. В широком смысле абиогенез – это возникновение живого из неживого (Советский ..., 1985, с.8, 437).

Решение проблемы, т. е. как в различных системах природы хаос самопроизвольно переходит в порядок, является одной из основных задач физики и биофизики.

Две гипотезы возникновения жизни (Пичугина, 2005; Шаров, 2007б). Где зародилась жизнь: 1) в космосе из неорганической материи? 2) на Земле? Эта дилемма обязательно встает перед исследователем, заинтересовавшимся проблемой происхождения жизни. Доказать правоту какой-либо из двух существующих ныне гипотез до сих пор не удалось никому, как, впрочем, не удалось найти иное направление исследования.

Первая гипотеза о происхождении жизни стара, а в ее активе – солидные фигуры европейской науки: Г. Гельмгольц Л. Пастер, А. Аррениус, В. Вернадский, Ф. Крик. Сложность живой материи, малая вероятность ее самозарождения на планете, а также неудачи экспериментаторов в синтезе живого из неживого приводят ученых в стан приверженцев данной гипотезы. Относительно второй гипотезы существуют многочисленные вариации того, как именно жизнь попала на Землю, и самая известная из них – теория панспермии.

Вопрос, как из неорганической материи возникла жизнь, не столь романтичен, поскольку опирается на законы физики, химии и биологии. Этот узкий, механистический подход, именуемый теорией абиогенеза, вбирает в себя усилия многих специалистов.

Научные основы абиогенеза, или происхождения живого из неживого, заложил русский биохимик А.И. Опарин. В 1924 г., будучи 30-летним ученым, Опарин опубликовал статью «Происхождение жизни», которая, по мнению его коллег, «содержала семена интеллектуальной революции». Публикация книги Опарина на английском языке в 1938 г. стала сенсацией и привлекла к проблеме жизни значительные интеллектуальные ресурсы Запада.

Что касается вероятности зарождения жизни на Земле случайным образом, то здесь впечатляет расчет, который Фред Хойл приводит в своей книге «Evolution from space». Вероятность получения случайным образом 2000 ферментов клетки, каждый из которых состоит из 200 аминокислот, равна 10^{-400} – абсурдно малая величина, даже если бы космос был органическим супом. Вероятность синтеза одного белка, состоящего из

300 аминокислот, составляет один шанс на $2 \cdot 10^{390}$. Опять ничтожно мало. Уменьшим число аминокислот в белке до 20, тогда число возможных комбинаций синтеза такого белка составит 1018 – всего на порядок больше числа секунд, содержащихся в 4,5 млрд лет. Нетрудно видеть, что времени на перебор всех вариантов и выбор наилучшего из них у эволюции просто не было. Ученые рассчитали, что молекула ДНК, участвующая в простейшем цикле кодирования белков, должна была состоять из 600 нуклеидов в определенной последовательности. Вероятность случайного синтеза такой ДНК равна 10^{-400} , иначе говоря, для этого потребуется 10^{-400} попыток.

В результате почти 10-летних поисков обнаружили 118 планетных систем, содержащих более 190 планет. Ни одна из этих систем не похожа на Солнечную, ни одна из планет – на Землю. Найденные экзопланеты близки по массе к Юпитеру, т. е. они гораздо больше Земли. Далекие гиганты непригодны для жизни в силу особенностей своих орбит. Часть из них вращается очень близко к своей звезде, значит, их поверхности раскалены и нет жидкой воды, в которой развивается жизнь. Остальные планеты – их меньшинство – перемещаются по вытянутой эллиптической орбите, что драматично влияет на климат: смена сезонов там должна быть очень резкой, а это губительно для организмов.

Самые древние микробы обнаружены в черных сланцах Западной Австралии, возраст которых составляет 3,5 млрд лет – в останках самых древних организмов, когда-либо найденных на Земле. Убедиться в том, что обнаруженные крохотные шарики и волокна в прошлом были живыми организмами, оказалось трудно. Ряд мелких бусинок в горной породе может быть чем угодно: минералами, неорганической органикой и т. д. Обнаружение столь древних цианобактерий означает, что почти 3,5 млрд лет тому назад существовали организмы, которые потребляли углекислый газ и производили кислород, умели скрываться от солнечной радиации и восстанавливаться после ранений, как это делают современные виды.

В настоящее время геологи не нашли начала жизни в горных породах Земли. Строго говоря, они вообще не могут назвать тот интервал времени, когда живых организмов еще не было. Не могут они и проследить ранние – до 3,5 млрд лет назад – этапы эволюции живого. Во многом из-за отсутствия геологических свидетельств тайна происхождения жизни остается нераскрытой.

В 70-х гг. прошлого века весьма популярной стала гипотеза о том, что жизнь была занесена на Землю кометами. Все началось в 1910 г., когда Земля должна была пройти через хвост кометы Галлея. Только в 1931 г. американский астроном Николас Бобровников идентифицировал в старых спектрах кометы Галлея линии простейшей органической молекулы CN . Еще через 10 лет бельгийский астроном Роль Свингс нашел линии ион-радикалов CN^+ и OH^+ , а также ионизированных молекул углекислого газа CO_2^+ .

2 января 2004 г., преодолев 3,2 млрд км, космический аппарат «Стардаст» вошел в газопылевое облако, окружающее ядро кометы Вильда-2, и 15 января 2006 г. совершил мягкую посадку на полигоне в штате Юта (США). Капсула «Стардаста» содержала более 1000 метеоритных частиц кометного и межзвездного происхождения, а также молекулы летучих веществ кометы, в том числе ряда органических соединений. Это первый в истории космонавтики случай доставки твердых образцов из-за пределов системы Земля – Луна.

Межзвездная среда состоит преимущественно из атомов водорода (примерно 70% общей массы) и гелия (около 28%). Оставшиеся 2% приходятся на другие элементы, которые, несмотря на малое количество, играют важную роль в протекающих здесь физических и химических процессах. В XX в. методами радиоастрономии в межзвездной среде было обнаружено около сотни различных молекул – от простейшего молекулярного водорода H_2 до 13-атомного цианополиина (HC_{11}N), который представляет собой длинную цепочку атомов углерода, замкнутую с концов водородом и азотом. Что касается органических соединений, то еще в 1969 г. в межзвездном пространстве нашли формальдегид, а в начале 2004 г. – молекулы антрацена ($\text{C}_{14}\text{H}_{10}$) и пирена ($\text{C}_{16}\text{H}_{10}$), содержащие соответственно 24 и 26 атомов.

Так или иначе кометные образцы с органикой, доставленные космическим аппаратом «Стардаст», – это, безусловно, важный этап в исследовании Солнечной системы, приближающий нас к решению вечной загадки происхождения жизни на Земле.

«Строение» жизни. Элементарной живой системой является клетка – основа строения и жизнедеятельности всех растений и животных, включая человека. По мнению ботаника М. Шлейдена (1804–1881), «жизнь заключена в жизни клетки» (Лукашевич, 1960б, с. 334). Один из создателей клеточной теории цитолог Р. Вирхов (1821–1902) утверждал, что «для всякого живого существа клетка является последним морфологическим элементом, из которого исходит всякая жизнедеятельность – как нормальная, так и болезненная» (Лукашевич, 1960б, с. 358–361).

Первым употребил термин «клетка» Р. Гук (1635–1703). Он же сконструировал микроскоп и отметил ничтожную величину строительных элементов растения, вычислив, что в одном кубическом дюйме может поместиться 1200 млн клеток. Наблюдая остатки живых организмов в горных породах, Гук одновременно с Лейбницем высказывает мысль о преобразовании самих форм живой природы. Ему принадлежит честь быть одним из первых эволюционистов (Лукашевич, 1960а, с. 346–347).

Размеры клеток варьируют по величине в пределах шести порядков: от 0,1 мкм у некоторых бактерий до 155 мм (1 мкм = 10^{-6} м). В организме новорожденного ребенка содержится около $2 \cdot 10^{12}$ клеток. В каждой клетке различают ядро и цитоплазму. Диаметр ядра обычной клетки животного равен 5 мкм. За исключением того периода, когда клетка делится, ядро плотно и почти равномерно заполнено ДНК.

ДНК (дезоксирибонуклеиновая кислота) и РНК (рибонуклеиновая кислота) – наиболее интересные и загадочные молекулы. Они принадлежат к классу биополимеров и обладают важнейшей биологической функцией, заключающейся в возможности сохранять и передавать генетическую информацию. Все генетические «приказы», отдаваемые клетке, исходят от ДНК.

Молекула ДНК представляет собой сложную динамическую систему, состоящую из множества атомов, собранных в своеобразную квазиодномерную структуру. Эта структура имеет вид двойной спирали (рис. 8), обладает множеством степеней свободы, большой внутренней подвижностью и специфическим распределением внутренних взаимодействий (Черепашук, Чернин, 2004). Молекула ДНК состоит из полинуклеотидных цепочек, слабо взаимодействующих между собой и свернутых в двойную спираль (Якушевич, 2005). В составе двойной спирали одна цепь связана с другой осью симметрии второго порядка. Этот элемент симметрии, порождаемый антипараллельным расположением цепей, делает молекулу ДНК с обоих концов одинаковой, симметричной – как с точки зрения человека, рассматривающего модель молекулы ДНК, так и с «точки зрения фермента», вступающего с молекулой во взаимодействие (Мецлер, 1980, с. 132).

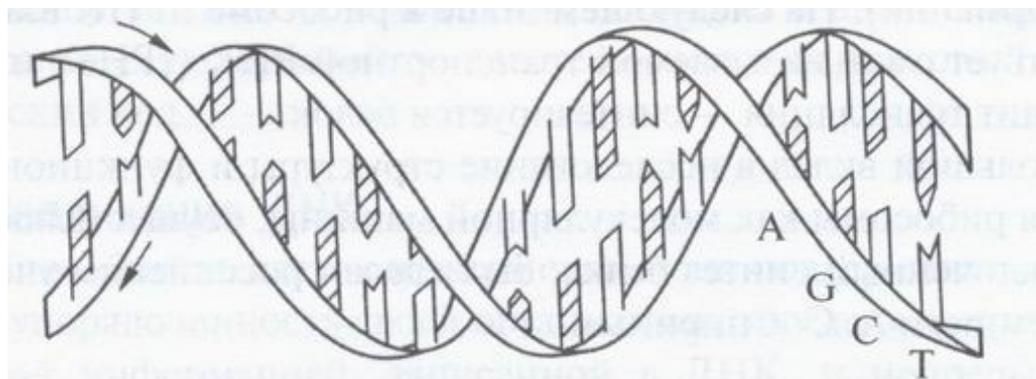


Рис. 8. Модель структуры молекулы ДНК по Уотсону и Крику (двойная спираль, состоящая из двух полинуклеотидных цепей, закрученных вправо. К бокам спиралей прикреплены молекулы оснований: двух пуриновых (адеин А и гуанин G) и двух пиримидиновых (тимин Т и цитозин С). Информация о наследственных свойствах организма записана в виде различных комбинаций этих оснований)

Благодаря комплиментарности молекул ДНК становится возможной репликация: в процессе деления клетки спиральные нити расходятся и каждая нить достраивает дополнительную нить. В результате получаются две нити, идентичные исходной спиральной структуре (Павленко, 2005, с. 707).

Приведем некоторые данные о размерах двойной спирали. Диаметр ее, определяемый расстоянием между атомами фосфора, равен в точности 2,0 нм. Шаг спирали – 3,4 нм, на один виток приходится 10 пар оснований. Расстояние между плоскостями оснований равно 0,34 нм, что примерно эквивалентно сумме вандерваальсовских радиусов ароматических колец.

Ген – участок молекулы ДНК, ответственный за синтез одной белковой цепи. Специфическое расположение нуклеотидов в ДНК и есть тот код, который содержит информацию о последовательности аминокислот одного белка и программирует его синтез. Информация, содержащаяся в ДНК, передается в РНК, одна из двух спиралей которой становится матрицей – на ней синтезируется новая цепь (Павленко, 2005, с. 708–709).

Типичный ген в 1000 оснований – это участок ДНК длиной около 340 нм (Мецлер, 1980, с. 134). Таким образом, при общем количестве генов, число которых, как впервые показал в 1953 г. опять же Г.А. Гамов (Шкловский, 1980), равно 64, протяженность всей молекулы ДНК составит около $2 \cdot 10^4$ нм. Геометрическим аналогом молекулы ДНК может служить проволока диаметром 1 мм и протяженностью 10 м.

Проблемы передачи генетической информации освещаются в ряде работ П.П. Гаряева (Гаряев, 1997) и других ученых (Гобчанский, Ефимов, 2007; Дубров, 2006). Суть современных представлений состоит в следующем: гены содержат вещественную и волновую составляющие. В процессе жизни и развития организма геном клетки хранит и выдает солитоны – пространственно-временные управляющие сигналы колебательного характера, структура которых отражает переход от упорядоченного состояния к хаотическому и обратно и близка к структуре человеческой речи. Таким образом, геном может передавать информацию как на вещественном, так и на волновом уровнях.

Молекулы ДНК существуют не только в виде открытых, незамкнутых молекул. Часто их концы ковалентно соединяются друг с другом. Как и у белков, структуру ДНК можно значительно исказить путем внесения дополнительных супервитков (суперспиралей). Чтобы получить такой эффект, к одному из концов цепи необходимо приложить крутящий момент (Мецлер, 1980, с. 139). Эти данные показывают, что одной из важнейших характеристик ДНК служит крутящий момент, величина которого (Ландау, Лившиц, 2003) определяется по формуле $M = CbS$, где C – крутильная жесткость молекулы ДНК (модуль сдвига); b – шаг спирали, равный 3,4 нм, или вектор Бюргерса; $S = \pi D^2/4$ – площадь сечения спирали; $D = 2,0$ нм – ее диаметр ($1 \text{ нм} = 10^{-9} \text{ м} = 10 \text{ \AA}$).

ДНК вместе с белками образует вещество хромосом, которые являются структурными элементами ядра клетки. В клетках организмов с недифференцированным ядром (простейшие бактерии) имеется одиночная двухспиральная молекула ДНК, которая нередко называется хромосомой (Советский ..., 1985, с. 1455).

Белки – это биополимеры, или высокомолекулярные органические вещества, структурную основу которых составляют длинные цепи, которые построены из остатков α -аминокислот, соединенных между собой пептидными связями. Белки составляют основу процессов жизнедеятельности всех организмов. Белки в живых организмах выполняют структурную (построение тканей и клеточных компонентов) и функциональную (ферменты, гормоны, дыхательные пигменты и др.) роль. Белки образуют скелет клетки, опорные ткани и защитные покровы организмов, обеспечивают движение. В организме человека свыше 10^8 различных белков, каждый из которых является «крошечным молекулярным роботом» и «молекулярной конформационно-электронной машиной» (Вайнштейн, 1986).

В белках выделяют четыре уровня структурной организации. *Первичная структура* соответствует последовательности аминокислотных остатков в полипептидной цепи, *вторичная* – пространственной укладке атомов главной цепи, *третичная* – распределению в пространстве всех атомов белковой глобулы, *четвертичная* – размещению в про-

странстве самих глобул (Международный ..., 2003, с. 68). Такая организация белковой молекулы есть самоорганизация: после синтеза белка в рибосоме полипептидная цепочка сама сворачивается единственным уникальным способом, специфическим именно для данного белка и абсолютно одинаковым для всех миллиардов копий его молекул. Никаких дополнительных молекулярно-биологических устройств для возникновения пространственной структуры белка не требуется (Вайнштейн, 1986).

Альфа-спирали (аналог – винтовая лестница) и бета-структуры аминокислот объединяются в субглобулы и кластеры с помощью ионных, химических, водородных и вандерваальсовых связей. В целом такая молекула представляет собой сложную колебательную систему с тысячами степеней свободы (Романовский, Нетребко, Чичигина, 2003), включая крутильные колебательные моды (Нелинейные ..., 2005).

Необходимость постоянного обновления белков лежит в основе обмена веществ. Обмен веществ (метаболизм), по утверждению Леонардо да Винчи, – «беспрерывное умирание и беспрерывное возрождение» (Лункевич, 1960а, с. 242). Объем веществ представляет собой совокупность всех химических изменений и всех видов превращений веществ и энергии в организмах, обеспечивающих развитие, жизнедеятельность и самовоспроизведение организмов, их связь с окружающей средой и адаптацию к изменениям внешних условий. Основа обмена веществ – непрерывное обновление живого материала и обеспечение его необходимой энергией (Советский ..., 1985, с. 122–905).

Но процесс обмена веществ является уже следствием жизнедеятельности, которая, как следует из вышесказанного, направляется ДНК и осуществляется белками.

Само появление «клеточной» жизни или жизни как формы существования белковых тел (Энгельс, 1975) с позиции физических условий P (давление) – T (температура) представляется математически невероятным. Действительно, возникновение клетки и осуществление обмена веществ, необходимого для ее деления, возможно лишь при выполнении следующих достаточно «жестких» условий, налагаемых на среду ее обитания. Во-первых, живая среда в течение продолжительного отрезка времени должна находиться в предельно узких, по сути, δ -образных диапазонах температуры $\delta T \approx (10^2 \div 10^3)^\circ$ ($0 \leq T \leq 350^\circ\text{C}$) и давления $\delta P \approx 10^3$ атм ($0 \leq P \leq 10^3$ атм) (Бреховских, 1987, с. 89–91; Воронцов, Александров, 1984), так как весь диапазон реализуемых во Вселенной значений этих величин просто гигантский: $\Delta T = 0(-273^\circ\text{C}) \div 10^5$ К (10^{30} К) – температура в центре звезд (Таблицы ..., 1976) (теоретическая температура «объединения» всех известных четырех взаимодействий воедино (Новиков, Лукаш, 1981)); $\Delta P = 10^{-10}$ (кавитация) $\div 10^{24}$ атм (вырожденный нейтронный Ферми-газ) (Ландау, Лифшиц, 1974, с. 388). К этим цифрам для полноты картины следует добавить и плотность среды ρ , в которой могут существовать живые организмы: $\delta \rho \approx 1$ г/см³ ($0 \leq \rho \leq 2$ г/см³) при $\Delta \rho = 0 \div 10^{15}$ г/см³ (10^{93} г/см³) – плотность ядра атома (плотность вещества Вселенной сразу после Большого взрыва) (Новиков, Лукаш, 1981). Во-вторых, физическое состояние такой среды должно быть близким к жидкому (вода) с вязкостью около 1 пз с тем, чтобы создать необходимые условия, способные обеспечить протекание обмена веществ в клетке с достаточно высокой интенсивностью. В-третьих, для протекания необходимых для обмена веществ биохимических реакций «питательный бульон» должен иметь вполне определенный химический состав, что накладывает соответствующие условия и на минералогический состав слагающих планету геологических пород. В-четвертых, процессы, протекавшие на планете в момент появления на ней жизни, должны были содержать в своем «арсенале» такие геофизические крутильные (вихревые) движения, которые были бы способны создать первую живую клетку, обеспечить возможность протекания в ней обмена веществ и т. д.

И все же жизнь на Земле возникла в течение первого миллиарда лет существования планеты (Хаин, 1987). Биохимический аспект жизнедеятельности уже простейшей клетки – бактерии, способной самопроизвольно делиться, обеспечивается обменом веществ. Механический аспект такой деятельности является результатом движений, происходящих в ДНК и белках.

Длинные молекулярные цепи ДНК и белков в последние десятилетия служат объектом пристального внимания большого числа ученых разных специальностей, включая физиков (Давыдов, 1982; Нелинейные ..., 2003, 2005). Характер движений в таких длинных молекулярных цепях очевиден: это сложный колебательный процесс со многими степенями свободы, состоящий в том числе из крутильных мод и обеспечивающий на различных уровнях самоорганизацию структуры клетки. Эти данные позволяют предположить, что необходимые и достаточные физические и «геофизические» условия для зарождения жизни на планете Земля около 3,8 млрд лет назад и ее последующей эволюции были выполнены.

Первые живые существа – бактерии образовались в отсутствие свободного кислорода. Оказалось, что клетки бактерий обладают индивидуальными свойствами. В отсутствие кислорода клетка получает энергию, которая выделяется в результате процесса брожения – расщепления органических молекул. Позднее клетки «открыли» наиболее эффективный способ получения энергии – это сгорание органических молекул в присутствии кислорода, или дыхание.

Прошло еще 2,5 млрд лет – и возникли одноклеточные водоросли. Многоклеточные организмы появились 500 млн лет назад. Для осуществления этого события потребовалось 3,5–3,8 млрд лет, поскольку вероятность образования сложных систем зависит от реализации определенной конфигурации предыдущих структур. Наземные растения и позвоночные возникли быстрее – в палеозойскую эру, т. е. 400 млн лет назад, млекопитающие – в мезозойскую эру, т. е. 200 млн лет назад (Павленко, 2005, с. 710).

Простейшие живые организмы – микробы обладают поистине фантастическими возможностями сохранять свою «жизненную силу». Действительно, найденный в Антарктике (где температуры поистине «космические» – до -80°C и даже до -100°C) замерзший навоз пони, которые были в экспедиции Р.Ф. Скотта (1868–1912) в 1911 г., сохранил оживших в тепле микробов типа кишечной палочки. В комочках почвы, приставших к корням растений, хранившихся с 1640 г. в крупнейшем ботаническом саду Кью-Гарденс (Лондон), обнаружены жизнеспособные споры микробов. Найдены способы оживить бактерии в стенах древних индейских пирамид в Перу, возраст которых составляет 4800 лет, и даже в пластах угля, возраст которых оценен в 300 млн лет. Оживлены бактерии в образцах соли из девонских, пермских и силурийских месторождений в Германии и Северной Америке, которым было более 600 млн лет (В поисках ..., 1991). Эти данные не исключают гипотезу космического (и божественного, если выйти за рамки понимания науки) происхождения жизни.

Эволюция живых организмов

В течение всей истории Земли отдельные растения и животные, умирая, были захоронены под отложениями, а их форма и строение «консервировались» в виде ископаемых останков, включенных в пласты пород. Первыми, кто придал таким закономерностям эволюционное значение, были Лейбниц и Гук. В наши дни многие ископаемые были найдены, собраны воедино и проанализированы. Оказалось, что если расположить их в хронологическом порядке, то они образуют непрерывные ряды (Флинт, 1978, с. 113). Какие же это ряды?

Окружающая среда создает предпосылки для проверки биологических «изобретений», которые постоянно появляются. В настоящее время известно около 1,5 млн живущих видов. Считается, что вдвое большее их количество еще не описано. Эти цифры указывают на размеры и сложность строения биосферы (Флинт, 1978, с. 143).

При рассмотрении «вселенной» частиц и полей естественно обратиться на мгновение ко «вселенной» растительных и животных форм. В этих двух царствах жизни можно увидеть изумительный порядок и симметрию (Уиллер, 1982). Самый страшный симптом

сложности – нарушение симметрии. Все простое симметрично. У нас сердце слева – и это очень странно. Проще было бы иметь сердце посередине или одной половине людей справа, а другой – слева. Если считать развитие живых организмов прямым следствием простых законов природы, то непонятно, почему нет людей с сердцами справа. Почему возникновение сердечных фибрилляций и аритмий, нарушающих нормальную работу сердца, вызывается спиральными волнами, образующимися в его ткани (Казанцев, Некоркин, 2003)? Приходится объяснять и неравнозначность правого и левого винтов у раковин и ветвистых растений, и способность организмов строить несимметричные молекулы (Франк-Каменецкий, 1970), а также спиральную форму некоторых бактерий (спириллы менее скручены и похожи на запятовую, а спирохеты сильно закручены и напоминают штопор), большого количества куколок, раковин и др. (Вилли, 1968, с. 166, с. 271).

Округлые и рогатые, перламутровые и фарфорово-глянцевые, миниатюрные и гигантские раковины моллюсков олицетворяют для нас существенную красоту и целесообразность, описанную в приметной для данного исследования статье «Свобода под знаком спирали» (Краснова, 2005). В форме их завитков ученые прошлого искали параллель с устройством Вселенной, математические закономерности, единые для всего живого, совершенные правила архитектоники. В становлении человеческой цивилизации раковины сыграли роль вряд ли меньшую, чем каменные топоры. Их использовали как первые орудия труда, украшения, деньги. Но главное заключается в другом: глядя на диковинную раковину, следует помнить, что некогда она была неотъемлемой частью живого организма – моллюска, которому она обязана самим фактом своего существования.

Следует отметить, что появление раковин и скелетов оказало заметное влияние на ход эволюции. Палеонтологическая летопись дает слишком мало данных, чтобы судить о том, как у морских животных появились твердые части тела, и нам приходится полагаться на теоретические рассуждения. Например, мы можем представить себе, что раковины, состоящие из карбоната кальция, образовались следующим путем. Ионы кальция присутствуют в морской воде и в пище морских животных. Поэтому кальций мог проникать в тело животного. Большая часть его выводилась из организма, но некоторое количество (зависящее от биохимических особенностей животного) могло оставаться внутри тела или на его поверхности и накапливаться, образуя своего рода затверждение (Флинт, 1978, с. 187–188). При таком механизме образования скелеты повторяют особенности строения тела животного. По-видимому, по этой причине и наблюдается большое количество улиток, раковин и других закрученных форм, которые, в принципе, наследуют «изначальную» спиральную (вихревую) структуру живого – структуру длинных цепей ДНК и белков.

Одна из крупнейших проблем ботаники давно уже привлекала внимание ученых. Еще Плиний Старший (23(24)–79) и Альберт Великий (1193–1280) интересовались ею, а ученые XVIII в. подошли вплотную к ее решению. Это движение у растений отдельных частей листьев, цветков, усиков и плетей. Ученые стремились объяснить такого рода движения «игрой физических сил», но были и другие теории, усматривавшие в них действие особой силы, управляющей всей жизнью растений (Лункевич, 1960б, с. 45б). Действие такой силы может быть охарактеризовано в рамках теории листорасположения, автор которой – ботаник Шимпер (1803–1867). Известно, что растениям присуща врожденная тенденция к спирали, которая и определяет расположение листьев на стебле и ветвях.

Ботаник А. Браун (1805–1877) пытался развить и углубить учение Шимпера. Спиральное расположение листьев на стебле, чешуек и листочков в почке, лепестков в бутоне, а также спиральные сосуды, открытые ботаником М. Мальпиги (1628–1694) (Лункевич, 1960а, с. 356–357), спиралью свернутые усики и гибкие стебли некоторых растений – вот факты, на которые он опирался. Остановив свое внимание на спиральном расположении листьев, А. Браун придал ему математическую формулировку, что произвело большой фурор среди ботаников: получилась такая картина, будто природа действует не

только по эстетическим нормам, но и согласно математически закономерностям (Лункевич, 1960б, с. 442–446).

Преобразование рыб в амфибий представляет собой заметное достижение на пути к эволюции. Так возникла новая династия – четвероногих позвоночных наземных животных. Не обладая более совершенным, по сравнению с предшественниками, механизмом реакций, без достаточно быстрого увеличения размеров мозга амфибии не смогли бы выжить. Следует отметить, что и мозг человека увеличивался быстрее, чем его рост (Флинт, 1978, с. 202, 205, 324). При этом его головной мозг, по выражению Леонардо да Винчи – «седалище души» (Лункевич, 1960а, с. 242), состоит из более чем 10^{11} взаимодействующих между собой нервных клеток при протяженности одного нейрона до 1 м (Казанцев, Некоркин, 2003). Возможность самовозбуждения нервной системы человека, когда «нервы действуют иногда сами по себе, независимо от каких-либо психологических импульсов, и что такая независимая деятельность их сказывается в виде всевозможных *непроизвольных* движений мускулатуры, впервые отметил Леонардо да Винчи» (Лункевич, 1960а, с. 241–242).

При движении тело дельфина как бы ввинчивается в воду, и такое движение достигается благодаря существованию двух систем поперечных волн, бегущих от головы к хвосту (Троицкая, 2005). Одна из них подобна той, которая наблюдается у рыб. Другая система волн соответствует поперечным же колебаниям тела, но только происходящим в вертикальном направлении (Янов, 1991).

Согласно Шулейкину (Шулейкин, 1968, с. 927–935), хорошие условия пропеллирования (движение хвоста дельфина при его движении) могут быть достигнуты в том случае, когда по телу дельфина бежит нарастающая (от головы, точнее, от кончика носа к хвосту) волна, поляризованная по эллипсу или по кругу. При «ввинчивании» тела дельфина в воду каждое его поперечное сечение движется вокруг оси без вращения. Киносъемка показывает, что этот винт обладает «левой нарезкой». Другими словами, вращение элементов тела дельфина происходит против часовой стрелки (если смотреть по направлению хода дельфина). Кроме того, дельфин обладает механизмом, позволяющим выключать хвостовой плавник в тех фазах, когда работа его создает наибольший вредный вращающий момент. Механизм этот заставляет вспомнить аналогичное приспособление у весьма быстроходных рыб (например, макрели), где оно тоже выводит из работы хвостовой плавник во вредных положениях. Только там в этих вредных положениях возникало не вращение вокруг продольной оси, как у дельфина, а интенсивное вихреобразование, связанное с рысканьем рыбы.

По сути, такой механизм движения тела дельфина не приводит к образованию вихрей в воде, вследствие чего *уменьшается коэффициент трения*.

У дельфина имеется только единственный «винт», следовательно, для компенсации вредного вращающего момента у него есть какое-то иное приспособление, а именно та *асимметрия черепа*, которая давно была замечена исследователями у всех зубатых китов. Как видим, *поднявшись на более высокую* ступень эволюционной лестницы, дельфин приобрел и более совершенный движитель (Шулейкин, 1968, с. 936–939). При этом он «заработал» асимметрию черепа, но в результате «научился» управлять трением при своем движении, что позволило ему (и зубатым китам) выжить в ходе эволюции. Пространственное расположение птиц и рыб в стаях также отвечает минимуму затрат энергии, расходуемой на трение при их передвижении (Иваницкий, 1984, с. 44).

В процессе эволюции «научились управлять» трением и другие живые существа. Например, змеи, черви и моллюски движутся за счет образования дислокаций. Движение дождевого червя начинается с образования «растягивающей» дислокации вблизи шейки, тогда как движение большинства змей осуществляется путем образования «сжимающих» дислокаций у хвоста и их перемещения по направлению к голове (Иващенко, 2003).

Эти комплексные данные показывают, что к объяснению физики трения как процесса чисто механического можно подойти, на первый взгляд, с несколько необычной точки зрения – «социальной», позволяющей использовать на макроуровне «самоорганизационные» свойства вращательных (вихревых) микроскопических движений. На возможность перехода «микроскопической» внутренней энергии в энергию механического движения в вихревых потоках газа и жидкости указывалось в работе (Потапов, Фоминский, Потапов, 2000).

Социум

«Я сегодня в вихрях ужасных, – сказал Грибоедов. – Все пробую, все не дается... Не пей бургундское. От бургундского делается вихрь в голове».

Ю. Тынянов

Попытки объяснения закономерностей общественной жизни предпринимались еще в античное время Платоном, Аристотелем, другими мыслителями и продолжались впоследствии. В XIX в. О. Конт (1798–1857) предложил создать науку об обществе – социологию. В этой науке выделялись географическая, демографическая, биологическая и другие школы, которые опирались на различные философии: позитивизма, неокантианства, философию жизни, марксистско-ленинскую и др. (Советский ..., 1985, с. 1245).

Как представители определенного вида, принадлежащего к определенному роду и определенной группе позвоночных, мы не просто обитатели Земли – мы представляем лишь небольшую часть ее биосферы. Углерод, водород, азот и кислород, из которых состоят наши тела, принадлежат к числу элементов, входящих в состав Земли. Форма нашего тела и наши умственные способности – продукты длинной цепи эволюционных изменений, направлявшихся природными условиями, в которых жили наши отдаленные предки. Эта цепь привела от чисто биологической эволюции к эволюции культуры, в которой век металлов подразделяется на век машин, век электроники, век ядерной энергии, все более быстро сменяющих друг друга.

В последнее время численность человечества увеличивается со все возрастающей скоростью. Если 30 тыс. лет назад численность составляла около 3 млн, 6 тыс. лет назад – 85 млн, в 1750 г. – 730 млн, то в начале XXI в. она уже перевалила за 6-миллиардную отметку. При этом в человеке разумном эволюция созидания зашла очень далеко. Человечество обладает уникальной способностью познания, способностью увидеть себя со стороны как в окружающей его среде, так и во Вселенной. Человечество в состоянии передать будущим поколениям все накопленные знания, составляющие основу нашей культуры. Содержание этой культуры определяем мы сами благодаря нашей способности выбирать и принимать сознательные решения. Уже отсюда вытекает планирование нашего собственного поведения (Флинт, 1978, с. 353–354).

И это поведение не всегда приводит к понятным явлениям.

Действительно, в настоящее время в ряде стран наблюдается спад рождаемости, который ниже уровня воспроизводства, что не является следствием обнищания этих стран. Увеличение населения планеты происходит за счет самых нищих стран, в которых люди усиленно размножаются, а депопуляция – сегодня беда всех «белых» стран при всем их процветании. Это является аспектом старения этноса и, по сути, заменой биологической формы экспансии в окружающую среду на форму научно-техническую, вещественно-материальную. Следует отметить, что закаты всех цивилизаций сопровождалась снижени-

ем рождаемости, а заметное, иногда в несколько раз, уменьшение населения циклически происходило в самых разных странах – будь то эпидемии или войны (Веллер, 2004, с. 322).

Летопись ископаемых остатков свидетельствует о том, что до появления *Homo sapiens* эволюция не имела строгой направленности. Это была серия приспособлений, которые сопровождалась изменениями генов и контролировались изменениями условий среды обитания (Флинт, 1978, с. 354). Тем не менее приведенные выше данные указывают на существование в этой серии приспособлений совершенно отчетливой цепочки причинно-следственных связей. Самоорганизация на уровне клетки сначала проявилась как «умение» некоторых животных (червей, змей, моллюсков, дельфинов и др.) управлять своим трением (Ивасьшин, 2003), затем – как «умение» сбиваться в стаи (рыбы, птицы, крупные млекопитающие и др.), что значительно уменьшало трение при их перемещении в среде и тем самым увеличивало шансы вида на выживаемость в ходе эволюции (Личков, 1965; Шулейкин, 1968). Видимо, такая самоорганизация живых организмов, направленная уже на уменьшение «социального трения», с помощью молекулярного механизма памяти за счет дополнительного синтеза ДНК в клетках головного мозга (Иванов, Тушманова, 1989) закрепились на генном уровне и впоследствии «научила» животных сбиваться в стаи для повышения эффективности их охоты. Впоследствии этот «стадный» эффект был передан нашим дальним предкам.

Гоминиды появились на Земле примерно через 260 млн лет после того, как вымерли динозавры. После серии сенсационных находок и открытий в самом начале XXI в. должно пройти определенное время, чтобы на основании этих данных сформировалось более или менее единое представление о начальных стадиях эволюции человека. Бесспорным сейчас представляется следующее «дерево» предшественников человека: 22 млн – 5,5 млн лет назад по Африке и Евразии мигрировали около 100 видов человекообразных обезьян. До наших дней дожили всего три вида крупных антропоидов – орангутаны, гориллы и шимпанзе. Ближайшими же «родственниками» человека являются *Australopithecus anamensis* (вид – австралопитек озерный, уже ходил на двух ногах, возраст – 3,8–4,2 млн лет, при росте 120 см мог весить от 35 до 55 кг), *Australopithecus afrensis* (вид – австралопитек афарский, возраст – 2,9–3,7 млн лет, рост – 150 см, вес – 30–70 кг), *Australopithecus africanus* (вид – австралопитек африканский, рост – 140 см, вес 30–80 кг), *Paranthropus boisei* (вид – «окологлюди», возраст – 1,1–2,4 млн лет, рост – 140 см, вес – 40–80 кг), *Homo rudolfensis* (вид – человек с озера Рудольф, возраст – 1,8–2,5 млн лет, рост – 155 см, объем мозга – 775 см³), *Homo habilis* (вид – человек умелый, возраст – 1,5–2,1 млн лет, рост – 145 см, вес – 40 кг, объем мозга – 500–800 см³), *Homo erectus* (вид – человек прямоходящий, возраст – 40 тыс. лет – 1,2 млн лет, рост – 165 см, вес – 65 кг, объем мозга – 1250 см³), *Homo sapiens neanderthalensis* (вид – человек разумный, подвид – человек разумный из Неандерталя, возраст – 29–250 тыс. лет, рост – 150 см, вес – 80 кг, объем мозга – 1200–1570 см³), *Homo sapiens sapiens* (вид – человек разумный, подвид – современный человек, возраст – 120 тыс. лет).

Должно пройти достаточно времени, чтобы на основании этих открытий сформировалось более или менее единое представление о начальных стадиях эволюции человека. Пока что бесспорным является тот факт, что человечество зародилось в Африке, а именно в восточной ее части. Ведь останки самых древних гоминидов, включая и первых представителей рода людей, были обнаружены именно там – в Кении, Эфиопии и Танзании (Быков, 2005а).

С появлением около 30–40 тыс. лет назад в Европе *Homo sapiens sapiens*, обладающего самым совершенным пока мозгом, началась новая эра самоорганизации людей, приведшая к появлению культуры и науки, образованию государств и переустройству всего мира.

Не кажется ли странным, что существует множество человекообразных видов среди обезьян и только один «венец творенья» – человек? Почему бы природе не иметь два или три «венца», которые могли бы совершенствоваться, конкурируя друг с другом? От-

вет естествен: потому что эта долгая многоступенчатая конкуренция животных рода *Homo* уже состоялась и завершилась уверенной победой одного единственного подвида – *Homo sapiens sapiens*, т. е. нашей победой. Но ведь могло бы сложиться иначе, например если бы «гонку» выиграли неандертальцы – самые сильные наши соперники в борьбе за планету Земля (Пахневич, Фирсова, 2005). Справедливости ради следует отметить, что в такой гонке на выживание *Homo sapiens sapiens* помогла и сама природа своими катаклизмами – мощными землетрясениями, цунами и извержениями вулканов, сопровождавшимися массовыми выбросами вулканического пепла – толченого стекла, который погубил не одну цивилизацию.

Участок ДНК, выделенный из кости неандертальца (проживавшего около 300 тыс. лет назад), близкого родственника современного человека, кардинально отличается от аналогичного фрагмента у современного человека. Сейчас ученые не могут дать окончательного ответа о его родственных связях с *Homo sapiens* (Павленко, 2005, с. 710). Тем не менее «генетические» расчеты показывают, что наш общий с неандертальцами предок, возможно, жил примерно 500–700 тыс. лет назад (Животовский, Хуснутдинов, 2005).

В ходе эволюции асимметрия черепа у дельфина «преобразовалась» в асимметрию мозга у человека. Функциональная асимметрия полушарий существенно расширяет возможности мозга, делает его более совершенным (Ротенберг, 1984).

Поляризация мыслительного аппарата человека выражается в том, что правое полушарие мозга специализируется на так называемом образном мышлении, а в математических занятиях оно проявляется через предпочтение, оказываемое геометрической, пространственной сообразительности. Тогда левое полушарие осуществляет последовательно-логические операции, следит за причинно-следственными (временными) связями и при математических занятиях проявляется через склонность к алгебраической, аналитической сообразительности (Миллер, 2005, с. 127).

Эта асимметрия распространялась и на макроповедение сообществ, объединенных по профессиональным, территориальным, а порой и национальным признакам. Основания для этого тоже существуют (Миллер, 2005, с. 130). Пример асимметричного строения человека представлен на рис. 9.



Рис. 9. Асимметрия строения человека, проявляемая в вихреобразном расположении волос на затылке (иногда наблюдаются два «вихря», закрученных в разные стороны)

Среди ученых распространено мнение, что асимметрия организма человека неслучайна и является результатом эволюции. У человека асимметричны не только конечности. Известно, что правое полушарие мозга функционально неравнозначно левому. Имеются данные, указывающие на то, что такая асимметрия по-разному проявляется у мужчин и женщин. В 1979 г. ленинградскими учеными были получены данные о специализации больших полушарий головного мозга и у животных (Бианки, Удалова, Михеев, 1981).

Изучение этих вопросов увлекательно и преисполнено неожиданностями. Одна из них раскрыта И.М. Ягломом (Яглом, 1983). Речь идет о явлении парности исследователей, имеющих противоположные научные взгляды на одну и ту же теорию. Впечатляющим примером служит одновременное и независимое открытие дифференциального и интегрального исчисления И. Ньютоном и Г. Лейбницем. Ньютон по многим своим качествам диагностируется как «правополушарник» (П), т. е. человек с преобладанием образного мышления, а Лейбниц – как «левополушарник» (Л), т. е. человек с предпочтительно логическим (педантично-рассудительным) мышлением. Как известно, отношения между ними были крайне враждебными, недостойными их высоких интеллектов. Пример этот значителен, но отнюдь не редкостен. В работе И.М. Яглома (Яглом, 1983) приводится целый ряд аналогичных математических дуплетов. Вот некоторые из них: Фалес Милетский (П) – Пифагор (Л), Платон (П) – Аристотель (Л), Кеплер (П) – Галилей (Л), Ньютон (П) – Лейбниц (Л), Гюйгенс (П) – Паскаль (Л), Риман (П) – Вейерштрасс (Л) и др. Этот список можно продолжить и распространить на другие профессии. Поразителен возможный дуализм познания: многие задачи допускают право- и левополушарные подходы. Вопрос об умственном преобладании одних над другими безответен, а скорее некорректен – рейтинги «обеих команд» в среднем примерно одинаковы (Миллер, 2005, с. 130–131).

Представляется, что свободное объединение таких людей «под одной крышей» было бы совершенно немыслимо. Однако в эстафетную цепочку, развернутую во времени, они вошли почти без потерь своих уникальностей. По мере развития информационного единения их участники как бы коллективизируются и усредняются, а задача выделения индивидуальных качеств усложняется (Миллер, 2005, с. 146).

В 70-х гг. прошлого века на основании большого клинического опыта и всего литературного материала была предложена концепция, в основу которой в характеристику функциональных асимметрий человека введены пространственный и временной факторы. Иными словами, в разные периоды времени мы контролируем ситуацию разными полушариями. При этом пространственно-временная организация психики есть ее основная характеристика (Гохлернер, 1984).

Наконец, совсем недавно был обнаружен новый вид асимметрии мозга – химический. Биологическая роль этого явления пока еще до конца не ясна. Ученые полагают: такой вид асимметрии контролирует движения зародышевых клеток в нужных направлениях, что и формирует мозг таким, каков он есть (Чазов, Бехтерева, 1986). В результате, видимо, может быть предложен механизм «обычной телепатии или нечто большее» для объяснения феномена близнецов (Правдивцев, 2007).

Приведенные данные, на наш взгляд, фактически визуализируют процесс взаимодействия умов как отдельно взятых людей, так и их групп (коллективы ученых античного мира и Древнего Китая). Такой процесс имеет место вследствие асимметричного строения мозга человека, по сути «унаследовавшего» асимметрию черепа дельфина, связанную, в свою очередь, с необходимостью уменьшения вихревых (турбулентных) движений в воде.

Одной из неразгаданных загадок, уходящих своими корнями в эпоху появления человека мыслящего (Баренбаум, 2002, с. 338–345), является загадка лабиринтов на поверхности Земли (рис. 10) – «вихревых движений души» (Александров, Зайцева, Кобяков, Лихачев, 2005, с. 222).

Исследователи до сих пор спорят, каково назначение выложенных из небольших камней лабиринтов, обнаруживаемых у побережья Северной Европы. «Наиболее извест-

ные лабиринты Кольского полуострова датируют III–II тысячелетиями до н. э. Иногда рядом с ними находят стоянки арктического неолита. Форма лабиринтов – двойная или, реже, обычная спираль, в середине ее иногда камень (рис. 10). Их создание фольклор Англии приписывает жрецам-друидам, в Швеции и Норвегии – гномам и троллям. В Северной Европе их еще называли «плясками фей», «пляской святого Петра», а на Белом море – вавилонами» (Александров, Зайцева, Кобяков, Лихачев, 2005, с. 222–223).

Кандалакшский лабиринт находится совсем рядом с городом и часто посещается, но когда-то поморы, ревниво относившиеся к своему вавилону, скрывали его от заезжих гостей. Всего в Мурманской области и Карелии известно около десяти лабиринтов. А на Соловках их найдено больше всего – несколько десятков (Александров, Зайцева, Кобяков, Лихачев, 2005, с. 223).



Рис. 10. Кандалакшский лабиринт

Спирали многих лабиринтов на Кольском полуострове хорошо видны на поверхности Земли, но некоторые из них со временем зарастают и теряются. Это случилось, например, с лабиринтом в селе Поной. Он был подробно описан в литературе в XIX в., но уже в середине XX в. в самом селе о нем помнили смутно. На лужайке лабиринта играли дети, не подозревая о его существовании.

Широко известны изображения лабиринтов на предметах критской культуры. Именно в лабиринте на Крите, согласно мифу, жило чудовище Минотавр, которому приносились человеческие жертвы. В этом мифе прослеживается ритуальное назначение лабиринтов. Может быть, северные лабиринты Кольского полуострова были местами жертвоприношений, гигантскими алтарями, построенными древним народом? Есть и другая гипотеза. В мифологии древних людей северные лабиринты могли быть связаны с погребальным культом: по виткам спиралей души мертвых уходили под землю в иной мир и не могли вернуться в мир живых из-за запутанности ходов вавилоня. Бытовая гипотеза предназначения лабиринтов говорит о том, что это модели располагаемых в море ловушек для рыбы.

Вместе с тем полученные в работе уникальные данные убедительно показывают, что *все* явления, происходящие в *социуме*, коррелируют с величиной солнечной активности, определяемой, в свою очередь, моментной динамикой всей Солнечной системы (Леви, Задонина, Бердникова и др., 2003). Есть что-то не ощущаемое индивидами, но проявляющееся в их самоорганизующемся коллективном поведении, уменьшающем «социальные взрывы». Примеров тому – великое множество. Как видим, ученые уже совсем близко подошли к идее о «спине жизни».

Мы все генетически чрезвычайно схожи. Нас отличает друг от друга ряд признаков, которым мы склонны придавать чересчур большое значение (рост, цвет кожи, форма головы и др.), но как они ничтожны по сравнению с нашим почти 100%-ным (99,9%) генетическим сходством. Мы сформировались под влиянием не только генов, но и окружающих нас людей и явлений, причем в становлении личности среда играет неизмеримо большую роль, чем наследственные особенности. Мы все – одна большая генетическая семья, живущая на общей планете (Животовский, Хуснутдинова, 2005).

Таким образом, круг замкнулся: все явления природы, включая явления живой природы от момента зарождения первой клетки до социума, несут на себе следы вращательных (вихревых) движений, наблюдаемых во всем масштабе расстояний и времен – от квантов до галактик и их скоплений.

Жизнь как квантовое геодинамическое состояние

Казалось бы, какое отношение имеют тяготение, изменяющее темп течения времени, и кванты – объекты микромира, к макроявлениям геологии и геофизики, включая появление жизни и ее эволюцию? Оказывается, имеют и самое непосредственное.

Действительно, *во-первых*, неоднородность течения времени находит свое подтверждение в геологии, геохронологические шкалы которой являются «неравномерными» (Симаков, 1999). В таком случае палеобиологическое, биохронологическое, радиометрическое, магнитометрическое, палеоклиматическое и другие времена (Крутов, 1978, с. 86–93), с помощью которых датируются хронологические периоды геологического времени, разделяемые стратиграфическими разделительными плоскостями (Флинт, 1978, с. 34–47), также являются неоднородными. Неоднородное течение геологического времени может быть связано, например, с прохождением Земли в составе Солнечной системы в разные геологические эпохи областей Галактики, имеющих разную напряженность гравитационного поля и в соответствии с принципом Маха находящихся под влиянием разных по величине центробежных сил. Важность ротационного и космического факторов для тектоники обсуждается в работе (Хаин, Ломизе, 2005, с. 546–553).

В этой связи следует отметить, что история геологии располагает убедительными фактами, необходимыми для познания обратимости и необратимости, цикличности и направленности. Решение этих проблем имеет значение не только для геологии, но и для естествознания в целом. Абсолютная шкала геологического времени оказалась очень важной для астрономов, так как существенно прояснила вопрос, связанный с галактической орбитой Солнца. О важности союза между геологами и астрономами писал академик А.В. Пейве (Пейве, 1961). Академик Д.В. Наливкин (1889–1982) говорил: «Земля является частью Вселенной и поэтому крупные события, происходившие в Солнечной системе и Галактике, влияли на ее развитие и строение. Масштаб геологического времени близок к масштабу Вселенной. Геологи владеют летописью, в которой записаны события истории Земли, а также и Вселенной. Поэтому астрономы иногда обращаются к ним за справками. Жаль, что это бывает нечасто» (Наливкин, 1969). Проблемы времени в геологии и звездной астрономии во многом идентичны, но если первую можно решать, ограничиваясь Галактикой, то проблему времени звездных систем следует изучать, поднявшись на более высокую иерархическую ступень (Шпитальная, Заколдаев, Ефимов, 1991).

Во-вторых, в последние десятилетия изучение геологии и геофизики, с точки зрения квантовых эффектов, становится делом вполне обычным. Интенсивно разрабатываются квантовая геодинамика, квантовая сейсмотектоника, релятивистская геодинамика и другие направления, в основе которых заложены вихревые движения (Вихри..., 2004).

Ритмы (своеобразные «кванты» времени), изучаются не только в астрономии и геологии, но также в биологии, социологии, политэкономии и практически во всех остальных науках. Причем интерес к ним растет. «Гармония сфер» была популярна в древние и средние века. В Новое время изучение связи «космос – Земля – человек» на-

чал в XVIII в. У. Гершель (1738–1822) (влияние активности Солнца на урожайность в Англии и цен на пшеницу). Спустя век астроном-любитель Самуэль Швабе (1789–1875) в 1843 г. объявил об открытии цикла (около 11 лет) солнечной активности (Ньюкирк, Фрейзиэр, 1983, с. 204), а У.С. Джевонс (1835–1882) установил статистически связь между этими циклами и погодой, сельхозпроизводством и экономическими кризисами (Черкасов, Романовский, 2003). Влияние солнечной активности на биосферу вообще было установлено А.Л. Чижевским (1897–1964) в 1915 г. (Беневоленский, Воскресенский, 1981).

Уникальный широкомасштабный сбор хронологических данных об аномальных явлениях в природе и социуме Сибири и Монголии позволил показать всеобъемлющее влияние Солнца на все, что происходит на Земле. Важным во взаимодействиях в системе Солнце – Земля служит постоянное запаздывание реакции земных процессов на солнечное воздействие. Складывается впечатление, что природная среда накапливает в себе это воздействие или объем солнечной энергии до критических значений, после которых она не способна удержать эту энергию в себе и реагирует возникновением аномальных природных явлений. Это проявляется своеобразной «упругостью» природной среды и социума по отношению к солнечному воздействию (Леви, Задонина, Бердникова и др., 2003). Отмечено, что колебания солнечной активности влекут за собой происходящие со сдвигом в 5 лет колебания численности зайцев и других животных (Иваницкий, 1984).

Наконец, было показано, что 11-летняя цикличность обусловлена не собственной внутренней динамикой Солнца как звезды (трудно на основе собственных параметров Солнца сконструировать соответствующее «характерное время»), а сложной динамикой всей Солнечной системы. Дело в том, что центр Солнца движется относительно центра масс Солнечной системы (барицентра) по сложной траектории и может удаляться от барицентра на расстояния, превышающие удвоенный солнечный радиус (Долгачев, Доможилова, Хлыстов, 1991). Это объясняется тем, что на долю Солнца приходится всего около 2% общего вращательного момента $M_{вр}$ всей Солнечной системы (Шкловский, 1980), в то время как на долю Юпитера – 62,5% (табл. 2) и 61,3% орбитального углового момента $M_{обр}$ планетной системы (табл. 1), тогда как их массовые доли составляют 99,9 и 0,007% (табл. 2). Такое сложное движение центра масс Солнца, имеющее характерный период в 179 лет, трудно связать с иницированием 11-летнего цикла, продолжительность которого близка периоду обращения Юпитера (наиболее критичной в данном рассмотрении планеты) вокруг Солнца.

Таблица 1

Распределение орбитального углового момента планет в Солнечной системе (Викулин, 2004а)

№ п/п	Планета	Масса, ($M_{Земли} = 1$)	Радиус орбиты, $R \cdot 10^6$ км	Орбитальная скорость, км/с	Период обращения τ , сутки	$\tau, 10^8$ с	$\omega = 2\pi/\tau, 10^{-9} \text{ с}^{-1}$	Момент $M_{орб}, 10^{50} \text{ г} \cdot \text{см}^2 \cdot \text{с}^{-1}$	Момент $M_{орб}, \%$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Меркурий	0,053	57,91	47,90	87,969	0,076	826,2	$8,7 \cdot 10^{-6}$	$2,8 \cdot 10^{-4}$
2	Венера	0,815	108,2	35,05	224,70	0,194	323,5	$1,8 \cdot 10^{-4}$	$5,7 \cdot 10^{-3}$
3	Земля	1,000	149,6	29,80	365,26	0,316	200,0	$2,7 \cdot 10^{-5}$	$8,5 \cdot 10^{-4}$
4	Марс	0,107	227,9	24,14	686,98	0,594	105,8	$3,5 \cdot 10^{-5}$	$1,1 \cdot 10^{-3}$
5	Юпитер	318,0	778,3	13,06	4332,6	3,743	16,78	1,932	61,33
6	Сатурн	95,22	1428	9,65	10 759	9,296	6,756	0,784	24,89
7	Уран	14,55	2872	6,80	30 687	26,51	2,369	0,169	5,394
8	Нептун	17,23	4498	5,43	60 184	52,00	1,208	0,252	7,990
9	Плутон	0,900	5910	4,74	90 700	78,36	0,801	0,015	0,479

Примечание. $M_{Земли} = 6 \cdot 10^{27}$ г, $M_{орб} = MR^2 \omega$ – орбитальный момент планеты с массой M , радиусом орбиты R и угловой скоростью вращения $\omega = 2\pi/\tau$ вокруг Солнца.

Распределение собственного вращательного момента Солнца и планет
(Викулин, 2004а; Таблицы ..., 1976)

№ п/п	Космическое тело	Число спутников	Масса ($M_{\text{Земли}} = 1$)	Плотность ρ , г/см ³	Экваториальный радиус r , км	Период вращения T	$\Omega = \frac{2\pi}{T}$, 10^{-4} с^{-1}	Момент $M_{\text{вр}}$, $10^{49} \text{ г} \cdot \text{см}^2 \cdot \text{с}^{-1}$	Момент $M_{\text{вр}}$, %
1	Солнце	0	$3,3 \cdot 10^5$	1,41	$7 \cdot 10^5$	26–37 дней	$\approx 0,024$	0,16	2,4
2	Меркурий	0	0,053	5,3	2420	58,7 дня	0,013	$7,3 \cdot 10^{-7}$	$\approx 10^{-5}$
3	Венера	0	0,815	4,95	6200	–243 дня	0,003	$-7,6 \cdot 10^{-5}$	$\approx 10^{-3}$
4	Земля	1	1,000	5,517	6379	24 ч 56 мин	0,729	$1,0 \cdot 10^{-4}$	$\approx 10^{-3}$
5	Марс	2	0,107	3,95	3400	23 ч 37 мин	0,754	$3,0 \cdot 10^{-6}$	$\approx 10^{-5}$
6	Юпитер	14	318,0	1,33	71 400	9 ч 50 мин	1,774	4,0	62,5
7	Сатурн	15	95,22	0,687	60 400	10 ч 14 мин	1,706	2,2	34,4
8	Уран	5	14,55	1,56	23 800	–0,89 дня	0,817	–0,02	0,3
9	Нептун	2	17,23	2,27	22 300	0,53 дня	1,365	0,02	0,3
10	Плутон	1	0,900	4(?)	3000	6,39 дня	0,11	$1,6 \cdot 10^{-6}$	$\approx 10^{-4}$

Примечание. Вращательный момент Солнца вычислялся из $M_{\text{вр,Солн}} = 2E/\Omega = 1,58 \cdot 10^{48} \text{ г} \cdot \text{см}^2 \cdot \text{с}^{-1}$, где $E = 1,9 \cdot 10^{42} \text{ эрг}$ – кинетическая энергия Солнца (Таблицы ..., 1976, с. 973). Вращательный момент планет вычислялся из $M_{\text{вр}} = I\Omega$, где $I = 8/15\pi r^5$ – момент инерции планеты. Знак минус обозначает вращение планеты в обратную сторону

При таком сложном движении центра масс солнечного шара относительно барицентра вещество Солнца должно проявлять себя как вязкая сжимаемая среда, подверженная приливным воздействиям. Следует ожидать также некоторого деформирования формы Солнца с изменением плотности приповерхностных участков, а также генерации вихревых движений. Можно полагать, что именно вихревые движения, связанные с моментной динамикой Солнечной системы (в основном Юпитера), инициируют появление солнечных пятен (Тимашев, 2003). Наблюдаемые значительные отклонения цикличности солнечной активности от 11-летнего периода, имеющие «вращательное расщепление» (Ньюкирк, Фрезьер, 1983), могут быть достаточно просто объяснены именно в рамках такого моментного подхода.

Подобные интенсивные вихревые движения обнаружены на Солнце достаточно давно (Неймар, 1899, с. 70–79; Спорные..., 2002). Впервые пятна на Солнце, как и Большое красное пятно Юпитера – активный вихрь (солитон Россби) с размером, превышающим Землю, – наблюдал Г. Галилей в 1609 г. (Галилей, 1964). Огненное вещество экваториальной зоны деформируется в виде гигантских дуг. В краевых частях обширных вихрей формируются активные зоны. В строении Солнца и планет следует предположить причиной их устойчивости гравитационное равновесие, возникшее как результат закручивания вещества и постепенного уплотнения в спиральной структуре (Устинова, Вылцан, Устинов, 2005).

Следовательно, величина «упругости» и природной среды, и социума в системе Солнце – Земля (Леви, Задонина, Бердникова и др., 2003), о которой говорилось выше, определяется не их энергиями взаимодействия с Солнцем, а именно *моментной динамикой Солнечной системы* при определяющей роли вихревых движений. Такая динамика определяется в основном планетами-гигантами – Юпитером (более 60%) и Сатурном (около 30%) (табл. 1, 2). Звеном, ярко демонстрирующим *такую динамику взаимосвязи* микро- и макромиров, является именно жизнь, которая с участием разномасштабных вихревых движений на микроуровне белка и клетки зародилась в результате вполне определенных геолого-геофизических макроявлений, происходивших на Земле около 3,8 млрд лет назад и впоследствии эволюционировала в макромире до социума.

Обозревая широкоизвестный спор между А. Эйнштейном и Н. Бором (1885–1962), продолжавшийся в течение многих десятилетий и не закончившийся до сих пор, Дж. Уиллер приходит к выводу, что окончательный рассказ о связи между квантом и Вселенной не завершен. Поэтому никакое элементарное явление нельзя считать явлени-

ем, пока оно не наблюдалось (Уиллер, 1982). Это, по-видимому, может быть отнесено и к элементарному, по сути минимаксному процессу зарождения жизни.

Несмотря на упорные попытки, никому еще пока не удалось синтезировать живую клетку. Более того, в настоящее время не представляется возможным искусственно воспроизвести в лабораторных условиях возникновение механизма, реализуемого в живой клетке нуклеиновыми кислотами (Шкловский, 1980, с. 174). Поэтому появление на нашей Земле жизни, символизирующей своеобразное единение макро- и микромиров, в настоящий момент времени следует, по-видимому, считать явлением скорее божественно-научным.

Земные вихри и проблема жизни

Независимо от того, опираемся ли мы на более старое определение жизни как способ существования белковых тел, основанного на обмене веществ (Энгельс, 1975), или более полное определение, которое утверждает, что главные качества жизни – воспроизводимость и гомеостаз (Черепашук, Чернин, 2004), единственное место, где она существует – это наша планета Земля. Причем самым главным элементом, обеспечивающим функционирование белков, а соответственно и жизни, является углерод. Поэтому жизнь и называется органической, т. е. построенной на углеродной основе.

На других планетах Солнечной системы органическая жизнь пока не обнаружена. Не исключено, что она не будет обнаружена вообще. Главная причина этого – слишком жесткие физические условия (давление, температура, интенсивность космического излучения и др.) на большинстве планет и слишком узкий диапазон таких условий для жизни как активной формы существования белковых тел. Следовательно, если жизнь зародилась и имеется только на Земле, необходимо выявить ее отличия от других планет земного и неземного типов нашей Солнечной системы, и прежде всего от ее наиболее близкого аналога – Венеры. При этом надо попытаться понять, хотя бы в самом первом приближении, почему на Земле она возникла и существует почти 4 млрд лет, а на Венере ее нет. Иными словами, следует выявить специфические жизнегенерирующие, благоприятствующие условия для появления жизни на Земле. Венера в настоящее время достаточно хорошо изучена. Начиная с 1961 г. на ней и вблизи нее побывало 28 космических экспедиций (Шаров, 2007а).

Мы допускаем, что вероятный подход к решению проблемы возникновения жизни на Земле может быть найден именно при сравнении общей эволюции Земли и Венеры. По размеру, весу, средней плотности (табл. 2), орбитальной скорости и периоду обращения (табл. 1) эти планеты, судя по полученным в последние годы результатам наземных радиолокационных и особенно космических исследований аппаратами «Маринер» и «Венера», весьма близки друг к другу (Бреус, 1983; Шаров, 2007а). Не очень сильно различаются и их средние расстояния от Солнца. Приводимые академиком А.П. Виноградовым (1895–1975), К.П. Флоренским и последующими исследователями предварительные результаты исследования Венеры с помощью космических аппаратов «Венера-9», «Венера-10» и других показали, что на поверхности планеты развиты выходы скалистых горных пород, близких по составу и внешнему облику к земным базальтам, т. е. к породам, наиболее широко распространенным и на Земле. Планеты Земля и Венера возникли тоже примерно в одно время.

Однако в настоящее время обе планеты кардинально различаются по строению своих верхних оболочек. На Венере нет гидросферы, а атмосфера состоит из углекислого газа (97%), азота (2%), водяного пара, кислорода, аммиака и других примесей (1%). Измеренное в местах посадки космических аппаратов давление равно 85 и 92 атмосферам, а температура составляет 485°C. В свете современных представлений эта разница объясняется наличием на Земле жизни, поскольку количество выделившегося углекис-

слога газа (CO_2) на Земле (в породах литосферы и в атмосфере, по данным А.П.Виноградова (Виноградов, 1959; Виноградов, Сурков, Андрейчиков, 1970), содержится около $2,1 \cdot 10^{17}$ т CO_2) и на Венере (около $2 \cdot 10^{17}$ CO_2 только в атмосфере) примерно одно и то же. Высокая температура на поверхности Венеры объясняется двумя причинами: большим эффектом нагрева ее поверхности Солнцем и мощным парниковым эффектом. Молекулы углекислого газа, из которого преимущественно и состоит атмосфера Венеры, прозрачны для солнечных лучей и непрозрачны для инфракрасного излучения поверхности этой планеты. На Земле, где в атмосфере имеется всего 0,051 весовых, или 0,033 объемных, процентов CO_2 , этот эффект при прочих равных условиях, естественно, не может быть столь значительным.

Кроме того, сравнительно недавно стало известно, что в отличие от Земли Венера очень медленно вращается и притом в обратном направлении. Полный оборот вокруг своей оси Венера совершает примерно в течение 243 земных суток, т. е. по сравнению с Землей она как бы неподвижна (табл. 2). Медленным вращением планеты объясняется и ее малое динамическое сжатие, которое составляет (по данным, полученным с помощью космического аппарата «Маринер-10») всего 1/30 000 (примерно в 100 раз меньше, чем у Земли).

Анализируя эти сведения, можно прийти к выводу, что одной из первопричин разных путей эволюции Земли и Венеры, а в конечном счете и первопричиной появления жизни послужила очень большая разница в скорости вращения обеих планет вокруг своей оси. В результате этого, несмотря на близость своих параметров к земным, процесс эволюции верхних оболочек Венеры шел по типичному «лунному» пути с поправками на ее близость к Солнцу, значительно большую массу и обусловленные этим фактором намного большие силу тяжести и энергетический потенциал.

В условиях медленно вращающейся Луны происходит стабилизация центров восходящих и нисходящих потоков мантийного вещества в процессе плотностной конвекции, при этом спиральные вихревые потоки не возникают. Подобный характер процессов был свойствен, по-видимому, и Венере, с тех пор как скорость ее вращения вокруг оси стала соизмеримой с современной (Мелекесцев, 2004б).

Из этого предположения вытекают три важных следствия:

- 1) формирование литосферы Венеры должно было происходить по пути, более близкому к «лунному», чем к «земному»;
- 2) следовательно, не наблюдалось перестройки литосферы в результате механизма, подобного плитовой тектонике;
- 3) на протяжении всего хода своей эволюции Венера не имела соизмеримых с земными электрического и магнитного полей.

На вероятность последнего следствия в какой-то мере может указывать очень малая напряженность современного магнитного поля Венеры, которая, по измерениям «Маринер-10» в 1974 г., «Венеры-9» и «Венеры-10» в 1975–1976 гг., составила менее 0,05% от напряженности земного магнитного поля (Бреус, 1983).

Следует отметить, что магнитное и электрическое поля Земли не только во много раз выше венерианских по величине, но имеют еще и отчетливо выраженный знакопеременный характер. Яркое свидетельство этого – чередование временных периодов, этапов и эпизодов разной длительности с прямой и обратной намагниченностью. В настоящее время ответственными за поддержание главного магнитного поля Земли и глобальные инверсии магнитного поля считаются течения и вихри на границе мантия – внешнее ядро нашей планеты (Авсюк, Левин, 1999). Жидкое внешнее ядро (массой порядка $1,8 \cdot 10^{27}$ г), в котором «взвешено» твердое ядро, состоит из расплавленного вещества, вязкость которого на границе с твердым ядром примерно отвечает вязкости воды (Busse, 1978). Для объяснения особенностей эволюции магнитного поля Земли специалистами предлагается модель геодинамо (Глацмайер, Олсон, 2005). Как изменялось и изменяется магнитное поле Венеры, пока неизвестно.

Поскольку на Земле органическая жизнь возникла, а на Венере – нет, то логично допустить, что комбинация геологических, физико-географических и геофизических условий на быстро вращающихся планетах благоприятна для возникновения этого типа жизни, а на невращающихся или очень медленно вращающихся – неблагоприятна. Кратко проанализируем эти условия (Мелекесцев, 2004б).

Главным следствием быстрого вращения Земли на всех стадиях ее эволюции было возникновение спиральных восходящих и нисходящих вихрей (Мелекесцев, 1979), что в том числе способствовало более быстрому круговороту вещества планеты, играющего одну из главных ролей в ее жизни (Флинт, 1978). Именно с деятельностью таких вихрей, по-видимому, было связано образование первичной материковой коры и преобразование этой коры в современную литосферу. Они, вероятно, явились и косвенной причиной формирования Мирового океана около 3 млрд лет назад. Воды океана поглощали выделявшийся при дегазации мантии углекислый газ, не давая ему накопиться в больших количествах в атмосфере Земли и вызвать значительный нагрев атмосферы за счет парникового эффекта. Кроме того, в условиях быстро вращающейся Земли в Мировом океане должны были возникать многочисленные вихри – ринги и водовороты.

На начальных стадиях эволюции Венеры, по всей вероятности, не произошло образования значительных водных пространств, если предположить, что там, как и на ранних этапах развития Земли, из мантии выделялось сравнительно мало воды, причем часть ее поглощалась породами коры (Сорохтин, 1974). Малая площадь первичных гипотетических венерианских морей и их, вероятно, более высокая по сравнению с земными морями температура (из-за близости планеты к Солнцу) не обеспечивала, по-видимому, поглощения выделявшегося углекислого газа. В результате CO_2 накапливался в атмосфере Венеры во все больших количествах, вызывая ее прогрессирующий нагрев. По достижении на поверхности Венеры температуры кипения воды гидросфера вообще должна была исчезнуть (выделявшаяся вода либо поглощалась породами коры, либо испарялась), а парниковый эффект резко возрастал. Таким образом, на Венере уже на достаточно ранних стадиях эволюции могли возникнуть весьма неблагоприятные условия для появления «низкотемпературной» органической жизни.

В земной обстановке сочетание геологического (образование сплошной относительно холодной литосферы и появление Мирового океана) и геофизического (возникновение меняющихся во времени электрического и магнитного полей) эффектов, наоборот, создали, вероятно, более благоприятные предпосылки для зарождения жизни, на что указывают следующие данные. Морская вода – хороший проводник электрического тока, внутри которого электрические и магнитные поля и их градиенты должны отсутствовать совсем или по крайней мере быть достаточно малыми. Вместе с тем натурные измерения в морях и океанах и лабораторные исследования проб морской воды показали, что разность потенциалов зависит от концентрации микроорганизмов и зоопланктона (Богородский, Гусев, Доронин и др., 1978, с. 215).

Такие данные указывают на существование внутри морей и океанов «собственных» источников электромагнитных полей, расположение которых в пространстве и времени определяется закономерностями, отличными от электродинамических. Примером тому могут служить рыбы, живущие на глубинах, куда свет не проникает совсем. Около половины всех рыб, населяющих глубины более 300 м, обладают органами свечения (Бабошин, Лопатников, Попов, 1987), а электрический угорь обладает исключительной по совершенству конструкции электрической батареей. Создание такой батареи в условиях проводящей среды, какой является тело угря и окружающая его вода, явилось бы сложнейшей задачей для современной техники. Однако, по справедливому замечанию академика Д.И. Блохинцева, электрический угорь наибольшую загадку задал не техникам, а именно биологам, занимающимся эволюционной теорией. Действительно, электрический орган угря не мог развиваться постепенно, поскольку он именно тогда дает угрю преимущества в борьбе за существование, когда

электрический заряд опасен для врага и потому является достаточно сильным (Бреховских, 1987, с. 106).

Усовершенствование техники измерения сверхслабых световых потоков позволило установить, что живые ткани, клетки, биологические жидкости обладают спонтанным свечением – биохемилюминисценцией (Журавлев, 1991). Как видим, по сути квантовые процессы свечения являются общим свойством «живой» материи. Совсем недавно открытое свойство молекул ДНК – электропроводность (Павленко, 2005, с. 712) позволяет наметить пути решения проблем и свечения клеток, и создания биологической электрической батареи. Новый проводник в 44 тыс. раз тоньше человеческого волоса. У этих генетических проводников обнаружено свойство самоорганизации, которое, возможно, и позволит правильным образом «организовать» заряды в биологической батарее.

В очень гипотетичной, постановочной форме последовательность начальных стадий процесса возникновения жизни на Земле возможно представить следующим образом (Мелекесцев, 2004б).

Первая стадия – добелковая, или химическая, на которой образуются органические соединения разной сложности, обладающие слабыми ферромагнитными свойствами (Флинт, 1978, с. 106). «Выбор» органических соединений как материала для возникновения жизни был обусловлен, по-видимому, прежде всего тем, что многие из них по сравнению с другими первичными природными соединениями, возникшими обычным химическим путем, обладали наиболее крупными и сложно построенными молекулами. Ферромагнитные свойства в условиях существования мощного магнитного и электрического полей Земли способствовали выработке в этих соединениях дополнительной энергии – стимула к дальнейшему усложнению и усовершенствованию.

Не исключено, что одна из ведущих ролей при образовании органических соединений принадлежала вулканической и поствулканической деятельности, поскольку многие изверженные породы отличаются высоким содержанием Fe и Ti. Железо и титан входят также в состав минералов, связанных с фумарольной активностью. Эруптивные же облака земных вулканических извержений тоже являются вихрями и характеризуются наэлектризованностью и частыми молниями. Значение каждого из компонентов вулканической деятельности в процессе синтеза сложных органических соединений и происхождения земной жизни подробно освещено в публикациях Е.К. Мархинина (Мархинин, 1974, 1980; Мархинин, Подклетнов, Збруева, 1975) и более ранних работах Л.М. Мухина (Шкловский, 1980, с. 177). Вихри очень часто возникают при сильных ветрах над высокими вулканами конической формы.

Вторая стадия – белковая, на которой происходит формирование из органических веществ белковоподобных соединений, а потом все более сложных белков-ферромагнетиков. Скопления подобных белков в воде должны были обладать собственным электрическим потенциалом и магнитным полем. При механическом перемещении белковых скоплений их электрический потенциал возрастал в результате взаимодействия их собственного магнитного поля с магнитными силовыми линиями Земли. Накопленная дополнительная энергия способствовала усложнению структуры этих скоплений и возникновению в них простейших электрических цепей. Кроме того, повышенный по сравнению с окружающей средой электрический потенциал белковых соединений обеспечивал их относительную мобильность как за счет взаимодействия со средой, так и за счет взаимодействия этих образований между собой. Перемещение белковых скоплений в пространстве облегчалось небольшой вязкостью воды. Не исключено, что на каком-то этапе эволюции белковых скоплений наиболее активные соединения – ферромагнетики стали подобием нервных центров. Эти скопления начали активно реагировать на изменения окружающей среды – появилось подобие «живого вещества».

Третья стадия – это стадия эволюции «живого вещества», итогом которой явилось образование примитивного подобия праклетки. Возникновение праклеток на этой ста-

дии стимулировано, по-видимому, многократным чередованием революционных (катастрофических) и эволюционных периодов изменения природной обстановки.

В революционные, относительно более короткие периоды происходили резкие колебания интенсивности вулканизма, напряженности, знака магнитного поля Земли и т. д. В течение этих периодов все неустойчивые образования исчезали, а «пережившие революцию» скопления живого вещества, попадая в благоприятные условия длительных эволюционных эпох, бурно развивались.

В очень грубом приближении возникшие формы жизни можно представить, вероятно в виде своеобразных компьютеров со встроенными механизмами питания, черпающими энергию непосредственно из окружающей природной среды – от солнечного излучения и химических реакций до земных электромагнитных полей. Их главная особенность – способность к самовоспроизведению и самоусовершенствованию.

Возможными «реперами» для выявления революционных периодов могут служить фазы быстрого глобального усиления интенсивности вулканизма. Во всяком случае, такое предположение достаточно хорошо подтверждается почти строгой синхронностью пароксизмов вулканической деятельности с эпохами наиболее сильных изменений флоры и фауны на протяжении последних 300 млн лет. Это относится как к пермокарбонному максимуму вулканизма, когда произошла одна из самых крупных в фанерозое смена флористических и фаунистических комплексов, так и ко всем более молодым максимумам вулканизма.

Не исключено, что одним из важнейших факторов, способствовавших эволюции живых организмов, было изменение напряженности и знака магнитного поля, связанное с колебаниями во времени режима деятельности глубинных вихрей, их преобладающего типа, взаиморасположения, соотношения суммарных «положительных» и «отрицательных» мощностей. В этой связи обратим внимание на следующее. Часто выдвигается предположение, что основной причиной вымирания видов является изменение климата или других факторов природной среды, вызванное изменением магнитного поля Земли, однако до сих пор это предположение не доказано (Флинт, 1978, с. 146).

Следует отметить, что влияние усиленного или ослабленного (по отношению к естественному) искусственного магнитного поля на человека, животных, растения, микроорганизмы доказано магнитобиологическими исследованиями, несмотря на кратковременность экспериментов. В природе же длительность подобных «экспериментов», по сути дела, не ограничена во времени. При этом важно то, что в живых организмах максимально реактивными (реагирующими на изменение условий) системами являются те, которые выполняют регулярные функции (т. е. нервная, эндокринная, кровеносная и др.), а также эмбриональные ткани и наиболее интенсивно функционирующие органы взрослых животных.

Помимо резких колебаний магнитного поля периоды глобальных вспышек вулканизма сопровождалась крупными изменениями физико-географических условий и тектонических обстановок за счет собственно вулканических процессов. Катастрофические взрывы верхнего карбона-перми (около 300–250 млн лет назад), возможно, способствовали возникновению гигантских расколов в верхних оболочках Земли и дали тем самым толчок к горизонтальному движению литосферных плит. Имеющиеся реконструкции расположения континентов Южного полушария в гондванскую эпоху и ориентировка так называемой «ледниковой» штриховки ложа «тиллитов» позволяют предполагать, что взрывы происходили в пределах отдельных участков на месте современных срединно-океанических хребтов, трассирующих сейчас наиболее крупные расколы земной коры.

Катастрофическими взрывами и последовавшими за ними массовыми лавовыми излияниями обусловлены, вероятно, резкие изменения климата и растительности в конце палеозоя – начале мезозоя. С одной стороны, взрывы явились поставщиками огромных объемов пирокластического материала, загрязнившего атмосферу всего земного шара. В качестве возможных результатов можно назвать быстрое похолодание и появление ледников. С другой стороны, вынос при извержениях больших количеств ювенильного

углекислого газа мог способствовать позднее развитию парникового эффекта. В результате этого наблюдается постепенный рост температуры атмосферы и развитие, в зависимости от особенностей атмосферной циркуляции, либо тропического, либо аридного климата. Повышенное содержание в атмосфере CO_2 , по-видимому, вызвало бурный расцвет растительности того времени и массовое угленакопление. Особенно интенсивно процесс угленакопления происходил непосредственно в самих вулканических областях. На это указывают, в частности, огромные запасы угля в Тунгусском угольном бассейне – районе самого мощного в конце палеозоя – начале мезозоя траппового вулканизма.

Подобная же картина была характерна и для начала кайнозоя – непосредственно вслед за глобальной эпохой усиления вулканизма в самом конце мезозоя. Именно на это время приходится максимальная концентрация (0,1%) углекислого газа, появление и расцвет многих видов современных растений (Добродеев, 1975).

В какой-то мере следствием повышенного выделения CO_2 в молодых вулканических областях, возможно, служит так называемый гигантизм травянистых растений: по сравнению с невулканическими районами одни и те же виды растений имеют там в 2–3 раза большие размеры. Это характерно, например, сейчас для Камчатки и Курильских островов.

Не исключено, что сочетание аномальных магнитного и электрического полей в результате деятельности активных вихревых структур, мощного вулканизма и экстремальной физико-географической обстановки в зоне Восточно-Африканских рифтов создали благоприятные предпосылки для многократных мутаций попадавших туда особей-гоминид. Вряд ли случайно обнаружены в этой части Африки в результате исследований А. Лики и Р. Лики ископаемые останки древнейших из известных пока гоминид (например, знаменитой Люси, относящейся к афарским австралопитекам *Afarensis*, проживавшим 3–4 млн лет назад) и еще более старых их форм (например, *Ramidus* – около 4,5 млн лет назад), живших здесь 5–7 млн лет назад (Животовский, Хуснутдинова, 2005), а также других останков семейства гоминид и родов *Australopithecus* и *Номо* (Быков, 2005а). Дело в том, что под расположенным на востоке Африки очень активным в тектоническом, магматическом и вулканическом отношении треугольнике Афар и современным рифтом Красного моря сейсмическая томография фиксирует гигантский суперплюм (Tatsumi, Shinjoe, Ishizuka et al., 1998). Последний приурочен к глубинной мантийно-коровой проницаемой области над одним из двух экваториальных вздутий Земли (Оровецкий, 2002).

Судя по времени возникновения генетического кода современного человека, недавно определенному, одна из мутаций какого-то вида гоминид приблизительно 200 тыс. лет назад, возможно, привела здесь к появлению самых первых Адама и Евы.

Таким образом, вполне вероятно, что все живые существа на Земле, в том числе и человек, несут на себе «печать» ротационного эффекта и связанных с ним вихревых структур жидкого ядра, астеносферы, электромагнитных полей. Она («печать») прослеживается как на микроуровне (спиральная структура ДНК, вихревые движения крови и ее составной части – гемоглобина, типичного ферромагнетита), так и на макроуровне (например, спиральные структуры раковин многих видов моллюсков, закрученные против и по часовой стрелке, право- и левозакрученные «вихри» из волос на затылках людей и т. д.). Логично допустить даже, что и сами живые организмы, включая наиболее высокоразвитые формы, являются по своей сути сложно построенными комбинациями вихреподобных структур разных типов и рангов.

Квантовая вихревая гипотеза происхождения жизни

Легкость, с которой мы интуитивно и как бы безошибочно отличаем живое от неживого, бесследно исчезает при попытках выяснить причины этого различия. Демокрит,

один из основателей античного атомизма, считал, что все существующее, в том числе и живые организмы, состоит из невидимых атомов, находящихся в непрерывном движении – «вихрях», создающих наблюдаемое разнообразие природы. Другой древнегреческий мыслитель – Платон, пытаясь объяснить различия живого и неживого, утверждал, что растения и животные становятся живыми благодаря вселению в них бессмертной души. Эти две линии в объяснении сущности жизни, как следует из отмеченного выше биологического обзора представлений о природе и жизни (Лункевич, 1960а, б), прошли через всю историю естествознания и сохранились до настоящего времени. В XVII в. атомистические воззрения Демокрита получили развитие в работах Р. Декарта, который представлял живой организм в виде сложноустроенной машины, приводимой в действие внутренним движением и механическим, или вихревым, взаимодействием атомов (Кудрявцев, 1956). Двигаясь в этом направлении, полтора века спустя А.-Л. Лавуазье (1743–1794) и Ж.-Б. Ламарк (1744–1829) провели первые калориметрические измерения тепловых эффектов обмена веществ морской свинки, положив начало биоэнергетике. Еще через шесть десятилетий врач и физик Ю.Р. Майер (1814–1878), опираясь на результаты физиологических наблюдений, открыл закон сохранения и превращения энергии (Савенко, 2004, с. 7, 8).

Другое, но также энергетическое свойство организмов вывел на первое место в числе отличительных признаков жизни биолог Э.С. Бауэр, который в 30-х гг. прошлого века сформулировал принцип устойчивого неравновесия, названный им всеобщим законом биологии: «Все и только живые системы никогда не бывают в равновесии и исполняют за счет своей свободной энергии постоянную работу против равновесия, требуемого законами физики и химии при существующих внешних условиях» (Бауэр, 1935, с. 43). Представления Э.С. Бауэра, видевшего причину устойчивого неравновесия в особом «живом» (по Демокриту) и «вихревом» (по Декарту) состоянии белков, не подтвердились, однако намеченный им путь термодинамического анализа явлений жизни оказался плодотворным и получил развитие в работах по неравновесной термодинамике биологических процессов (Пригожин, 1985). По-видимому, основным достижением исследований в этой области является доказательство того, что все живые организмы находятся в состоянии сильной термодинамической неравновесности, которое приводит к образованию динамических структур и служит причиной возникновения порядка (Савенко, 2004, с. 13). Именно такое свойство живых организмов и было предложено Г. Хагеном в качестве общего подхода к исследованию процессов самоорганизации в природе.

Процессы, протекающие в живой природе, давали и продолжают давать пищу для получения фундаментальных результатов во многих разделах наук, являясь, по сути, их «связующим» звеном. Видимо, по этой интуитивно очевидной причине проблема зарождения жизни привлекала и продолжает привлекать ученых разных специальностей: физиков, химиков и математиков (Викулин, Мелекесцев, 2007; Исаков, 2004; Колмогоров, 1964; Ляпунов, 1968; Нелинейные ..., 2003, 2005; Николис, Пригожин, 1979; Пригожин, 1985; Умов, 1916; Шкловский, 1980; Шредингер, 1972, 2005), биологов, биохимиков, геохимиков и ботаников (Беклемишев, 1964; Вайнштейн, 1986; Вернадский, 1994; Вилли, 1968; Галимов, 2006; Лункевич, 1928–1929, 1969а, б; Мецлер, 1980; Опарин, 1964; Савенко, 2004), психологов (Дубров, 2006; Годфруа, 1996), геологов, геофизиков и вулканологов (Викулин, Мелекесцев, 2007; Вихри ..., 2004; Мархинин, 1974, 1980; Мархинин, Подклетнов, Збруева, 1975; Мелекесцев, 2004б; Советский ..., 1985; Хаин, 1987), археологов, философов и историков Земли (Андреев, 2006; Вишняцкий, 2005; Крутов, 1978; Лункевич, 1928–1929, 1960а, б; Флинт, 1978; Энгельс, 1975), публицистов (Веллер, 2004; Руэн, 2005) и многих других (см., например, обзоры (Викулин, Мелекесцев, 2007; Лункевич, 1928–1929, 1960а, б; Савенко, 2004; Шкловский, 1980)).

Поскольку, согласно атомистическим и механистическим представлениям, между живым и неживым нет непреодолимой границы, многими философами и учеными высказывалось мнение о том, что явление жизни в разной степени присуще как живой, так

и неживой материи. Крайним выражением этих взглядов можно считать работы, в которых минералы рассматриваются как «живые организмы», а ДНК и белки – как кристаллы, при этом жизнь отождествляется с упорядоченным функционированием и развитием любых систем существующего мира (Савенко, 2004, с. 12). Так, биолог М. Шлейден распространяет понятие жизни и на неорганические тела, специфическими особенностями жизни считает процессы формообразования и самосохранения (Лункевич, 1960б, с. 334). Биолог Т. Шванн (1810–1882), исследуя основные свойства клетки, проводил аналогию между ней и кристаллом. Он отождествлял процесс новообразования клеток с процессом возникновения кристаллов из маточных растворов (Лункевич, 1960б, с. 355–357). Уже в наши дни академик Н.П. Юшкин считает, что жизнь на Земле родилась из минералов (Славина, 2007). Следует отметить, что о геофизической «твердой» среде, для которой характерны вполне определенные иерархические свойства, также в последние десятилетия все более активно говорят как о «живой» среде (Гольдин, 2003; Садовский, 2004; Живая ..., 1966). Созвучна таким представлениям и проведенная нами выше аналогия между понятиями социального и механического трения, которые «объединяют» вращательные (вихревые) движения.

Протяженные структуры ДНК и белков оказались весьма прочными и устойчивыми образованиями, для которых отношения их поверхностей к объемам являются максимально возможными, что с гарантией позволило обеспечить требуемую высокую интенсивность обмена веществ и, как следствие, жизнестойкость первых бактерий. Представляется, что эти свойства обязаны своим происхождением именно «закрученным» (спиральным) структурам – системам с моментным механизмом и взаимодействия, и передачи информации.

Цитолог Р. Вирхов в своей работе «Атомы и индивидуумы» утверждал: *«Ничто не имеет сходства с жизнью, кроме самой жизни. Природа двойственна: органическое есть нечто особенное, иное, чем неорганическое, хотя органическое построено из той же материи, но в нем происходит ряд связанных друг с другом явлений, совершенно не сходных по своей природе с явлениями неорганического мира»*. ... Жизнь нельзя свести непосредственно к физическим и химическим процессам (Лункевич, 1960б, с. 362–363). Аналогичной точки зрения придерживался и ботаник К.М. Бэр (1792–1876) (Лункевич, 1960б, с. 386). В этой связи интересное сопоставление сердца с насосом провел физиолог Ф. Мажанди (1785–1855). Он заявил, что деятельность этой удивительной «машины» связана с такими, присущими только организму свойствами, как раздражимость и сократимость, и что «машина» эта является одновременно и механиком, приводящим ее в движение (Лункевич, 1960б, с. 465–467).

Как видим, с образованием и развитием наук единые для живой и неживой природы представления античных мыслителей о вихревых движениях невидимых атомов сначала разошлись, обособились и наполнились специфическими свойствами, а затем, обогащая друг друга, исследовались «параллельными курсами», чтобы уже в наше время на основе всего накопленного науками материала снова объединиться в рамках синэнергетики.

В рамках модели Большого взрыва образование живой материи в случае ее закономерного, а не случайного или «божественного» появления должно было происходить по законам абиогенеза. Представляется, что образование живой материи в момент ее зарождения должно было происходить под действием весьма распространенных в неживом мире вращательных (вихревых) геофизических движений, свойства которых, по сути, и закрепились механически прочными и устойчивыми к внешним воздействиям закрученными структурами в виде двойной спирали ДНК и пептидных цепей белков. Согласно такой гипотезе и приведенным в настоящей работе материалам сам процесс зарождения жизни должен был являться, по сути, квантово-механическим, или мини-максимальным, процессом. Действительно, с одной стороны, со стороны структур ДНК и белка – это квантовый процесс микромира (Шкловский, 1980, с. 164), но происходящий в течение первых макроминут, которые в масштабе космологического времени, тем не

менее, являются мгновенными, по сути «квантовыми». С другой стороны, как и любые другие явления планетарного масштаба, процесс зарождения жизни должен был представлять собой геофизический макропроцесс, протекающий в течение достаточно продолжительного геологического отрезка времени. Объединение, или слияние, таких минимаксных процессов – своеобразный биолого-геофизический, по Н.А. Умову (Умов, 1916), резонанс – оказался, по-видимому, возможным благодаря «вихревой» близости квантово-механического *биохимического* движения в ДНК, белках и *геолого-геофизического* движения в клетках (праклетках) и окружающей их среде.

Автор, в принципе, является сторонником гипотезы абиогенеза, что предполагает происхождение жизни путем усложнения продуктов неорганической природы и возникновения биополимеров, которые приобретают основные свойства живого и способность к обмену веществ как главному условию их существования, однако не только в результате постепенной эволюции неорганического вещества в органическое (нуклеиновые кислоты, белки и др.), как допускает эта гипотеза, но и обязательно при наличии качественных скачков или хотя бы одного случайного скачка, например в соответствии с гипотезой «замороженного случая» (Черепашук, Чернин, 2004). В свете вышесказанного причиной такого первичного случайного скачка («божественного начала») могла бы быть вихревая непотенциальная энергия, которая является возбуждением вакуума (Дмитриевский, Володин, Шипов, 1993; Шипов, 2002). На возможность существования именно такого квантово-механического механизма зарождения жизни указывают и данные о высокой оптической активности, характерной именно для жизненных процессов, что проявляется в виде способности углеродосодержащих веществ вращать плоскость поляризации света (Геологический ..., 1973, с. 29, 30).

В рамках такой квантово-механической природы первичного случайного скачка, на взгляд авторов, можно было бы достаточно просто разрешить, например, проблему появления у угря достаточно большого первоначального заряда.

Приведенные в работе данные и используемые материалы, по нашему мнению, убедительно демонстрируют тесную взаимосвязь, с одной стороны, между физическими концепциями пространства, времени, движения и протекающими на планете геолого-геофизическими процессами, с другой – между возникновением биологической жизни и ее последующей эволюцией, включая социум. Весь объем используемых данных и проведенный их анализ позволили сформулировать гипотезу, согласно которой возникновение самой жизни, т. е. появление первой простейшей живой клетки – бактерии и ее последующая эволюция происходили и, возможно, происходят в настоящее время при самом активном и непосредственном участии вихревых движений разного масштаба (Викулин, Мелекесцев, 2007). Представляется, что без такого рода движений возникновение существующей на Земле формы жизни было бы невозможным. Проведенный сравнительный анализ данных для Земли и Венеры, на взгляд авторов работы (Викулин, Мелекесцев, 2007), подтверждает такой вывод: используемые данные позволяют предположить, что для возникновения жизни на утренней звезде (скажем, через 1 млрд лет), ее, по-видимому, достаточно было бы сейчас раскрутить вокруг своей оси до скорости, сравнимой с земной. Такой подход позволяет оценить энергетические природные затраты на «производство» жизни. При этом становится понятным, почему, согласно учению В.И. Вернадского (1863–1945), «жизнь вообще, а человека в особенности, есть явление космическое и что разум человека – мощная космическая сила» (Вернадский, 1991; Русский ..., 1993).

Завершая эту главу, необходимо отметить, что сделанные в ней выводы и построения весьма неравноценны по уровню доказательности. Одни из них опираются на большой и достоверный фактический материал. Другие основаны лишь на предположениях. Насколько последние реальны или нереальны, покажет время.

В настоящее время с развитием возможностей астрономии и космических летательных аппаратов обнаружено много звезд, которые имеют планетные системы, по

своим свойствам близкие Солнечной. Исследования в этом направлении неуклонно расширяются (Хеллеманс, 2008). Представляется, что проверка гипотезы авторов вихревого происхождения жизни на Земле станет возможной в самое ближайшее время.

Литература

- Авсюк Ю.Н.* Размышления Михаила Александровича о тектонике // Михаил Александрович Садовский. Очерки. Воспоминания. Материалы / Под ред. А.В. Николаева. – М.: Наука, 2004. – С. 186–190.
- Авсюк Ю.Н., Левин Б.В.* К вопросу М.В. Ломоносова о перемещениях центра Земли // Вестник РФФИ. – 1999. – № 2(16). – С. 4–11.
- Агекян Т.А.* Звезды. Галактики. Метагалактика. – М.: Наука, 1970. – 334 с.
- Алексеев В.В., Киселева С.В., Лаппо С.С.* Лабораторные модели физических процессов в атмосфере и океане. – М.: Наука, 2005. – 312 с.
- Александров Г., Зайцева И., Кобяков К., Лихачев В.* Природа и природные ресурсы Мурманской области. – Апатиты: Кольский центр охраны дикой природы, 2005. – 280 с.
- Андреев Д.* Роза мира. – М.: Эксмо, 2006. – 800 с.
- Аносов Г.И., Константинова Т.Г., Делемень И.Ф.* Некоторые сведения о крутильных деформациях при землетрясениях в связи с развитием методов сейсмического микрорайонирования и усиления зданий // Вихри в геологических процессах / Под ред. А.В. Викулина. – Петропавловск-Камчатский: КГПУ, 2004. – С. 246–252.
- Артёмов В.В.* Русские изобретатели. – М.: ООО «Изд-во РОСМЭН-ПРЕСС», 2003. – 336 с.
- Арутюнов В.С., Стрекова Л.Н.* Социологические основы научной деятельности. – М.: Наука, 2003. – 299 с.
- Ахманов А.С.* Эпикур // Лукреций. О природе вещей. Ч. 2. Статьи, комментарии / Сост. Ф.А. Петровский. – М.: Изд-во АН СССР, 1947. – С. 493–516.
- Ацюковский В.А.* Общая эфиродинамика. – М.: Энергоатомиздат, 2003. – 584 с.
- Бабошин Ю., Лопатников С., Попов Н.* Свет в глубинах океана // Наука и жизнь. – 1987. – № 5. – С. 18.
- Баренбаум А.А.* Галактика. Солнечная система. Земля. – М.: ГЕОС, 2002. – 394 с.
- Бауэр Э.С.* Теоретическая биология. – М.; Л.: ВИЭМ, 1935. – 206 с.
- Беклемишев К.В.* Об общих принципах организации жизни // Бюл. МОИП. Отд-ние биологии. – 1964. – Т. 69. – № 2. – С. 22–38.
- Белоусов В.В., Гзовский М.В.* Тектонические условия и механизм возникновения землетрясений // Тр. Геофиз. ин-та АН СССР. – 1954. – № 2 (152).
- Беляков В.* Пьер Жилль де Женн – нобелевский лауреат по физике 1991 года // Наука и жизнь. – 1992. – № 2. – С. 30–31.
- Беневоленский В., Воскресенский А.* Почему «исчезает» влияние солнечных пятен? // Наука и жизнь. – 1981. – № 7. – С. 8–9.
- Берман В.Л.* Космогония Земли. Горизонтальные мантийные течения. – М.: МГУ, 1997. – 148 с.
- Бианки В., Удалова Г., Михеев В.* Асимметрия полушарий связана с полом // Наука и жизнь. – 1981. – № 7. – С. 8.
- Богат Е.* Что движет Солнце и светила. – М.: Дет. лит., 1978. – 384 с.
- Боголюбов А.Н.* Математики. Механики: Библиографический справ. – Киев: Наук. думка, 1983. – 640 с.
- Богородский В.В., Гусев А.В., Доронин Ю.П. и др.* Физика океана. – Л.: Гидрометеоиздат, 1978. – 294 с.

Глава 3 ВИХРЕВАЯ ГЕОДИНАМИКА

Приведенные в предыдущих главах данные убедительно вскрывают ту важнейшую роль вихревых движений, которую они выполняют в развитии Вселенной, включая образование самой жизни и ее генезиса, в том числе в формировании Homo Sapiens и последующего социума. «Жизненный» аспект вихревых движений был всесторонне рассмотрен в гл. 2. Рассмотрим более подробно ту важную роль, которую выполняют вихревые движения в геологических и геофизических процессах, протекающих как на нашей Земле, так и на других планетах Солнечной системы. Следующие моменты исследования образно оконтуривают и помогают сформулировать суть вихревой геодинамической проблемы.

Ли Сыгуан (1928) при изучении геологии Китая вводит термин «вихревые структуры». Он же на моделях демонстрирует возможность их образования. Это стало возможным благодаря важным «технологическим» изменениям, имевшим место в начале XX в. в геологии: созданию достаточно точных геологических карт, проведению детальных геологических исследований и выполнению высокоточных геодезических инструментальных наблюдений на больших базах.

Геодезические инструментальные измерения (рис. 11), проведенные в конце XIX – первой половине XX вв. на японских островах (Рикитаке, 1970; Сато, 1984), широкий комплекс геофизических исследований (рис. 4–7), выполненных в конце XX – начале XXI вв. на островах Пасха и Хуан-Фернандес в Тихом океане (Геолого-геофизический..., 2003), подтвердили существование вихревых структур в земной коре и литосфере (Мелекесцев, 1979; Слензак, 1972) и навели на мысль о преобладании вихревых (вращательных) движений тектонических плит над их поступательным движением (Викулин, Тверитинова, 2007).



Рис. 11. Векторное изображение смещений триангуляционных пунктов I класса приблизительно за 60 лет (Рикитаке, 1970)

Теоретические *физические* исследования трещины Гриффитса и моделирование *тектонических* разломов в лабораторных условиях в начале 50-х гг. прошлого века приводят к выводу о *вращении* образующихся в материале трещин (Магницкий, 1965; Yoffe, 1951). *Тектонофизические* исследования 1960–1970 гг. устанавливают *пространственную волнистость крупных тектонических разрывов* и формулируют вывод, что представления об их прямолинейности часто не соответствуют наблюдаемым фактам (Гзовский, 1975).

В конце 50 – 60 гг. XX в. появляются научные представления о *блоковом* строении геологической среды и делается вывод о том, что каждый блок обладает *самостоятельной движущей силой, связанной с вращением Земли* (Пейве, 1961).

В начале 1970-х гг. обращается внимание на важность *механических* задач с *собственным моментом количества движения макроскопических по размерам объемов вещества* (Седов, 1973).

В 1960 – 1980 гг. разрабатываются *механические блоковые* модели геофизической среды (Садовский, Писаренко, 1991), включая и модели с поворачивающимися блоками (Николаевский, 1996), в рамках которых находит свое теоретическое объяснение *волновая природа тектонического процесса* (Викулин, 2003).

Становление ротационных вихревых представлений в геофизике проследим на примере развития моделей сейсмического процесса.

Сейсмические бреши

Концепция «сейсмических брешей» появилась в 60-х гг. XX в. в связи с выявлением таких пространственно-временных закономерностей в распределении очагов сильных землетрясений, которые имели очевидное прогнозное приложение и служили прекрасной иллюстрацией субдукции – основной идеи зарождающейся новой глобальной тектоники. Именно вполне определенные успехи в прогнозе землетрясений (по сути, прорыв новой глобальной тектоники) привлекли внимание большого количества ученых к исследованию закономерностей пространственно-временного распределения сейсмических брешей, а впоследствии «закрепило» и само название концепции даже без обоснования «специфики» ее физического смысла. С развитием представлений о геофизической среде и под влиянием популярной «клавишной» модели Лобковского – Баранова произошло постепенное «срастание» концепции сейсмических брешей (в то время, по сути, «трещинных») сначала с очагами сильнейших землетрясений – блоками сейсмофокальной зоны, а впоследствии и с блоками литосферы как тектоническими «объемными» структурными объектами.

В то время общепризнанной физической причиной землетрясений в соответствии с «трещинной» механикой очага являлась концепция возникновения новых или обновления старых тектонических разрывов. Поэтому концепция брешей, первоначально сформулированная на сейсмологическом материале окраины Тихого океана, представляющей собой гигантский разлом меридионального простирания, протянувшийся вдоль поверхности планеты почти на 50 тыс. км, была впоследствии перенесена и на другие сейсмически активные разломы планеты. Именно в соответствии с «трещинной» идеологией тогдашней сейсмологии так долго и так тщательно обсуждался вопрос о «толщине» бреши (поперек простирания разлома) и согласовании ее величины со значением, «разрешенным» общепринятой механикой очага землетрясения.

Со временем стало понятно, что сейсмическая брешь, по сути, является блоком земной коры. В этой связи и величина сбрасываемой сейсмической энергии была «перезаориентирована» М.А. Садовским с «площади разлома» на «объем блока». Однако такое «дружное», воспринятое большинством исследователей изменение *сути* концепции очага землетрясения – переход от трещины к объему (Михаил, 2004; Садовский, 2004) – пока не привело к адекватному по «массовости» повороту умов исследователей в сторо-

ну переосмысления и пересмотра самой природы очага, в основе которой, как и сто лет тому назад, остается принцип «упругой отдачи» Рейда. Например, в одной из последних монографий, посвященных прогнозу землетрясений и содержащих обзор моделей подготовки землетрясений (Завьялов, 2006), альтернативным, не «трещинным» моделям очага землетрясения не посвящено ни слова – их, как и прежде, нет и, по мнению автора (Завьялов, 2006), не должно быть вовсе. По-прежнему, как и четверть века тому назад, такой запрет – это «альфа и омега» (Мячкин, 1982).

Сейсмический цикл Федотова

Исходные идеи разломной концепции землетрясений были сформулированы еще в трудах основоположников описательной сейсмогеологии И.В. Мушкетова и А.П. Орлова (1892–1894), сейсмометрии, теоретической сейсмологии (1902–1915) и физики очага Б.Б. Голицына (1909–1915) и Ф. Рейда (1910–1911) (Гзовский, 1975). Эти исследователи четко связали землетрясения с геологическими явлениями – тектоническими разрывами, возникающими в процессе длительного развития деформационных структурных элементов земной коры. Более подробно в нашей стране эти представления впоследствии были развиты большим коллективом Геофизического института АН СССР под руководством Г.А. Гамбурцева. В соответствии с этими представлениями принято считать, что при прогнозе землетрясений следует заниматься прежде всего выявлением тех участков земной поверхности, в пределах которых происходит наиболее интенсивное развитие разрывов. При этом полагалось, что интенсивность сейсмического процесса (в то время чаще говорили о сейсмическом режиме) со временем не изменяется, что при характерных значениях повторяемости сильнейших землетрясений в одном месте, составляющих одно событие в 100 – 1000 лет, является вполне оправданным.

Одной из первых моделей, которая для обоснования своих главных выводов – цикличности сейсмического процесса и приложения, т. е. долгосрочного прогноза сильнейших землетрясений, – фактически опиралась на представления о непересекающихся сейсмических брешах (блоках), является предложенная в 1960 г. модель С.А. Федотова (Федотов, 2005, с. 29–99). В основу модели им было положено замеченное многими исследователями правило, согласно которому сейсмическая энергия выделяется крайне неравномерно. Действительно, в течение десятков секунд – первых минут после катастрофических землетрясений выделяется 80–90% накопленной в течение десятилетий или первых столетий сейсмической энергии. Затем в областях их очагов наблюдается спад сейсмической активности, постепенно переходящий в новое накопление энергии. Это правило для любого достаточно протяженного участка сейсмофокальной зоны было сформулировано С.А. Федотовым в виде концепции сейсмического цикла – закономерного во времени изменения (хода) сейсмического режима этого участка между двумя землетрясениями максимальной силы. Концепция была сформулирована С.А. Федотовым на сейсмологическом материале окраины Тихого океана, протянувшейся вдоль берегов Камчатки, Курильских островов и северо-восточной части Японии от Усть-Камчатска до Токио более чем на 2000 км. В качестве катастрофических им рассматривались землетрясения с магнитудами $M \geq 7\frac{3}{4}$. Суть построений С.А. Федотова (Федотов, 2005, с. 29–99) сводится к следующему.

На основании опубликованных ранее данных о повторяемости катастрофических землетрясений в различных местах рассматриваемого региона определяется продолжительность сейсмического цикла ($T = 140 \pm 60$ лет), т. е. она оказалась близкой к повторяемости сильнейших землетрясений в других местах окраины Тихого океана.

С использованием имеющихся на тот момент данных проводилось построение хода сейсмической активности в течение сейсмического цикла в очаге гипотетического

катастрофического землетрясения. Для этого продолжительность цикла полагалась равной 140 годам. Для пятилетних (и более) отрезков времени определялись значения активности A_{10} для областей очагов ($N = 10$) катастрофических землетрясений Камчатки ($N = 3$), Курильских островов ($N = 2$) и Северо-Восточной Японии ($N = 5$), положение границ которых было известно с достаточной точностью. Определенные для каждого из очагов этих землетрясений значения активности наносились на общий гипотетический график и приписывались тому моменту сейсмического цикла, в котором каждый из исследуемых очагов должен был находиться при 140-летней продолжительности цикла.

Построенный график подтвердил исходное изначальное предположение о неоднородном во времени выделении сейсмической энергии и позволил установить следующие закономерности изменения сейсмической активности в гипотетическом очаге катастрофического землетрясения в течение сейсмического цикла. В течение практически всего цикла активность, по сути, не изменяется и остается на уровне сейсмического фона $A_{10} \approx 1$, который соответствует одному землетрясению 10-го энергетического класса ($M \approx 3$), происходящему на площади 1000 км^2 в течение одного года. Значимые отклонения от уровня фона наблюдаются только в начале и конце цикла. Сразу после катастрофического землетрясения в течение 10–15 лет (афтершоковой стадии) активность от гигантских значений $A_{10} \approx 1000$ и более плавно уменьшается до уровня сейсмического фона. В конце цикла также в течение 10–15 лет перед следующим катастрофическим землетрясением (фиршоковой стадии) происходит слабое увеличение активности, значение которой незначительно, но все же превышает уровень фона.

Автором был также рассчитан цикл сбрасываемой сейсмической энергии и были установлены закономерности распределения сильных землетрясений в течение сейсмического цикла, которые в целом подтвердили выявленный цикл изменения сейсмической активности, но ничего нового для понимания сути процессов, происходящих в очаге гипотетического сильнейшего землетрясения, на наш взгляд, не дали.

Интерпретация установленной циклической зависимости в рамках «трещинной» идеологии очевидна. В течение первой стадии сейсмического цикла – стадии афтершоков сразу после катастрофического землетрясения в пределах обозначенного его очагом участка тихоокеанского разлома происходит сброс тектонических напряжений, накопленных в течение предыдущего сейсмического цикла. Затем в течение второй, самой большой по продолжительности стадии сейсмического цикла – стадии стабилизации снова осуществляется накопление напряжений. И, наконец, в течение третьей, последней стадии сейсмического цикла – стадии форшоков величина накопленных напряжений в пределах сейсмической брешы приближается к некоему «критическому» уровню, указывающему на ее «готовность» к новому катастрофическому землетрясению.

Цикличность сейсмического процесса позволила С.А. Федотову разработать ясную схему долгосрочного прогноза *мест* расположения очаговых областей следующих курилокамчатских и японских землетрясений с $M \geq 7\frac{3}{4}$, а впоследствии и *времени* путем определения их очередности (Федотов, 2005, с. 29–99; Федотов, Саламатин, Чернышев, 2004).

Практика использования второй части методики – прогноза времени будущих катастрофических землетрясений показала ее крайне низкую эффективность. Такого вывода, вообще говоря, и следовало ожидать. Основных причин здесь две. Во-первых, сама модель сейсмических брешей в формулировке С.А. Федотова не содержит представленный об их взаимодействии друг с другом и с физическими полями. Другими словами, модель не содержит динамики, т. е. *времени*.

Во-вторых, форшоковый процесс, на закономерностях которого в модели С.А. Федотова предпринимается попытка определения времени будущих землетрясений, не является процессом детерминированным, как показали все последующие исследования. Форшоки предваряют достаточно сильные землетрясения далеко не всегда и *случайным образом*. Так, в XX в. землетрясения с $M \geq 7,5$ в Северо-Восточной Японии форшоками

практически не предвзялись, на Камчатке – предвзялись лишь в 20% случаев, в то время как на Курильских островах – в 80% случаев. К этому следует добавить, что, несмотря на неоднократные попытки, предпринимавшиеся многими исследователями в течение не одного десятилетия, до настоящего времени так и не удалось обнаружить такие признаки, которые бы позволяли как-то отличать форшоки от других землетрясений.

Первая часть методики – прогноз мест расположения очаговых областей следующих достаточно сильных землетрясений – была сразу подхвачена большим количеством исследователей и применена ими практически для всех сейсмически активных зон на планете. Опыт ее применения уже в течение более 40 лет показывает достаточно высокую эффективность, которая составляет около 80 (70–90)% (Соболев, 1993; Федотов, Саламатин, Чернышев, 2004). Высокая эффективность прогноза мест будущих сильнейших землетрясений и непротиворечивость концепции сейсмических брешей идеям новой глобальной тектоники были весьма привлекательными моментами в модели С.А. Федотова и являются сильным аргументом в пользу правильности физических представлений, заложенных в основу цикличности сейсмического процесса.

Физическое обоснование концепции сейсмического цикла выполнено в рамках континуальной энергетической (Ризниченко) и блоковой клавишной (Лобковского – Баранова) моделей и будет приведено ниже.

Волны сейсмической активности. Тектонические волны

Завершение создания мировой сети станций и введение в практику рутинных измерений магнитуды землетрясения привело сначала к выявлению и количественному описанию закономерностей в распределении землетрясений в пространстве и времени, а впоследствии стимулировало разработку *волновых* моделей хода сейсмичности. Развитие таких моделей происходило в двух направлениях. Первое – назовем его вслед за Ю.В. Ризниченко (Ризниченко, 1985, с. 119–131) «континуальным» – рассматривало среду как непрерывную вязкоупругую с распределенными параметрами, а построение моделей производилось с учетом явлений из смежных с сейсмологией наук, в основном механики сплошной среды и теории колебаний и волн. Второе направление было навеяно идеями новой глобальной тектоники и связано со сложным строением Земли и необходимостью учета существования резких по механическим (упругим и вязким) свойствам границ между ее различными слоями в мантии.

Континуальные модели. Согласно Ю.В. Ризниченко (Ризниченко, 1985, с. 119–131) первая континуальная модель сейсмического режима была разработана Х. Беньоффом в начале 50-х гг. В дальнейшем такого рода модели разрабатывались К.И. Кузнецовой, Л. Кноповым, К. Касахарой и другими исследователями. В этих моделях сейсмический режим уподоблялся процессам в механических системах с дискретными элементами, символизирующими структуру среды.

Отметим, что построение теории сейсмического процесса даже в своем начальном состоянии не могло обойтись без такой концепции геофизической среды, которая в той или иной мере связана с ее структурой. Аналогичная ситуация, как можно видеть из обзоров, приведенных в предыдущих разделах, имела место и с эфиром, концепция которого привлекалась при создании волновых теорий сначала распространения света, а впоследствии упругих и электромагнитных волн. Все такого рода нульмерные, или одномерные, модели помогли наглядно представить внутреннюю механику процесса и даже воспроизвести некоторые внешние особенности реального сейсмического процесса, но так и остались далекими от возможности их реального использования в практической сейсмологии.

Следует выделить статистическую модель сейсмического режима К.И. Кузнецовой (Кузнецова, 1974), в которой впервые было введено понятие *взаимодействия разрывов*.

Однако это важное для динамических моделей понятие физически никак не было формализовано и, видимо, по этой причине не получило своего развития в дальнейшем.

Подробнее остановимся на энергетической модели сейсмического режима (сейсмического процесса) Ю.В. Ризниченко (Ризниченко, 1985, с. 119–131), в основу которой были заложены представления об изменяющейся со временем *энергетической прочности* единицы объема среды ε . Такие представления были заимствованы из технической физики, в которой известен эффект уменьшения со временем прочности материала, находящегося под давлением. Были получено уравнение, феноменологически описывающее изменение прочности среды:

$$(1-k)|\text{grad } \varepsilon| + \frac{1}{V} \frac{\partial \varepsilon}{\partial t} = 0.$$

Общее решение этого уравнения имеет вид волны произвольной формы:

$$\varepsilon = \varphi \left(\frac{1}{1-k} r - Vt \right),$$

где φ – произвольная функция; k, V – затухание волны разупрочнения и ее скорость. При $k = \text{const} < 1$ затухание ведет только к уменьшению скорости распространения волны разуплотнения без изменения ее формы, при $k = 1$ волна останавливается. Как мы теперь знаем, таким образом «ведут» себя уединенные волны, являющиеся решениями некоторых нелинейных уравнений.

Таким образом, в конце 1960-х гг. Ю.В. Ризниченко для описания свойств сейсмического процесса, по-видимому, впервые были введены фактически уединенные волны, в настоящее время уже достаточно хорошо известные в геофизике (Быков, 2005).

В рамках энергетической модели А.М. Артамоновым была получена система физически понятных уравнений диффузного типа (Артамонов, 1976):

$$\frac{\partial w}{\partial t} = w_0 - w_c, \quad (1)$$

$$w_c = kw \left(\frac{w}{\varepsilon} \right)^6, \quad (2)$$

$$\frac{\partial w}{\partial t} = \left[a - b \left(\frac{w}{\varepsilon} \right)^4 \right] \varepsilon (\varepsilon_0 - \varepsilon) + D \frac{\partial^2 \varepsilon}{\partial x^2}, \quad (3)$$

где w – плотность потенциальной энергии, запасаемой в среде; w_c – плотность потока сейсмической энергии; w_0 – сейсмогенная мощность источников энергии; ε_0 – предельная прочность единицы объема; t – время; x – координата вдоль сейсмогенного разлома (дуги); a, b, k – определяемые на основании сейсмологических данных параметры модели, обратные временам восстановления, разгрузки и времени выделения потенциальной энергии при условии $w = \varepsilon$ соответственно.

Решением задач (1) – (3) являются два вывода принципиальной важности. Во-первых, теоретически оказалось возможным связать количественно выражение для сейсмического цикла со свойствами коры:

$$T = \frac{2\pi}{a \sqrt{k/b (1 - k/b)}}.$$

Оценки показывают хорошее соответствие полученного выражения реально определяемым значениям, что доказывает принципиальную возможность описания закономерностей сейсмического процесса *аналитическими методами*.

Во-вторых, стало возможным оценить усредненную энергетическую прочность единицы объема реальной геофизической среды:

$$\bar{\varepsilon} \approx \frac{w_0}{k} \left(\frac{b}{a} \right)^2.$$

Оказалось, что величина энергетической прочности на один-два порядка меньше прочности пород, определенной в лабораторных условиях. Эти данные, фактически основанные на результатах физики прочности, указывают на то, что взаимодействие между очагами землетрясений (между блоками земной коры), которое никак не учитывается в рамках «трещинной» идеологии, реально существует и количественно «значимо». Таким образом, необходимо пересмотреть сам подход к проблеме сейсмического процесса, в основу которого должны быть положены представления не об отдельно взятом землетрясении, основанные на принципах упругой отдачи Рейда, а о *совокупности землетрясений*.

Исключительно важным для понимания физики сейсмического процесса является вывод из энергетической модели, касающийся ее отношения к дискретности процесса, который фактически сформулировал сам Ю.В. Ризниченко. Но он же и признал его несостоятельность (Ризниченко, 1985, с. 127–130).

В рамках энергетической модели описание всех параметров процесса, включая и величины накапливаемой и выделяемой сейсмических энергий, осуществляется с помощью «континуальных», т. е. непрерывных, функций. В природе же сейсмическая энергия выделяется, как известно, дискретными порциями различной величины, которые, как и в классической физике, также можно считать непрерывными величинами. В рамках такой «газово-энергетической» модели получается красивая аналогия, предложенная Е.М. Бутовской. Согласно ей «большое» землетрясение, его форшоки и афтершоки начинают происходить в пределах того участка сейсмогенной зоны, прочность которого понижена.

По мнению Ю.В. Ризниченко, главная причина, не позволяющая реализоваться такой модели, – это отсутствие механизма «остановки». Действительно, молекулы газа слабо взаимодействуют между собой, поэтому начавшийся процесс лавинообразного выделения накопленной потенциальной энергии в очаге при достаточно больших его размерах не должен остановиться вовсе и таким образом привести к разрядке всей сейсмической зоны: из надутого проколотого шарика выйдет весь газ и давление в нем упадет до атмосферного (фонового).

Однако, как мы уже отмечали выше, необходимо учитывать взаимодействие между блоками земной коры – очагами землетрясений. Учет этого фактора, по сути, может определить и механизм остановки. Действительно, каких бы больших размеров не достигала «область разрядки напряжений», взаимодействие между очагами землетрясений – увеличение их суммарного «эффективного размера» – неизбежно приведет к ее «затыканию», т. е. к остановке потока газа.

Как видим, для реального сейсмического процесса, для которого существует взаимодействие между очагами землетрясений, «газовая» аналогия все же имеет право на существование. Другими словами, возвращаясь к ее истоку, можно предположить и концепцию «квантового» характера сейсмического процесса, что может проявляться статистически в существовании групп землетрясений с вполне определенными свойствами. Например, к такой группе событий могут быть отнесены сильнейшие (как это понимал С.А. Федотов) землетрясения, очаги которых имеют вполне определенные пространственно-временные свойства: они не пересекаются между собой в течение сейсмического цикла.

Таким образом, в рамках газовой-энергетической модели сейсмического процесса Ю.В. Ризниченко модель циклов С.А. Федотова является вполне предсказуемой и ожидаемой. Остается только показать существование «узкой» энергетической (магнитудной) границы, отделяющей группу сильнейших землетрясений с непересекающимися очагами от остальных сейсмических событий, что будет сделано ниже.

Тектонические модели. Согласно обзору (Быков, 2005) представления о подстилаемых вязкой астеносферой и разделенных мощными разломами литосферных плитах привели к моделям двух типов:

а) слоистые модели: литосфера – астеносфера и литосфера – астеносфера – мезосфера;

б) вязкоупругие модели разломов с вязкой прослойкой между бортами.

Впоследствии возник третий тип моделей, включающий элементы двух предыдущих с добавлением эффекта изгиба жесткой литосферной плиты. Эти модели были предназначены для описания медленных волн напряжений, соответствующих миграции землетрясений вдоль трансформных разломов и желобов (впадин), и движений земной коры.

В 1969 г. В. Эльзассер (Elsasser, 1969) впервые предложил теорию литосферных волноводов напряжений и записал уравнение для переноса локальных напряжений в жесткой упругой литосфере, подстилаемой вязкой астеносферой. Прямых упоминаний о волнах деформации или тектонических волнах в его работе не встречается. Единственным термином, указывающим на волновой механизм перемещений напряжений в системе литосфера – астеносфера, является «волновод напряжений». Тем не менее модель была подхвачена и принята многими исследователями в качестве основы для тектонических волновых построений. В модели Эльзассера напряжения распространяются вдоль контакта литосфера – астеносфера горизонтально поверхности Земли по законам диффузии. Ключевым моментом модели является наличие вязкого сцепления между литосферой и астеносферой (Быков, 2005).

Осреднение уравнения равновесия литосферы по всей ее мощности (от свободной поверхности до границы с астеносферой) связывает между собой возмущения напряжений, нормальных по сечению σ_{xx} и касательных σ_{xz} , приложенных к контакту с астеносферой (Маламуд, Николаевский, 1989, с. 37, 38):

$$\frac{\partial \sigma_{xx}}{\partial x} = \frac{1}{h} \sigma_{xz}(-h, t).$$

где $z = -h$ – координата контакта литосферы с астеносферой.

Для твердой литосферы предполагается выполнение закона Гука:

$$\sigma_{xx} = E \frac{\partial U}{\partial x},$$

где U – смещение по горизонтали;

E – модуль Юнга.

Для вязкой астеносферы предполагается выполнение линейного закона Ньютона:

$$\sigma_{xz} = \frac{\mu}{H} \frac{\partial U}{\partial t},$$

где μ – вязкость; H – мощность астеносферы, т. е. слоя, вовлеченного в горизонтальное движение.

Материал мезосферы предполагается неподвижным. Окончательно уравнение Эльзассера записывается в виде уравнения Фурье

$$\frac{\partial U}{\partial t} = \chi \frac{\partial^2 U}{\partial x^2}, \quad \chi = \frac{EhH}{\mu}, \quad (4)$$

решения которого соответствуют волнам диффузионного типа, причем коэффициент $\chi \approx 3000 \text{ км}^2/\text{год}$ при $h \approx H \approx 100 \text{ км}$ и $\mu/E \approx 3$ года.

С помощью волн Эльзассера можно объяснить миграцию форшоков и афтершоков вблизи эпицентров основных толчков.

Для объяснения миграции сейсмичности на большие расстояния (и периодических сейсмических эффектов) требуется привлечение механизма, допускающего решения в виде уединенных волн, способных распространяться на большие расстояния без существенного уменьшения своей амплитуды. Это достигается, например, путем введения в теорию Эльзассера (4) нелинейности типа (Маламуд, Николаевский, 1989, с. 83–95)

$$\frac{\partial U}{\partial t} + \frac{kH}{\mu} U^n = \chi \frac{\partial^2 U}{\partial x^2},$$

где k – коэффициент, учитывающий нелинейно-упругое сопротивление астеносферы сдвигу, n – целое число; или нелинейности, связанной с изгибом литосферы η при $\frac{\partial \eta}{\partial t} \approx (10-100) \text{ см/год}$:

$$\chi \nabla^2 U - 2 \frac{\partial}{\partial t} \nabla^2 U + (2h + H) \frac{\partial}{\partial t} \nabla^2 \eta + \frac{3}{2H} \frac{\partial \eta}{\partial t} = 0.$$

При данном изгибе вертикальное смещение на контакте литосферы с астеносферой будет уже отлично от нуля.

Самым естественным образом уединенные тектонические волны солитонного типа получаются в рамках моментной теории упругости, примененной к блоковым средам. В рамках такого подхода модель сводится к уравнению sin-Гордона (Николаевский, 1996, с. 278–281, 413–417):

$$\frac{\partial^2 Q}{\partial t^2} = v^2 \frac{\partial^2 Q}{\partial x^2} - \frac{\overline{FR}}{\rho \overline{J}} \sin Q, \quad (5)$$

где Q – угол поворота блока;

$\frac{\overline{FR}}{\rho \overline{J}}$ – объемно-распределенный момент сил в среде;

\overline{F} – восстанавливающая сила;

\overline{R} – характерный размер (радиус) блока;

ρ – плотность среды;

\overline{J} – момент инерции блока;

$v = \sqrt{\frac{\overline{A}}{\rho \overline{J}}}$ – скорость угловых перемещений в среде;

\overline{A} – «моментная» упругость среды.

В рамках таких нелинейных моделей было показано существование автоволновых решений, соответствующих тектоническим данным: уединенные волны с амплитудами деформации порядка $10^{-5} - 10^{-6}$, скоростями распространения 1–1000 км/год и длинами в первые сотни километров (Николаевский, 1996, с. 394–402).

Таким образом, было показано, что в рамках нелинейных механических моделей, допускающих решения в виде периодических волн малой интенсивности или уединенных волн, в принципе оказывается возможным аналитически описывать закономерности

сейсмичности как в ближней, так и в дальней зоне. Именно такие волны напряжений, или деформаций, и были впервые названы В.Н. Николаевским в 1983 г. тектоническими волнами с учетом их принципиального отличия по своим динамическим параметрам и механизму возбуждения от волн иной природы. Позднее термин «тектонические волны» был применен и другими исследователями, но в ряде случаев имел уже иной физический смысл, что вносит некоторую неоднозначность и часто не способствует выявлению реальных механизмов деформационных процессов (Быков, 2005).

Краткий обзор тектонических построений. Согласно В.П. Быкову основные, «веховые» моменты такого международного исследования, проводимого на протяжении уже почти 40 лет, можно свести к следующему.

1968 г. Ю.В. Ризниченко строит энергетическую модель сейсмического процесса.

1969 г. Выходит в свет модель В. Эльзассера, допускающая решение в виде медленных тектонических волн.

1973 г. М. Ботт и Д. Дин вводят термин «волна напряжений» и получают выражение для скорости волны вдоль литосферной плиты. Скорость волн напряжений оказалась зависящей от их периода – ее значения лежат в пределах 0,1 – 100 км/год.

1975 г. Ш.А. Губерман в своей модели развития сейсмической активности Земли ввел представление о *D*-волнах – возмущениях, которые без затухания распространяются вдоль меридианов с постоянной скоростью. Основные положения выдвинутой им концепции состоят в следующем. В тот момент времени, когда происходит сильное землетрясение, блоки на поверхности Земли смещаются, что приводит к перераспределению масс и вызывает изменение скорости вращения Земли. Когда скорость вращения достигает локального минимума, на Северном и Южном полюсах одновременно возбуждаются две *D*-волны, которые идут к экватору навстречу друг другу. При столкновении этих волн в *D*-узле, накопившем достаточные тектонические напряжения, возможно крупное землетрясение. В рамках развиваемой концепции землетрясения являются причиной, а изменение скорости вращения Земли – следствием. Таким образом, однажды произошедшее сильнейшее землетрясение запускает механизм стартующих на полюсах волн, т. е. включает «вечный двигатель» – генератор *D*-волн. Физический механизм генерации и распространения *D*-волн пока не разработан, а сам автор считает, что основания гипотезы *D*-волн имеют несколько фантастический характер. В условиях вращающейся планеты, имеющей блоковое строение геофизической среды (Садовский, 1986; Михаил... , 2004; Болховитинов, Писаренко, 1987; Садовский, Писаренко, 1991), по-видимому, единственно возможным и вполне реальным механизмом *D*-волн может быть только ротационный механизм (Викулин, 2003).

1977 г. К. Шольц для описания крупномасштабных и длительных тектонических процессов предлагает использовать представление о «фронте деформации».

1981 г. Дж. Райс и его коллеги предлагают для анализа распространения деформационных фронтов через кору и литосферу обобщенную модель Эльзассера. Ими, в частности, показывается, что сцепление между литосферой и астеносферой является необходимым элементом модели, контролирующим пространственно-временное распределение цепочки последовательных сильных землетрясений.

1983 г. А.С. Маламуд и В.Н. Николаевский (Маламуд, Николаевский, 1989) впервые и пока «в единственном экземпляре» получают убедительные прямые признаки крупномасштабных волновых движений в мантии. Тем самым ими подтверждается гипотеза о существовании тектонических волн на контакте литосфера – астеносфера. Проведенное исследование распределения гипоцентров мантийных землетрясений Памиро-Гиндукуша и Новой Зеландии показывает наличие как четко выделяемых горизонтов сейсмической активности, так и асейсмической полосы, циклически блуждающей с амплитудой около 30 км относительно глубины 150 км.

1985 г. В.А. Дубровским введены тектонические волны в виде малых возмущений в системе литосфера – астеносфера с инверсией плотности.

1975 г. – настоящее время. «Автоволновая концепция» глобальных деформационных процессов в коре и мантии Земли, основанная, по сути, на синэнергетическом подходе, разрабатывается в работах Ш.А. Губермана (1975), В.В. Жадина (1984), Т.А. Базавлука и Ю.Н. Юдахина (1993), А.В. Викулина (2003) и других исследователей.

Кроме тектонических волн, глобально охватывающих литосферу, возможно распространение волн напряжений вдоль разломов земной коры и литосферы.

1971–1974 гг. В моделях Дж. Сэвиджа (1971) и Е. Ида (1974) диффузионный механизм играет основную роль в динамике потока дислокаций, кинематическое поведение которого контролируется физическими свойствами прослойки дробленого материала в теле разлома. Принципиальный результат Дж. Сэвиджа заключается в том, что механизм потока дислокаций приводит к «криповым волнам» вдоль трансформного разлома – волнам напряжений. Скорость распространения таких волн зависит от амплитуды деформации и увеличивается с ростом последней. Е. Ида получено решение в виде импульса, распространяющегося без изменения формы с постоянной скоростью вдоль разлома. Величина скорости определяется в основном вязкостью прослойки, ее толщиной, жесткостью горных пород. Варьирование вязкости и толщины прослойки в разломе дает значения скорости импульса от 1–10 км/день до 10–100 км/год. Первый интервал характеризует асейсмический крип в разломах Центральной Калифорнии при длине волны около 1 км, второй соответствует миграции землетрясений при длине волны порядка десятков километров.

1974 г. Вдоль главных разломов западного побережья Чили, Центральной Америки и разлома Сан-Андреас в направлении с севера на юг выявляются возмущения, вызывающие сильные тектонические землетрясения. Эти возмущения Е.В. Вильковичем, Ш.А. Губерманом и В.И. Кейлис-Бороком называются «волнами тектонической деформации».

1986 г. В.Н. Николаевским и Т.К. Рамазановым при предположении существования глубинного разлома в литосфере разрабатывается двумерная модель генерации «волн тектонической деформации».

1987–1993 гг. В.И. Уломовым разрабатывается решеточная модель, в которой учитывается блоковое строение земной коры, литосферы и, что особенно важно, приуроченность очагов к тектоническим мобильным межблоковым швам – разломам. Неотъемлемой частью модели, отражающей сейсмогеодинамику геофизической среды, являются структурно-устойчивые уединенные деформационные волны, которые в течение длительного времени мигрируют вдоль межблочных швов литосферы и вызывают землетрясения. Эти волны возникают в результате перераспределения упругой энергии в блоках земной коры и литосферы в ходе криповых и сейсмических перемещений различного масштаба, имеют солитонную природу и названы В.И. Уломовым «геонами». Подпитываясь упругой энергией деформируемой геофизической среды, геоны вызывают перемещение упругих напряжений и геомасс на огромные расстояния.

1995 г. Экспериментальное обнаружение признаков существования уединенных деформационных волн в геофизических полях послужило В.Н. Николаевскому основой для построения математической волновой модели поворотных движений блоков горной породы. Исследование такого рода поворотных (крутильных) волн имеет *принципиальное значение* как для выявления механизма миграции землетрясений и предвестников землетрясений в земной коре (Быков, 2005), так и для построения моделей сейсмического процесса, использующих представления об уединенных волнах тектонического типа (Быков, 2005; Викулин, 2003). Соответствующее данному механизму уравнение *sin*-Гордона, полученное В.Н. Николаевским, дает ключ к решению уравнений модели блочной среды в виде уединенной волны, интерпретируемой как медленно распространяющейся тектонической волны солитонного типа.

2000–2005 гг. Выход в свет обобщающих работ В.Г. Быкова (Быков, 2000, 2005). В первой работе (Быков, 2000) представлены основные сведения о параметрах и источниках нелинейности горных пород и рассмотрены нелинейные волновые процессы на разных структурных уровнях геологических объектов. Показано, что большинство обсуждаемых

математических моделей распространения нелинейных волн в геофизической среде сводится к нелинейным эволюционным уравнениям типа уравнений Бусинеска, Бюргерса, Кортевега-де-Фриза и *особенно часто* – \sin -Гордона, решениями которых являются уединенные волны. Во второй работе (Быков, 2005) проведен анализ выполненных тектонических исследований и поставлены новые первоочередные задачи.

Состояние проблемы. Несомненным достижением проведенных исследований является вывод принципиальной важности о возможности адекватного математического описания тектонических волновых движений в рамках континуальной и блоковой модели среды. Значимым достижением является и результат (Быков, 2005): *миграция сейсмической активности уже давно не вызывает сомнений.* Эти данные указывают в том числе и на тектоническую волновую природу миграции землетрясений.

Однако следует отметить, что все используемые модели среды являются, по сути, *математическими*. Математический характер таких моделей подчеркивал и В.Н. Николаевский – автор многих моделей (Маламуд, Николаевский, 1989; Николаевский, 1995, 1996; Райс, 1983). Причину их «математического» содержания можно понять на примере блоковой моментной упругой модели, в рамках которой наиболее отчетливо и последовательно получают уединенные решения солитонного типа. Даже тектоническая привлекательность, математическая строгость и геофизическая полнота этой модели не позволяют признать ее *физической*. Действительно, и моментные модули (\vec{F} , \vec{J} , \vec{A}), и соответствующие им упругие скорости (v) в уравнении (5) с 1909 г. (когда братьями Коссера были впервые сформулированы основы моментной теории упругости) до настоящего времени так и не были обнаружены экспериментально и вводились в теорию феноменологически и неким «эффективным» способом (Vikulin, 2006). Математическое же содержание других тектонических моделей также очевидно и определяется весьма «расплывчатыми» значениями определяющих их параметров: вязкости, упругих модулей, размеров основных слоев, которые *во всех случаях* являются *эффективными*, определенными в лучшем случае с точностью до *нескольких порядков по величине* и для *больших* по объему количеств вещества.

Все эти трудности, как нам представляется, удастся преодолеть в рамках ротационной модели, блоки которой обладают *собственным* моментом. При этом характерная скорость процесса определяется через достаточно четко определяемые и физически понятные параметры модели. Описание такой модели будет приведено ниже.

Клавишная модель

Клавишная модель Лобковского – Баранова (Лобковский, Баранов, 1984) – первая модель, в рамках которой «блоковые» представления модели циклов С.А. Федотова (Федотов, 2005, с. 29–99) были совмещены с тектоническими волнами Эльзассера–Николаевского задолго до общего признания геофизическим сообществом России «блоковой» идеологии геофизической среды М.А. Садовского (Садовский, 1986; Михаил ... , 2004; Садовский, Болховитинов, Писаренко, 1987; Садовский, Писаренко, 1991).

Изучение сильных землетрясений с точки зрения поддвига литосферных плит позволило выявить главные структурные элементы геофизической среды, с которыми связаны очаги сильнейших – в смысле непересекающихся в течение сейсмического цикла (Федотов, 2005, с. 29–99) – землетрясений, происходящих вблизи островных дуг и континентальных окраин. Эти элементы могут быть смоделированы клинообразной формы блоками фронтальной части островной дуги, отделенными друг от друга поперечными к дуге разломами. С внешней стороны блоки ограничены глубоководным желобом, а с внутренней – системой продольных разломов, отделяющих их от более массивных частей островной дуги (рис. 12). Блоки расположены на пологом участке поверхности поддвигаемой плиты. Роль внешней геофизической среды, подводящей в процессе своего деформирования механическую энергию к каждому блоку, играет поддвигаемая под

дугу литосфера. Движение последней может быть вызвано разными причинами, которые здесь не обсуждаются. Важно подчеркнуть, что непрерывное пододвигание плиты в данном случае создает тот стабильный энергетический источник, который обеспечивает наблюдаемый стационарный режим (поток) землетрясений.

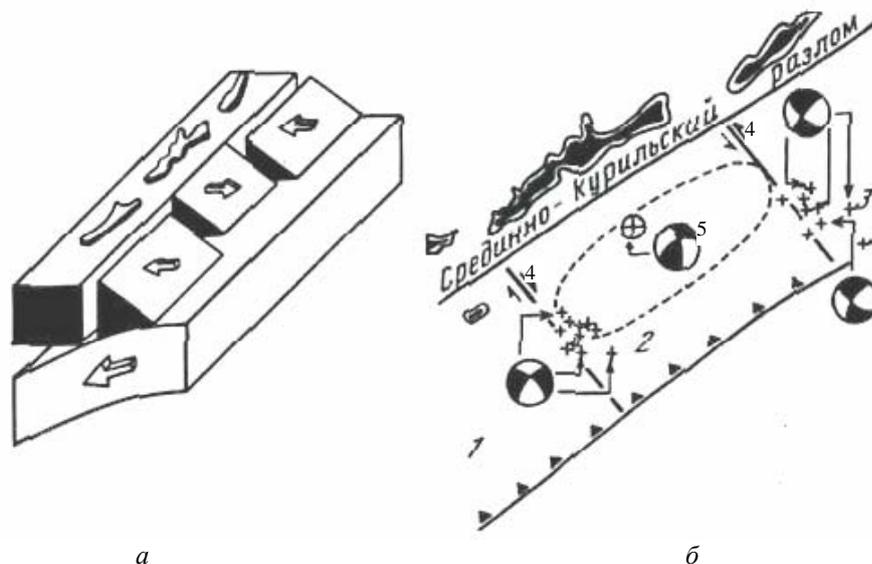


Рис. 12. Клавишная модель фронтальной части островной дуги (а) и положение очага Итурупского землетрясения (б) 6.11.1958 г. с $M = 8,2$: 1 – эпицентр основного толчка; 2 – афтершоки 1961 г.; 3 – ось глубоководного желоба; 4 – поперечные разломы; 5 – механизм очага (Лобковский, Баранов, 1984)

Рассматриваемая модель позволяет конкретизировать для структурных элементов системы последовательные стадии накопления и разрядки напряжений, связывая их с определенными фазами взаимодействия плиты и сотроводужного блока в течение одного сейсмического цикла. В рамках модели можно выделить главные фазы такого взаимодействия. На рис. 13, а–в показан неподвижный упругий элемент *A* системы, имитирующий массивное тело дуги. Этот элемент отделяется от упругого островного блока *B* разломом *C*. Сопротивление сжатию упругих элементов *A* и *B* моделируется пружиной некоторой жесткости. Блок *B* взаимодействует с плитой *D* по контактной шероховатой поверхности, условно изображаемой в виде треугольных зубцов. Сама плита предполагается жесткой и движущейся с постоянной скоростью в сторону дуги *A*.

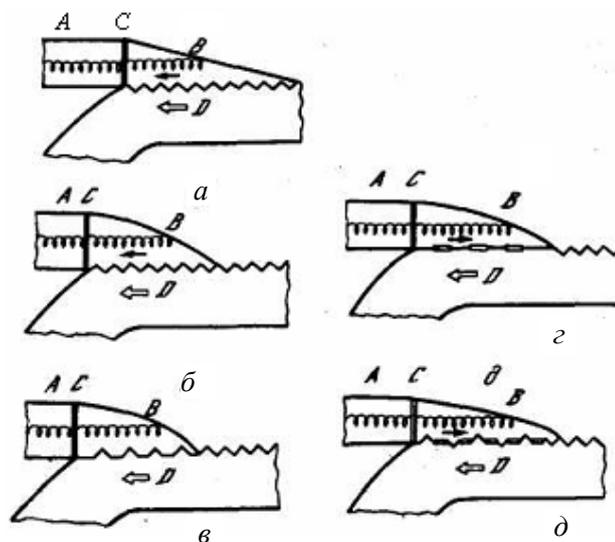


Рис. 13. Фазы взаимодействия плиты и островодужного блока в течение одного сейсмического цикла (Лобковский, Баранов, 1984)

Первая фаза (рис. 13, *a*), принятая за начало сейсмического цикла, соответствует полной релаксации упругих элементов *A* и *B*, наступающей через несколько лет после сильного землетрясения. Блок *B* отодвинут от дуги *A* в сторону океана на максимальное расстояние (порядка нескольких метров), зона разлома *C* предельно раскрыта, и оба упругих элемента находятся в ненапряженном начальном состоянии.

В течение второй – самой продолжительной фазы (рис. 13, *б*) блок *B* пассивно перемещается в сторону дуги *A* на плите *D* за счет сильного сцепления с ней по «шероховатой» контактной поверхности. Зона разлома *C* постепенно закрывается, а блоки *A* и *B* упруго сжимаются. Длительность этой фазы оценивается по порядку величины следующим образом. Известно, что полное горизонтальное смещение блоков *a* в результате сильных землетрясений составляет несколько метров. С другой стороны, скорость подвига *V*, оцениваемая по магнитным аномалиям, равна нескольким сантиметрам в год. Отсюда следует, что характерное время $T = a/V$ подхода блока *B* к дуге *A* составляет около 100 лет. Во время второй фазы в будущей очаговой области отмечается обычная фоновая сейсмичность со случайным распределением в пространстве и времени отдельных толчков разной магнитуды. Эти сейсмические события наиболее естественно связать с локальным разрушением отдельных «зубцов» контактной поверхности, представляющих собой в дискретной иерархии неоднородностей геофизической среды более мелкие структурные элементы. Завершается вторая фаза взаимодействия упором блока *B* в тело *A*, характеризуемым возросшим до критического уровня сопротивлением системы сжатию (рис. 13, *в*).

С этого момента начинается третья фаза взаимодействия блока *B* с плитой *D* и элементом *A*. Она характеризуется развитием интенсивных сдвиговых деформаций в контактной зоне, т. е. сменой «трения покоя» режимом «трения скольжения» между остановившимся блоком *B* и продолжающейся двигаться плитой *D*, что проявляется в заметном повышении сейсмичности в будущем очаге из-за усиленного разрушения элементов шероховатости (зубцов) контактной области (рис. 13, *г*). В конце третьей фазы взаимодействия большинство «зубцов» контактной поверхности будет срезано и наступит относительное затишье сейсмической активности, предвещающее близость сильного землетрясения. Таким образом, третья фаза взаимодействия элементов системы в данной схеме имеет важное прогностическое значение, и характерное поведение сейсмичности в очаге (сначала повышение, а затем спад активности) можно трактовать как наступление форшоковой стадии развития сейсмического процесса.

Оценим величину накопленной (во время второй стадии) упругой энергии *U* в системе блоков *A* и *B*, имеющей горизонтальные масштабы соответственно L_1 и L_2 в поперечном и продольном к дуге направлениях и вертикальный размер *H*:

$$U = \int_W E \delta^2 d\tau,$$

где *W* – объем системы; *E* – модуль упругости; τ – средняя деформация ($\delta \approx a/L$, где *a* – укорочение системы в процессе сжатия). При характерных значениях величин $E = 10^{12}$ дин/см², $L_1 = L_2 = 100$ км, $H = 50$ км, $a = 10$ м имеем $U = 5 \cdot 10^{24}$ эрг, что соответствует энергии сильнейших островодужных землетрясений с магнитудой $M \approx 8$ и больше. Средние касательные напряжения σ_f , возникающие в контактной зоне при сдвиговом режиме, можно оценить исходя из соотношения для вязкого трения $\sigma_f = \eta V / \xi$, где η – эффективная вязкость в зазоре; ξ – толщина зазора контактной области. При характерных значениях $\xi = 10^{19}$ П, $V = 10$ см/год, $\xi = 500$ м имеем $\sigma_f = 10^8$ дин/см², что удовлетворяет условию предельного равновесия системы и является верхней оценкой среднего сброса напряжений в очаге при землетрясениях.

Следующая четвертая (катастрофическая) фаза отождествляется с процессом вспарывания контактной поверхности и означает реализацию главного события в очаге

(рис. 13, *з*). Она длится несколько десятков секунд – первые минуты, причем разрыв, как правило, распространяется от места соприкосновения блоков *A* и *B* в сторону океана. Результатом вспарывания является резкое разупрочнение материала контактной зоны и изменение ее структуры, которую можно представить в виде относительно мелкодисперсного слоя, содержащего хаотически распределенные по всей области очага неразрушенные остаточные перемычки (на рис. 13, *з* они условно изображаемы в виде горизонтальных протекторов). Во время четвертой фазы блоки *A* и *B* лишь частично упруго разгружаются, поскольку сброс напряжений на поверхности разрыва происходит не до нуля, а до уровня σ_f^0 , соответствующего трению в разупрочненной контактной зоне.

Запасенная блоками *A* и *B* упругая энергия будет высвобождаться посредством дальнейшего упругого «распрямления» системы, отмечая наступление последней – пятой афтершоковой фазы взаимодействия (рис. 13, *д*). Во время этой фазы, длящейся несколько лет, блок *B* эффективно выдвигается в океан до полной релаксации системы, что сопровождается интенсивным разрушением остаточных протекторов, воспринимаемым в виде афтершоковой серии толчков, постепенно заполняющих очаговую область. Завершение афтершоковой фазы определяет конец прошедшего и начало нового сейсмического цикла. В процессе консолидации мелкодисперсных неоднородностей происходит перестройка структуры контактной зоны и ее упрочнение. Сцепление между плитой и островодужным блоком при этом возрастает, и последний вновь начинает свой путь «пассажира» в сторону дуги.

Описанная последовательность стадий накопления и разрядки упругой энергии в структурном элементе системы наблюдается для каждого островодужного сегмента. При этом в силу относительно слабого взаимодействия между соседними сегментами каждый из них деформируется независимо друг от друга, напоминая клавиши, время от времени отскакивающие в сторону океана при сильных землетрясениях (рис. 12, *а*).

Клавишная модель, являясь, по сути, блоковой моделью, достаточно просто позволяет объяснить приведенную выше в рамках модели С.А. Федотова закономерность распределения в пространстве и времени очагов землетрясений с $M \geq 7\frac{3}{4}$ (сейсмических брешей (Мо-

ги, 1988)): очаги сильных землетрясений с течением времени, не пересекаясь друг с другом, «заполняют» собой сейсмофокальную зону островной дуги. Остающиеся незаполненными участки дуги (сейсмические брешы) считаются опасными районами, в которых в будущем должны произойти сильные землетрясения, причем характерное «время жизни» сейсмических брешей – сейсмический цикл С.А. Федотова – составляет порядка 100 лет. Связывая с очагами землетрясений и сейсмическими брешами находящиеся на разных стадиях деформирования клавиши-блоки островодужного выступа, приходим к ясной физической интерпретации сейсмического процесса. При этом в рамках клавишной модели естественным образом объясняется автономный характер заполнения сейсмических брешей, каждая из которых имеет свой собственный цикл существования, зависящий в основном от величины подвижки при землетрясении и скорости поддвига плиты.

Такая механически прозрачная интерпретация сейсмических брешей, подтверждаемая экспериментально, т. е. достаточно высокой эффективностью прогноза мест их расположения, подтверждает сформулированный выше в рамках энергетической модели Ризниченко вывод об *объемной* сущности сейсмических брешей – очагов сильнейших землетрясений. Следует привести в соответствие с такими представлениями и *физику очага землетрясения*, которую необходимо переориентировать с «трещинной» идеологии, основанной на принципах упругой отдачи Рейда, на «объемную» идеологию.

Выделяемые в рамках клавишной модели фазы сейсмического процесса соотносятся следующим очевидным образом со стадиями сейсмического цикла С.А. Федотова. Фазы 1 и 2 (рис. 13) в совокупности можно отождествить со стадией стабилизации, фазу 3 –

с форшоковой стадией. Фаза 4 соответствует процессам, происходящим при самом главном толчке – сильнейшем землетрясении. Фаза 5 соответствует афтершоковой стадии.

В рамках клавишной модели очевидным образом могут быть объяснены наблюдаемые значения скоростей миграции сейсмичности. Для этого достаточно воспользоваться обобщением одномерной модели Эльзассера на двумерный случай, выполненный Дж. Райсом (Райс, 1982). Определяющее уравнение для горизонтальных смещений U_i в тонкой, плоской и упругой плите, плавающей на вязкой астеносфере, имеет следующий вид (Баранов, Викулин, Кечекезян, Лобковский, 1989):

$$D[\nabla^2 U_i + (1+\nu)/(1-\nu)\text{grad}U_i] = \partial U_i / \partial t, \quad i = x, y; \quad -\infty < x, y < \infty, \quad (6)$$

где $D = (hHE/\eta)^2$ – коэффициент диффузии; H, h – толщина соответственно литосферы и астеносферы; E, ν – модуль сдвига и коэффициент Пуассона среды литосферы; η – коэффициент вязкости астеносферы.

Положим $\theta = \text{div}\vec{U}$, $\omega = \text{rot}\vec{U}$ и применим к уравнению (6) операции div и rot . Тогда после некоторых преобразований получим:

$$\frac{2\sqrt{D}}{1-\nu} \Delta\theta = \frac{\partial\theta}{\partial t}, \quad (7)$$

$$\sqrt{D}\Delta\omega = \frac{\partial\omega}{\partial t}, \quad (8)$$

где $\Delta = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2}$ – оператор Лапласа.

Уравнения (7) и (8) являются основными для интерпретации эффектов миграции сейсмической активности. Первое из них описывает распространение тектонического возмущения поперек простирания дуги после сильнейшего фронтального землетрясения. Тектонические волны растяжения, идущие от фронтальных блоков к тыловым разломам, обеспечивают наблюдаемую пространственно-временную связь фронтальной и тыловой сейсмичности. Из уравнения (7) следует, что за время t возмущения распространяются на расстояние, определяемое как

$$x \approx \left(\frac{2\sqrt{D}}{1-\nu}t\right)^{1/2}.$$

Примем для грубой оценки следующие значения параметров: $h = 100$ км, $\nu = 0,25$. Принятые значения других параметров приведены выше. Тогда за один год расстояние x , на которое распространится волна возмущения, будет равно 70 км, а за четыре года эта волна пройдет расстояние около 140 км. Эти оценки качественно согласуются с наблюдаемыми временными запаздываниями тыловой сейсмичности по отношению к фронтальной (Лобковский, Баранов, 1984).

Уравнение (8) описывает распространение тектонического возмущения вдоль простирания дуги, причем в этом случае мы имеем дело с волной сдвига. Физический смысл этого возмущения в рамках клавишной модели достаточно очевиден. Когда какой-либо сейсмогенный блок резко смещается в сторону океана в процессе сильнейшего землетрясения, участок островодужной литосферы, расположенный в его тылу, также смещается в направлении океана, увлекая за собой смежные участки дуги, что приводит к распространению продольной волны возмущений сдвига. С этим возмущением естественно связать описываемую уравнением (8) миграцию активности вдоль дуги, скорость которой при принятых выше параметрах оценивается величиной 20 км/год, что по порядку величины вполне сопоставимо с наблюдаемыми значениями скоростей миграции фор-

шоков и афтершоков в очагах сильных землетрясений. Сравнение коэффициентов диффузии уравнений (7) и (8) показывает, что скорость распространения волны сдвига вдоль дуги примерно в 1,6 раза меньше скорости распространения волны растяжения поперек простирания дуги.

Выводом принципиального значения при детальном рассмотрении клавишной модели является доказательство самой возможности описания в рамках одной модели блоковых (о геофизической среде) и волновых (о сейсмическом процессе) представлений.

Уравнения (7) и (8) относятся к диффузному типу и описывают *затухающие* тектонические возмущения. Поэтому объяснение глобальной миграции землетрясений на большие расстояния в рамках описанной клавишной модели невозможно в основном по двум причинам. Во-первых, в модели Лобковского – Баранова отсутствует механизм достаточно эффективного (сильного) взаимодействия клавиш друг с другом, что, во-вторых, не позволяет в модельное волновое уравнение ввести соответствующий нелинейный член и, как следствие, получить решение в виде уединенной незатухающей волны.

Следует отметить, что в результате модификации весьма привлекательной для механических исследований модели Лобковского – Баранова путем введения в нее предложенного В.Н. Николаевским допущения о *поворотах* клавиш (блоков) оказывается возможным составить такое нелинейное волновое уравнение и получить его решение в виде солитонов. Технически это будет выполнено нами ниже. Здесь же отметим следующее. Такая модификация клавишной модели достигается за счет принципиального изменения самой ее сути – замены пассивной роли клавиши-«пассажира» на «вихревую» активность блока, что достигается постулированием существования у него собственного момента (спина) и, как следствие, введением в модель «сильного» взаимодействия блоков.

Взаимодействие землетрясений

Покажем справедливость сделанных выше предположений о «квантованности» (группируемости) землетрясений, их повторяемости и взаимодействии (Викулин, 2003).

Два класса землетрясений. Сейсмические бреши первого рода. В 1899–1990 гг. исследовалось расположение афтершоковых областей землетрясений с $M \geq 7,4$, располагавшихся в пределах северо-западной окраины Тихого океана, включающей о. Хонсю, о. Хоккайдо, Курильские острова, Камчатку, а также Алеутские острова и Аляску. Оказалось, что существует такое значение магнитуды M_{sp} , в малой окрестности которого взаимное расположение афтершоковых областей имеет следующую особенность: афтершоковые области землетрясений с $M \geq M_{sp}$ имеют тенденцию не перекрывать друг друга, в то время как афтершоковые области землетрясений с $M < M_{sp}$ практически полностью расположены внутри афтершоковых областей более сильных землетрясений. Особые значения магнитуд для разных районов рассматриваемого региона оказались близкими друг другу и равными: 7,5 – для Японии, 7,9 – для Южных Курил – о. Хоккайдо; 7,6 – для Северных Курил – Камчатки 7,9 – для Алеутских островов – Южной Аляски. В целом для северо-западной окраины Тихого океана среднее значение особой магнитуды можно принять как

$$M_{sp} = 7,7 \pm 0,2, \quad (9)$$

где нижний индекс «*sp*» показывает, что соответствующее значение является особенностью *пространственного* распределения очагов землетрясений. Землетрясения с $M \geq M_{sp}$ в дальнейшем будем называть сильнейшими.

Очаги всех сильнейших северо-западно-тихоокеанских землетрясений после 1990 г.: 04.10.1994 г., $M = 8,0$ (Южные Курилы); 29.12.1994 г., $M = 7,9$ (о. Хонсю); 05.12.1997 г., $M = 7,6$ (Камчатка, Кроноцкий залив); 04.11.2002 г., $M = 7,9$ (Аляска); 25.09.2003, $M = 8,1$ (о. Хоккайдо); 15.11.200 г., $M = 8,3$ и 13.01.2007 г., $M = 8,5$ (Средние Курильские острова) – располагались в соответствии с правилом «непересечения». Если тенденция к такому вза-

имному расположению очаговых областей землетрясений северо-западной окраины Тихого океана сохранится и в дальнейшем, то отмеченная особенность будет существовать в течение отрезка времени, названного С.А. Федотовым сейсмическим циклом, продолжительность которого определяется как

$$T_{sp} = 190 \pm 40 \text{ лет.} \quad (10)$$

Наша оценка продолжительности цикла совпадает с оценкой, полученной ранее С.А. Федотовым. Однако между этими двумя величинами имеется существенное различие. Оно заключается в том, что полученные нами значения T_{sp} (и M_{sp}) основаны только на анализе свойств распределения очагов землетрясений в пространстве, в то время как оценка С.А. Федотова была получена им в том числе и с использованием данных о повторяемости землетрясений в одном месте. Поэтому в определении С.А. Федотова (Федотов, 2005, с. 29–99) интерпретация сейсмического цикла как характерного времени сейсмического процесса не совсем корректна.

Сейсмические дыры – сейсмические бреши второго рода. Исследовалась сейсмическая активность эпицентральных зон камчатских коровых ($H \leq 50$ км) землетрясений 1962–1980 гг. Оказалось, что вблизи эпицентров всех камчатских землетрясений с магнитудами $m_{sp} \geq 5,3$ существуют области, «пустые» относительно более слабых землетрясений (с $M \geq M_{\min} \approx 1$), в течение определенного времени (около двух лет) как до главного толчка (один год), так и после него (один год). Такие «пустые» области нами были названы сейсмическими дырами.

Вероятность случайного существования сейсмической дыры в эпицентральной области одного землетрясения с $M \geq 5,3$ при средней фоновой активности $A_{10} = 1$ составляет $P_{\geq 5,3} \approx 0,05$. Сейсмические дыры в эпицентральных областях землетрясений с $M < m_{sp}$ содержатся в половине случаев, т. е. $P_{< 5,3} \approx 0,5$. Как видим, в достаточно малой окрестности магнитуды $m_{sp} = 5,3$ значение вероятности существования сейсмической дыры в эпицентральной области землетрясения скачком изменяется на порядок. Другими словами, существование сейсмической дыры (сейсмической бреши второго рода) в эпицентральной области землетрясения с $m_{sp} \geq 5,3$ является закономерным событием. Землетрясения с $m_{sp} \geq 5,3$ в дальнейшем будем называть сильными.

Две фазы афтершоковой стадии. Методом построения сейсмических сечений вдоль и поперек дуги и их наложением друг на друга исследовалась афтершоковая сейсмическая активность в очагах сильнейших курило-камчатских землетрясений близкой магнитуды ($M \approx 8$). Такой метод позволяет выявить наиболее общие закономерности сейсмического процесса, протекающего в очаге «среднестатистического» сильнейшего землетрясения. Оказалось, что афтершоковая стадия сейсмического цикла содержит две фазы. В течение первой фазы, продолжающейся примерно один год, афтершоковая область является *однородным* объемом, в каждой точке которого сейсмическая активность монотонно уменьшается со временем по одному гиперболическому закону Омори с показателем гиперболы, близким к единице.

В течение второй фазы сейсмическая активность в центральной части афтершоковой области продолжает монотонно уменьшаться по тому же закону, активность на краю афтершоковой области стабилизируется на уровне, близком к фоновому. Другими словами, очаг сильнейшего землетрясения является областью высокой сейсмической активности, т. е. сейсмической брешью первого рода, только в течение первой фазы афтершоковой стадии, составляющей примерно 0,5% от общей продолжительности сейсмического цикла. В течение остального времени, т. е. в течение практически всего сейсмического цикла, очаг сильнейшего землетрясения представляет собой «бублик» в виде сейсмической бреши второго рода, имеющей относительно высокую (на уровне фона) сейсмичность на краях очага и аномально низкую – в его центральной части.

Как видим, график, характеризующий изменение сейсмической активности в очаге сильнейшего землетрясения как целого, со временем представляет собой кратковременные «вспышки», по сути, δ -функции, повторяющиеся один раз в течение сейсмического цикла.

Квазипериодичность сейсмического процесса. Изучение повторяемости землетрясений, проводимое различными исследователями на материалах различных регионов, позволило выявить большое количество периодов. Если бы все они действительно существовали в природе, то в результате получился бы «белый шум» (Рикитаке, 1979, с. 283, 284), т. е. полное отсутствие периодичности. Для преодоления этого противоречия нами был предложен способ выявления периодичности, опирающийся на представления о фазовом пространстве. В рамках таких представлений наличие периодичности или ее отсутствие однозначно определяется существованием или отсутствием в таком пространстве замкнутой фазовой траектории.

Проводился сравнительный анализ двух совокупностей событий, которые были представлены выборками землетрясений с $M \geq M_0$, $M = M_0$ и $M_0 \geq 3$, названных соответственно кумулятивными и дискретными. Для каждой выборки исследование проводилось на двух уровнях. На первом в качестве исходного материала использовались инструментальные каталоги северо-западно-тихоокеанских землетрясений с $M \geq 7$, $H < 100$ км, происшедших в 1900–1980 гг. Всего произошло 264 таких землетрясения: 75 – в пределах сейсмофокальной зоны алеутской дуги, 95 – курило-камчатской дуги, включая о. Хоккайдо, и 94 – на о. Хонсю. Использование данных трех островных дуг, представленных почти 100-летним периодом наблюдений, позволяет, как представляется, выявлять периодичности с продолжительностью до 300 лет.

На втором уровне использовались данные детальных сейсмологических наблюдений о землетрясениях с $3 \leq M \leq 7$, происшедших в 1958–1980 гг. в очагах сильнейших курило-камчатских событий. Общее число анализируемых землетрясений такого магнитудного диапазона составляет много сотен. Как видим, исходные сейсмологические данные являются статистически достаточно представительными.

Результаты расчетов приведены на рис. 14. Из данных, представленных на этом рисунке, видно, что в случае кумулятивных совокупностей землетрясений (рис. 14, Б, А(а)) значения доверительной вероятности распределены вдоль изолиний во всем диапазоне магнитуд. В случае дискретных совокупностей землетрясений (рис. 14, В, А(б)) изолинии доверительной вероятности оказывается возможным провести лишь в случае магнитудных диапазонов $M \leq m_t = 4-4,5$ (5,0), $M \geq M_t = 7,7$. В диапазоне магнитуд $m_t \leq M \leq M_t$ значения доверительной вероятности распределены случайным образом.

Кумулятивные изолинии доверительной вероятности в диапазоне магнитуд $m_t \leq M \leq M_t$ (рис. 14, А(а)) представляют собой замкнутые линии примерно треугольной формы, определяющие характерный для северо-западной окраины Тихого океана период сейсмического процесса, продолжительность которого определяется произведением «наклона гипотенузы» $a = 30 \pm 7$ год/(ед. магнитуды) и протяженности «горизонтального катета» $\Delta M = 7,55 \pm 0,15$:

$$T_t \approx a\Delta M = 230 \pm 60 \text{ лет.} \quad (11)$$

Рассчитанная величина близка к предельному значению, которое может быть вычислено с помощью данного метода. Поэтому полученные данные позволяют говорить лишь о квазипериодичности (почти периодичности) сейсмического процесса в пределах рассматриваемого региона.

Таким образом, проведенный анализ показывает, что сейсмический процесс северо-западной части Тихого океана является квазипериодичным с характерным периодом T_t , величина которого определяется двумя особыми значениями:

$$M_t = 7,7, m_t = 4-4,5 \text{ (5,0).} \quad (12)$$

Нижний индекс t показывает, что соответствующее значение является особенно-стью *временного* распределения чисел землетрясений.

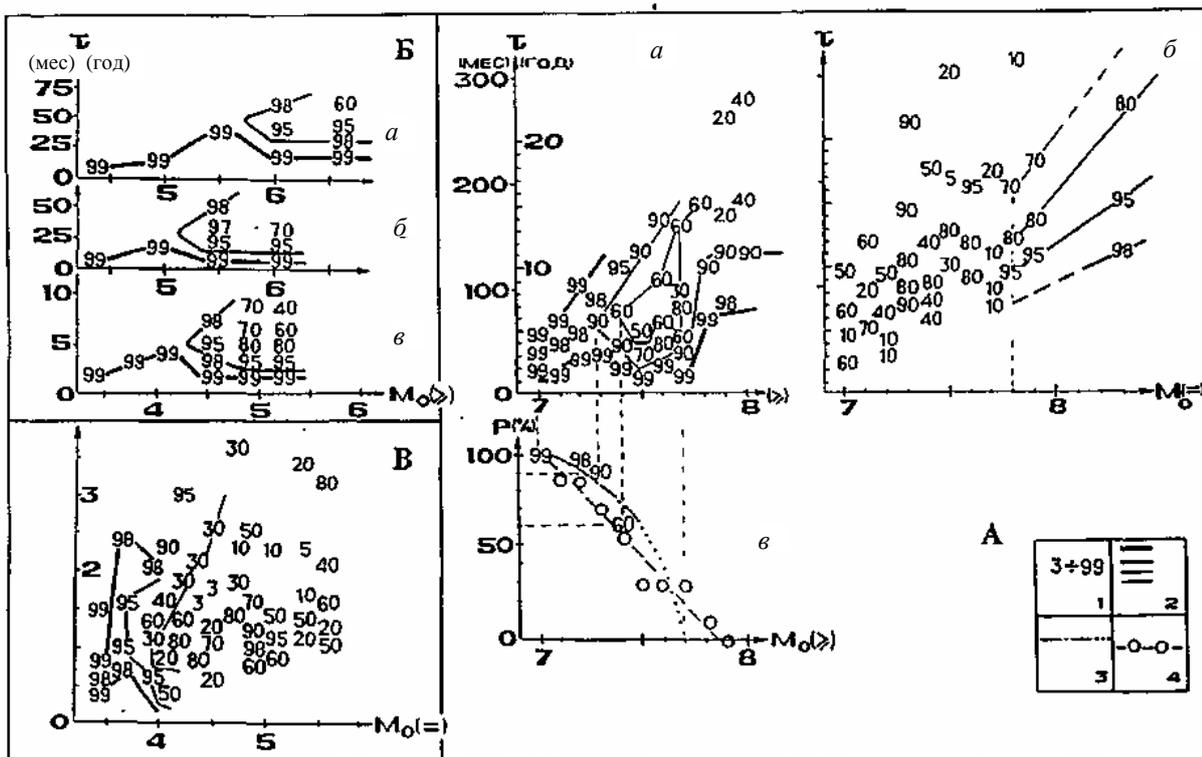


Рис. 14. Характеристика «кумулятивных» (\geq) (А, а; Б) и «дискретных» (=) (А, б; В) распределений чисел землетрясений по временным интервалам между ними на двух уровнях: А – северо-западная часть Тихого океана, $M \geq 7$, 1904 – 1980 гг.; Б, В – очаги курило-камчатских сильнейших землетрясений, $K \geq 10$ ($M \geq 3$): Итурупское от 06.11.1958 г., $M = 8,2$, афтериоковая стадия (Б, а); Урупское от 13.10.1963 г., $M = 8,0$, форшиоковая стадия (Б, б); Большое Камчатское от 04.11.1952 г., $M = 8,5$, стадия стабилизации (Б, в); 1, 2 – значения доверительной вероятности P и соответствующие им изолинии, «толщина» которых пропорциональна P ; 3 – график зависимости, характеризующей долю сильнейших землетрясений, имеющих форшиоки и афтериоки первого года с $M \geq M_0$; 4 – график зависимости, характеризующей протяженность горизонтального участка изолинии доверительной вероятности

Миграция землетрясений. Близость пространственных – « sp » (9), (10) – и временных – « t » (11), (12) – особых значений, а именно

$$M_{sp} = 7,7 \pm 0,2 \approx M_t = 7,7, \quad (13)$$

$$T_{sp} = 190 \pm 40 \approx T_t = 230 \pm 60 \text{ лет}, \quad (14)$$

позволяет предположить существование пространственно-временных закономерностей в распределении очагов землетрясений. Наиболее простой такой закономерностью является миграция землетрясений.

Полученные данные с очевидностью подтверждают вывод о волновой природе процесса миграции землетрясений. Тогда δ -образный график изменения активности очага сильнейшего землетрясения в течение сейсмического цикла указывает на солитонный характер глобальной волны миграции (рис. 15, I).

На рис. 15 представлены известные данные (Викулин, 2003) о скоростях миграции тихоокеанских землетрясений в широком магнитудном диапазоне, включающем классы сильнейших и сильных землетрясений. Видно, что все экспериментальные точки распадаются на две группы значений – два решения блоковой модели сейсмического процесса, учитывающей взаимодействие блоков. Одно из них (I) характеризует глобальную ми-

грацию вдоль всей окраины, другое (II) – локальную миграцию форшоков и афтершоков в очагах сильных и сильнейших землетрясений. Для каждого из решений имеет место прямо пропорциональная зависимость между энергией волны (магнитудой мигрирующих землетрясений) и скоростью ее распространения:

$$E_1 \approx V_1^5, M_{0,1}(\pm 1,2) = (2,6 \pm 0,5) \lg V_1 + (1,9 \pm 0,8), V_1 < V_0, \text{ (I)}, \quad (15)$$

$$E_2 \approx V_2^2, M_{0,2}(\pm 1,2) = (1,3 \pm 0,3) \lg V_2 - (2,5 \pm 1,6), V_2 > V_0, \text{ (II)}. \quad (16)$$

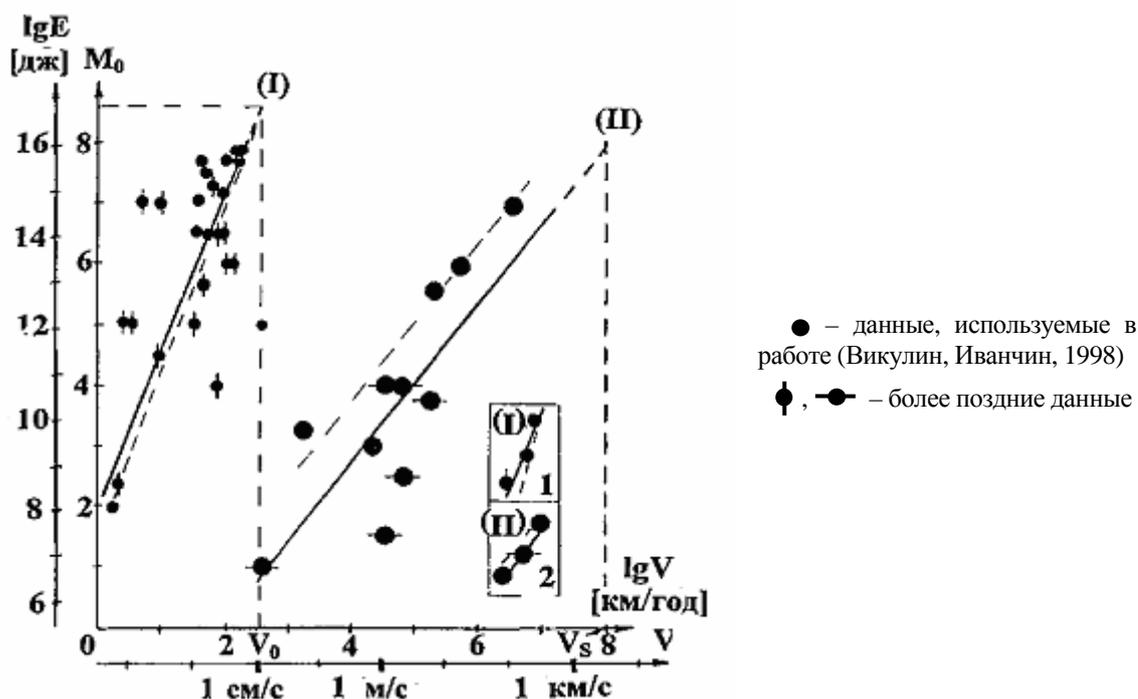


Рис. 15. Значения скоростей миграции тихоокеанских землетрясений вдоль сейсмофокальной зоны и определенные по ним зависимости $M_0(V)$: I, II – «солитонная» и «экситонная» зависимости (пунктиром проведены такие же зависимости, полученные в работе (Викунин, Иванчин, 1998) с использованием данных, не отмеченных значком \bullet ; V_0 – характерная скорость сейсмотектонического процесса, определяемая параметрами модели; V_S – скорость поперечных упругих волн

Первое (15) из полученных решений характерно для солитонов (Давыдов, 1982), второе (16) – для экситонов. При этом значение скорости

$$V_0 \approx 1 \text{ см/с} \quad (17)$$

является характерной скоростью анализируемого процесса, в данном случае сейсмического, определяющего физику передачи возмущений (волн), т. е. физику взаимодействия блоков.

Вслед за В.Н. Николаевским (Николаевский, 1996) для солитонной ветви решения можно принять, что период волны равен продолжительности сейсмического цикла или квазипериода сейсмического процесса и составляет 200 лет, а ее длина, равная протяженности сейсмофокального блока или очага сильнейшего землетрясения, – 200 км.

Особенности магнитудного (энергетического) распределения землетрясений. На рис. 16 представлены графики повторяемости землетрясений, построенные для разных магнитудных диапазонов. Показано (Викунин, 1990, 2003), что отклонения от графиков повторяемости в точках

$$M_E = 7,6 \pm 0,1 \text{ и } m_E = 5,3 \pm 0,1 \quad (18)$$

значимо на уровне 0,05, что позволяет считать эти точки особыми точками энергетического распределения землетрясений.

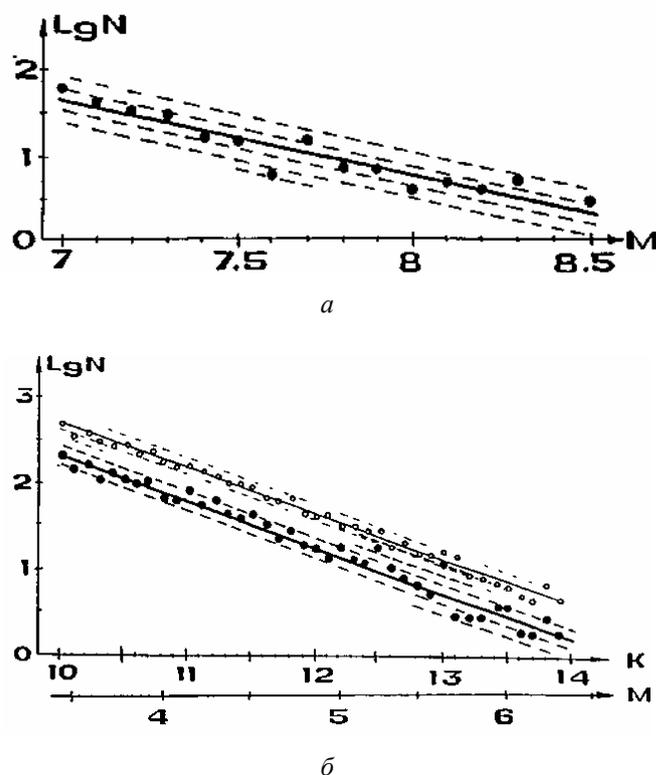


Рис. 16. Графики повторяемости землетрясений: а – северо-западно-тихоокеанских (1904–1980 гг., $M \geq 7$); б – камчатских (1962–1980 гг., $K \geq 10$, $M \geq 3$). Незалитые кружки и тонкая прямая соответствуют графику повторяемости, построенному по данным о всех камчатских землетрясениях 1962–1980 гг.

Притяжение и отталкивание землетрясений. Близость пространственно-временных (9) – (14) и энергетических (18) особых значений магнитуд

$$M_{sp} = 7,7 \pm 0,2 \approx M_t = 7,7 \approx M_E = 7,6 \pm 0,1 : M_{BE} \approx 7,7 \pm 0,2,$$

$$m_t = 4 - 4,5 (5,0) \approx m_E = 5,3 \pm 0,1 : m_F \approx 5,0 \pm 0,5$$

позволяет сформулировать вывод, согласно которому очаги землетрясений следует рассматривать как взаимодействующие друг с другом. Интуитивно ясно, – это может быть показано и более строго (Викулин, 2003), – что факт непересечения очагов сильнейших землетрясений может быть интерпретирован как «отталкивание» землетрясений, а «втягивание» сильных форшоков и афтершоков в очаги сильнейших землетрясений – как «притяжение» сейсмических дыр.

Возможность введения представления о взаимодействии очагов землетрясений (сейсмических брешей первого и второго рода) между собой «замыкает» проблему сейсмического процесса «на саму себя», т. е. позволяет построение его теории проводить без привлечения данных тектоники и волны миграции землетрясений рассматривать как результат взаимодействия их очагов (сейсмофокальных блоков). В такой постановке теория сейсмического процесса не только не нуждается в данных тектоники для «согласования» и «утверждения» своих основ, а наоборот – ее выводы могут рассматриваться как подтверждающие и уточняющие тектонические представления, включая и те, которые заложены в самой основе тектоники и геодинамики вообще.

Противоположная и взаимоисключающая направленность взаимодействий определяет и различный характер *физических* статистик, которыми должны описываться совокупности сильнейших ($M \geq M_{BE}$) и сильных ($m \geq m_F$) землетрясений. При этом статистика сильнейших землетрясений должна соответствовать солитонным решениям, статистика сильных землетрясений – экситонным решениям.

Прогноз времени сильнейших землетрясений. Взаимодействие землетрясений, проявляющееся в том числе и в миграции их очагов, позволяет дополнить долгосрочный прогноз мест расположения очагов сильнейших землетрясений С.А. Федотова физически прозрачной схемой, позволяющей определять возможные временные интервалы, в течение которых в этих местах следует ожидать следующие сильнейшие землетрясения.

По-видимому, впервые такая *принципиальная* схема прогноза в конце 50-х гг. была обозначена Ч. Рихтером (Рихтер, 1963) и «озвучена» в 1966 г. М. Ботом (Bath, 1966). Несколько позже (в 1968 г.) очень близко к разработке *методики* такого прогноза подошел К. Моги (Моги, 1988). Вероятно, отсутствие в то время физических механизмов, объясняющих тектоническую волновую природу миграции землетрясений, не позволило К. Моги довести свои исследования по миграции землетрясений до методических прогнозных разработок.

Первоначально для северо-западной окраины Тихого океана описанная выше методика прогноза времени землетрясений, опирающаяся на представления о взаимодействии их очагов, осуществляемом волнами миграции, была нами разработана в 80-х гг. в двух вариантах (Викулин, 1986, 1989, 1992, 2003). Следующие сильнейшие землетрясения, произошедшие в 1994 г., с очагами вблизи о. Шикотан (4 октября, $M = 8,0$) и о. Хонсю (24 декабря, $M = 7,9$) позволили из двух возможных схем выбрать одну (Викулин, 1992, 2003). В соответствии с этой схемой все последующие сильнейшие землетрясения (05.12.1997 г., $M = 7,6$ (Кроноцкий залив, Камчатка); 04.11.2002 г., $M = 7,9$ (Аляска); 25.09.2003 г., $M = 8,1$ (о. Хоккайдо) и дуплет 15.11.2006 г., $M = 8,3$ – 13.01.2007 г., $M = 8,5$ (Средние Курильские острова)) в местах расположения их очагов ожидалось в течение 1998–2019, 1996–2004 и 1998–2006 гг.

Как видим, наша долгосрочная прогнозная схема (с ошибкой не более одного месяца) оправдалась в 100% случаев. Такое высокое значение эффективности, во-первых, подтверждает полученные ранее результаты (Соболев, 1993; Федотов, 2005, с. 29–99); во-вторых, показывает, что построенная нами схема наследует основу логических построений модели и прогноза С.А. Федотова (Федотов, 2005, с. 29–99), дополняя и уточняя представления о сейсмическом процессе. Все это в совокупности позволяет сделать следующий вывод.

Заложенные в основу нашей схемы прогноза новые представления о взаимодействии очагов землетрясений, выражающиеся пространственно-временными закономерностями – правилом «непересечения» очагов сильнейших землетрясений в течение сейсмического цикла и их миграцией в виде уединенных волн-солитонов, – соответствуют действительности и, следовательно, имеют *физический* смысл.

Движение блоков и плит геофизической среды

Хроника развития представлений о блоковом строении геофизической среды

V в. до н. э. Сначала Анаксагор высказал идею пустоты, разделяющей все сущее на множество элементов, свойства которых зависят от их величины и формы движения. Затем его ученик Демокрит из Абдери «разделил» окружающий нас мир только на атомы и пустоту. При этом атомы есть неделимые элементы, из «вихря» которых образуются как отдельные тела, так и все бесконечные миры.

1925 г. Выход в свет работы японского исследователя Т. Матусавы (Matuzawa, 1925), в которой впервые визуально были отмечены «горбы», или, согласно работе (Ше-

багин, 2003), «земляные волны», распространявшиеся из очага сильнейшего землетрясения Канто 01.09.1923 г. вдоль поверхности Земли. Такие же волны были зафиксированы после землетрясений 1959 г. на Камчатке (Черных, 1960), 1960 г. в Чили (Lomnitz, 1970), 1985 г. в Мексике (Lomnitz, 1990). Теория «земляных волн», по сути, гравитационных волн, представляющих собой повороты (вращения) блоков земной коры в направлении, противоположном распространению волны, была построена С. Ломниц (Lomnitz, Castanos, 2006).

1928 г. Китайский геолог Ли Сыгуан (Lee, 1928) впервые выделил и описал вихревые структуры в геологических разрезах в Китае. Представления о закрученном, вихревом движении геологической среды получили свое дальнейшее развитие в монографиях Ли Сыгуана (Ли Сыгуан, 1952, 1958) и О.И. Слензака (Слензак, 1972). В 1979 г. И.В. Мелекесцевым была предложена вихревая вулканическая гипотеза, согласно которой движение к поверхности Земли расплавленного вещества представляет собою «циклонические» вихри и один из таких вихрей вращает микроплиту – Исландию (Мелекесцев, 1979). Комплексный анализ, выполненный в конце XX в., позволил установить «вихревую», спиральную протяженность изолиний геофизических полей, вращающих микроплиты – острова Пасха и Хуан-Фернандос, расположенные в юго-восточной части Тихого океана (Геолого-геофизический ..., 2003).

1933 г. Японский исследователь С. Фуджихара (Fujiwhara et al., 1933) на основании инструментальных геодезических измерений впервые показал, что блок земной коры, в котором располагался очаг уничтожившего столицу Японии сильнейшего землетрясения в Канто 01.09.1923 г., *поворачивается*. Впоследствии повороты блоков сейсмофокальной зоны – очагов сильнейших землетрясений – были установлены для Центральных Алеутских островов (Геологическая ..., 1989; Geist et al, 1988), Эквадора (Daly, 1989), Сан-Андреас (Nur et al, 1986) и других регионов (Earthquake ..., 2006).

1961 г. Геолог А.В. Пейве (Пейве, 1961) возвратился к представлениям древних греков о дискретном строении материи и на основании геологических данных обосновал блоковое строение геологической среды. Анализируя структуру земной коры и особенности ее движения, автор приходит к выводу о движении блоков под действием «собственных» источников движения. Впоследствии ученики А.В. Пейве пришли к выводу о том, что геологическая среда является нелинейной и самоорганизующейся и ее движение может быть представлено в виде тектонического течения с неоднородными деформациями, ненулевыми дивергенциями и вихрями (Лукьянов, 1999).

1962–1968 гг. Появляется новая геологическая концепция, в основу которой заложены представления о поступательном движении *тектонических плит* (Новая ..., 1974).

Потребуется еще много десятилетий, чтобы представления древних греков, Р. Декарта и уже в наше время Ли Сыгуана, О.И. Слензака, И.В. Мелекесцева и других исследователей об исключительной важности вращательного вихревого движения были сначала распространены на блоки и плиты земной коры и литосферы, а затем предложены в качестве основы новой геомеханической парадигмы (Викулин, Тверитинова, 2007; Вихри ..., 2003; Ротационные ..., 2007).

1965 г. С.А. Федотовым сформулированы представления о цикличности сейсмического процесса, в основу которых заложено правило «непересечения» очагов сильнейших землетрясений (Федотов, 2005, с. 29–62), т. е. фактически представление о *блоковом* строении сейсмофокальной зоны.

1967–1970 гг. Т. Рикитакэ (Рикитакэ, 1970) и Х. Сато (Сато, 1984) на основании геодезических инструментальных измерений, проводимых в течение более полувека, определили направления и величины движения 300 трингапунктов на территории Японии. Полученные данные показали, что блоки земной коры, слагающие японские острова Хонсю и Хоккайдо, вращаются. Впоследствии вращение плит было подтверждено светодальномерными (Давыдов и др., 1988) и комплексными геолого-геофизическими данными (Геолого-геофизический ..., 2003; Forsyth, Uyeda, 1975).

1969 г. Выход в свет фундаментального учебника Л.И. Седова «Механика сплошной среды», в котором, по-видимому, впервые в рамках *механики* было сформулировано положение о «собственном моменте количества движения конечного объема сплошной среды» (Седов, 1973).

1979 г. Выход в свет основополагающей работы М.А. Садовского «О естественной кусковатости горных пород» (Садовский, 2004, с. 332–334), положившей начало разработке концепции иерархичной геофизической блоковой среды (Садовский, 1986, 2004; Садовский, Болховитинов, Писаренко, 1987; Садовский, Писаренко, 1991).

1984 г. Л.И. Лобковским и Б.В. Барановым опубликована «клавишная модель», которая в рамках новой глобальной тектоники проинтерпретировала физически прозрачным образом *блоковое* содержание представлений С.А. Федотова о *цикличности* (по сути, волновом характере) сейсмического процесса (Лобковский, Баранов, 1984).

1990 г. А.В. Викулиным на примере окраины Тихого океана построена феноменологическая волновая модель сейсмического процесса (Викулин, 2003), в основу которой были заложены представления о *сейсмофокальных блоках* – очагах сильнейших землетрясений (по С.А. Федотову).

1995 г. В.Н. Николаевский (Николаевский, 1995) в рамках математической модели *поворачивающихся блоков* показал принципиальную возможность получения уравнения движения, допускающего *волновые решения в виде солитонов*.

2003 г. А.В. Викулин в рамках блоковых геологических (А.В. Пейве) и геофизических (М.А. Садовского) представлений впервые дал последовательное *количественное* физическое описание волнового сейсмического процесса, включая явления миграции землетрясений, нутации полюса Земли, и принципиально новой, по сути, моментной модели очага землетрясения (Викулин, 2003). В 2005 г. представления о вращательном (ротационном) движении сейсмофокальных блоков распространены на тектонические плиты (Тверитинова, Викулин, 2005).

2004 г. Выход в свет первого тематического сборника научных работ, в котором впервые проблема вихревого движения геологических и геофизических блоков и плит земной коры и литосферы рассмотрена совместно с представлениями о пространстве, времени и физическом состоянии вещества (Вихри..., 2004). В 2007 г. выходит в свет уже второй такой «вихревой» сборник научных работ (Ротационные..., 2007).

Требования к моделям геофизической среды. Приведенные хронология и обзор моделей сейсмического процесса и «вмещающей» его геофизической среды показывают, что соответствующие *физические* модели должны опираться на следующие два «обязательных» условия. Во-первых, модель геолого-геофизической среды, по сути своей, должна быть *блоковой*; во-вторых, уравнение, описывающее движение блоков такой среды, должно быть нелинейным и допускать решения в виде уединенных волн солитонного и экситонного типов (Давыдов, 1982)) с характерной скоростью $V_0 \approx (1 \div 10)$ см/с (17).

При моделировании движения блоков геофизической среды необходимо, кроме того, учитывать следующие данные.

Во-первых, прямолинейные движения для геодинамики не могут являться характерными, что позволяет поставить под сомнение адекватность плоских (тем более бесконечных) моделей движений и в очагах землетрясений, и в плитовой тектонике и не рассматривать их в качестве основных безальтернативных моделей.

Во-вторых, по мере накопления геологических и геофизических данных становятся все более очевидными важность и значимость для геодинамики как вихревых структур, так и формирующих их ротационных движений. Интенсивность проявления таких структур на планетах Солнечной системы прямо пропорциональна величинам их угловых скоростей вращения вокруг собственных осей и не зависит от физического состояния вещества. Это утверждение справедливо как для атмосфер и океанов планет, так и для их «твердых литосферных» слоев.

В-третьих, очевидное с точки зрения геолога А.В. Пейве поворотное движение блока среды под действием *собственного момента* в рамках общепринятых в настоящее время геофизических концепций представляется невероятным. Совмещение представлений о поворотных движениях блоков (Пейве, 1961) и их взаимодействии в рамках нелинейного, допускающего солитонные и экситонные решения уравнения sin-Гордона (Николаевский, 1995), требует кардинальных изменений наших геомеханических представлений о движении твердого тела путем введения для блока геофизической среды концепции собственного момента (Седов, 1973) – по сути, макроскопического спина.

В последние годы убедительно показано, что крупномасштабные движения, происходящие в атмосфере, мировом океане и литосфере Земли, взаимосвязаны. Поэтому приведенные выше данные, являющиеся наблюдаемыми фактами и достаточно обоснованными предположениями, позволяют «требуемое» ими представление о собственном моменте блока геофизической среды одновременно связать, с одной стороны, с ротацией планеты вокруг своей оси, с другой – с вихревыми движениями, имеющими место в пределах всех ее оболочек.

Далее покажем, что решения с описанными выше свойствами действительно могут быть получены в рамках модели *взаимодействующих* блоков с «собственными» моментами.

Волны миграции афтершоков и форшоков. Подробно методика исследования описана в работе (Викулин, 2006). Ее суть кратко сводится к следующему. Исследовались афтершоковые и форшоковые процессы пяти наиболее сильных ($M_w \approx 9$) за последнее столетие землетрясений планеты, очаги которых были вытянуты в «широтном» (latitude) и «долготном» (longitude) направлениях и имели протяженность около 1000 км и более. Такие землетрясения будем называть большими. Очаги трех землетрясений имели «широтное» (la) простирание и располагались вдоль Алеутских островов: 09.03.1957 г., $M = 8,8$, $N_{1,2} = 421, 9$, $n_{5,5; 6,0; 6,5} = 19, 17, 13$, $\varphi = 52^\circ \pm 2^\circ$, $\Delta\lambda = 18^\circ$ (179° в. д. – 163° з. д.); 28.03.1964 г., $M = 9,0$, $N_{1,2} = 213, (8)$, $\varphi = 58^\circ \pm 2^\circ$, $\Delta\lambda = 15^\circ$ (142° – 157° з. д.); 04.02.1965 г., $M = 8,7$, $N_{1,2} = 284,3$, $\varphi = 52^\circ \pm 2^\circ$, $\Delta\lambda = 10^\circ$ (170° в. д. – 180°). Очаги двух «долготных» (lo) землетрясений располагались вдоль тихоокеанского побережья Южной Америки: в Чили (20.05.1960 г., $M = 9,5$, $N_{1,2} = 63, 5$, $n_{1,2} = 19, 3$, $\lambda = 70^\circ \pm 5^\circ$ з. д., $\Delta\varphi = 40^\circ$ (10° – 50° ю. ш.)) и в Индийском океане: землетрясение Суматра (26.12.2004 г., $M = 9,0$, $N_{1,2} = 675, 4$, $\lambda = 98^\circ \pm 5^\circ$ в. д., $\Delta\varphi = 22^\circ$ (7° ю. ш. – 15° с. ш.)). Здесь $N_{1,2}$ и $n_{1,2}$ – числа афтершоков и форшоков с $M \geq 5$ и $M \geq 7,0$ ($M \geq 6,5$) соответственно, $n_{5,5; 6,0; 6,5}$ – числа форшоков с $M \geq 5,5$, $M \geq 6,0$, $M \geq 6,5$. После этих землетрясений интенсивные собственные колебания планеты регистрировались в течение месяца.

Данные о времени и координатах эпицентров главных толчков и их афтершоков использовались из следующих источников: для землетрясения 1957 г. – из каталога NEIC, для землетрясений 1960–2004 гг. – из каталога ISC. Данные об афтершоках с магнитудами $5 \leq M < 6$ землетрясений 1964 и 1965 гг. дополнялись данными из каталога (Викулин, 1984).

Распределения сильных форшоков и афтершоков в очагах сильнейших землетрясений в пространстве и во времени не случайны. Такие распределения, рассматриваемые совместно с эпицентрами главных толчков, с одной стороны, определяют формирование очага на стадии форшоков и его последующее развитие на стадии афтершоков, с другой – характеризуют сейсмичность брешей, являющихся составными частями («элементарными» кирпичиками) сейсмического процесса в пределах всего сейсмического пояса. Характерной особенностью таких распределений является колебательный процесс с амплитудой, близкой протяженностям очагов сильнейших землетрясений – сейсмических брешей или элементарных сейсмофокальных блоков.

Методом наименьших квадратов для совокупностей афтершоков и форшоков с $M \geq 5$, $M \geq 5,5$, ..., $M \geq 7,0$ в каждом из исследуемых очагов землетрясений определялись зависимости частот ν (обратных временных интервалов между последовательными во времени афтершоками и форшоками) и скоростей V от времени t :

$$\log v [\text{ч}^{-1}] = a \log t [\text{ч}] + b,$$

$$\log V [\text{км/ч}] = A \log t [\text{ч}] + B.$$

Значения коэффициентов A , a и разностей $B-b$ для частот и скоростей афтершоков во всех анализируемых очагах сильнейших землетрясений соотносятся следующим образом:

$$A^{lo} \approx a^{lo} \approx -0,62 \pm 0,09, A^{la} \approx a^{la} \approx -0,92 \pm 0,07, (B-b)^{lo} \approx (B-b)^{la} \approx 2,26 \pm 0,15. \quad (19)$$

Моментная природа сейсмического процесса. Из соотношений (19) видно, что независимо от ориентации очагов больших землетрясений имеют место равенства «наклонов» (первые два равенства в выражении (19)) и «свободных членов» (третье равенство в выражении (19)). Это позволяет определить постоянную величину:

$$\left(\frac{V}{v}\right)_{lo,la} = \text{const} = 10^{B-b} = L_{lo} = L_{la} = 180(130 \div 260) \text{ км}. \quad (20)$$

В работе (Викулин, Сенюков, 1998) в результате анализа распределения афтершоков с $M \geq 5$ для очага Кроноцкого землетрясения на Камчатке (05.12.1997 г., $M = 7,8$) аналогичным образом была получена оценка величины отношения скорости к частоте, которая оказалась к близкой L_{lo} и L_{la} :

$$\left(\frac{V}{v}\right)_{45^\circ} = L_{45^\circ} = 150 \pm 50 \text{ км}. \quad (21)$$

Очаг Кроноцкого землетрясения расположен в северо-восточной части Курило-Камчатской дуги, простирающейся примерно под углом 45° к широте (что и отражено нижним индексом в формуле (21)). Как видим, на основании формул (20) и (21) имеют место равенства

$$L_{lo} = L_{la} = L_{45^\circ} \approx L_0, \quad (22)$$

которые фактически определяют постоянную величину, не зависящую от ориентации очагов землетрясений и, следовательно, ориентации вмещающих их сейсмофокальных зон.

В соответствии с гипотезой геолога А.В. Пейве (Пейве, 1961) константа L_0 (22) как величина, имеющая «самостоятельную движущую силу» и являющаяся *инвариантной к поворотам*, тем самым определяет физическую сущность сеймотектонического процесса – его *моментную природу*. В соответствии с гипотезой физика М.А. Садовского (Садовский, 1986) элементарный сейсмофокальный блок L_0 имеет иерархическую структуру, ячейки которой для форшоков и афтершоков магнитудного диапазона $5 \leq M \leq 7$ имеют размеры $10 \leq L_i [\text{км}] \leq 50$.

Эффект Доплера. Волновая природа сейсмического процесса позволяет предположить, что вследствие связанного с вращением Земли эффекта Доплера значение «широтной» скорости (и частоты повторения) форшоков и афтершоков должно «расщепляться» на два, в то время как такое же значение «долготной» величины не «расщепляется». При этом вследствие увеличения значения скорости миграции афтершоков с ростом их магнитуд (Викулин, 2003; Викулин, Иванчин, 1998) эффект расщепления должен быть все более значимым. Так, при $M = 7$ и соответствующей такой магнитуде скорости миграции $V_{M=7} \approx 1 \text{ км/с}$ (Викулин, 2003; Vikulin, 2006) теоретическая (theoretical, *th*) оценка величины ее расщепления на широте очагов алеутских землетрясений 1957, 1964 и 1965 гг. $\varphi = 50^\circ \div 60^\circ$ с. ш. составит:

$$\delta_{th} = \frac{2V_\Omega}{V_{M=7}} = \frac{2R_{Earth}\Omega}{V_{M=7}} \sin(90^\circ - \varphi) = 0,54 \pm 0,08, \quad (23)$$

где R_{Earth} – радиус Земли; Ω – ее угловая скорость вращения.

Для проверки влияния эффекта Доплера на процесс миграции землетрясений продолжим анализ представленных выше последовательностей сильных афтершоков последних сильнейших землетрясений планеты, очаги которых имели «широтную» и «долготную» протяженности. Для этого каждая из совокупностей афтершоков разбивалась на две совокупности. В одну включались данные об афтершоках, эпицентры которых располагались к востоку (East – West, *ew*), югу (South – North, *sn*) от предыдущих по времени эпицентров для широтных (долготных) очагов, а в другую – к западу (West – East, *we*), северу (North – South, *ns*) для широтных (долготных) соответственно. Для каждой из совокупностей определялись описанным выше способом зависимости скоростей и частот от времени.

Полученные данные показывают, что значения $a_{sn,ns}^{lo}$ для «долготных» очагов не зависят от направления «движения» афтершоков $a_{ns}^{lo} = a_{ns}^{lo} = -0,67 \pm 0,07$ и составляют $a^{lo} = A^{lo} = -0,67 \pm 0,09$.

Значения $A_{we,ew}^{la}$ для широтных очагов, определенные во всем анализируемом диапазоне магнитуд, в среднем также не зависят от направления движения афтершоков и составляют в среднем $(a^{la})_0 \approx (A^{la})_0 \approx -0,91 \pm 0,07$. В то же время для всех трех «широтных» очагов значения коэффициентов A_{we}^{la} монотонно уменьшаются с ростом магнитуд и при $M \geq 6,5, -7,0$ достигают значений $A_{we}^{la} = -1,11 \pm 0,03$ и менее. Тем самым «расщепление» значений коэффициентов при $M \geq 6,5-7,0$ достигает значений $\Delta_1 = (A^{la})_0 - A_{we}^{la} \approx 0,21 \pm 0,03$.

Уменьшение значений A_{ew}^{la} с ростом магнитуды в среднем статистически незначимо. При этом в диапазоне магнитуд $5,5 \leq M \leq 6,5-7,0$ с ростом магнитуды имеет место достаточно устойчивое увеличение значений этого коэффициента для очага землетрясения 1957 г. Тенденция к увеличению значения коэффициента A_{ew}^{la} имеет место и для Аляскинского землетрясения 1964 г. в области магнитуд $5,0 \leq M \leq 5,5$. Как видим, «синтезированные» на основании двух наиболее сильных широтных землетрясений – Андрияновского (1957 г.) и Аляскинского (1964 г.) – данные определяют достаточно устойчивое и статистически значимое уменьшение значений коэффициента A_{ew}^{la} во всем магнитудном диапазоне $5,0 \leq M \leq 7,0$. При этом для магнитудного диапазона $M \geq 6,5, -7,0$ справедливо равенство $\Delta_2 = (A^{la})_0 - A_{ew}^{la} \approx -0,21 \pm 0,07$.

Таким образом, полученные данные показывают, что для двух (из трех рассмотренных) наиболее сильных и протяженных широтно ориентированных очагов больших землетрясений определенная величина расщепления определяется экспериментально (experimental, *ex*) как

$$\delta_{ex} \approx \left| \frac{\Delta_1 - \Delta_2}{A_{we,ew}^{la}} \right| = \frac{0,42 \pm 0,10}{0,90 \pm 0,12} = 0,5 \pm 0,1. \quad (24)$$

Полученное соотношение (24) показывает, что имеет место равенство между теоретической (23) и реально наблюдаемой (24) величинами:

$$\delta_{th} \approx 0,54 \pm 0,08 = \delta_{ex} \approx 0,5 \pm 0,1.$$

Это подтверждает наблюдаемое расщепление скоростей (частот) миграции афтершоков вдоль географической широты и позволяет объяснить его с помощью эффекта Доплера, связанного с вращением Земли.

Полученные для афтершоков данные подтверждаются имеющимися данными для форшоков. Действительно, «расщепление» форшокового коэффициента a^{lo} для очага долготного Чилийского (1960 г.) землетрясения статистически незначимо:

$a_{sn}^{lo} = 0,73 \pm 0,12 \approx a^{lo} = 0,88 \pm 0,12$, в то время как «расщепление» форшокового коэффициента в очаге широтного (1957 г.) землетрясения $a_{ew}^{la} = 0,92 \pm 0,04 < a^{la} = 1,27 \pm 0,10 < a_{we}^{la} = 2,20 \pm 0,34$ еще более отчетливое, чем афтершокового.

Аналогия Ю.В. Ризниченко «землетрясения – атомы» может быть продолжена. Исследовались частоты ν и скорости V миграции афтершоков и форшоков в очагах больших ($M_W \approx 9$) землетрясений. Показано, что значения ν и V зависят от ориентации очагов при их постоянном отношении $\frac{\nu}{V} = L_0 = \text{const}$: в долготных очагах афтершоки и форшоки происходят через меньшие интервалы времени (более часто) и мигрируют с большей скоростью, чем в широтных очагах. Приведены данные, показывающие возможность существования эффекта «расщепления» значений повторяемости афтершоков и форшоков в очагах широтных больших землетрясений, и дано его объяснение в рамках эффекта Доплера, связанного с вращением планеты.

Следует отметить, что близкие по сути эффекты обнаруживают движущиеся атомы и молекулы и в «обычных» с общепринятой физической точки зрения телах. Действительно, при высокой температуре и низкой плотности основной причиной расширения спектральных линий движущихся атомов газа является эффект Доплера (Цань, 1965, с. 522–524). Тепловое движение приводит к тому, что у одной части атомов возникает составляющая скорости, направленная к наблюдателю, а у другой части атомов составляющая имеет противоположное направление. В результате спектральная линия, являющаяся суперпозицией линий, испускаемых многими атомами, вследствие эффекта Доплера расширяется (Вихман, 1974, с. 134–136).

Как видим, аналогия между потоком атомов и сейсмическим процессом, на которую более 40 лет тому назад обратил внимание Ю.В. Ризниченко (Ризниченко, 1985, с. 127–130), может быть продолжена и на «спектральном» уровне. В контексте настоящей работы аналогом теплового движения атомов могут являться «самосогласованные» волновые (Викулин, 2003; Vikulin, 2006, p. 271–289) движения «элементарных» сейсмофокальных блоков L_0 и слагающих их иерархических ячеек L_i , расщепление спектральных линий движения которых происходит вследствие эффекта Доплера, связанного с вращением планеты.

Ротационная волновая модель сейсмического процесса

Упругое поле вокруг поворачивающегося блока (Викулин, Иванчин, 1998). Рассчитаем поле упругих напряжений, возникающих вокруг поворачивающегося за счет своих внутренних источников макрообъема V , который является частью твердого тела, вращающегося с угловой скоростью $\vec{\Omega}$.

Постановка задачи (Викулин, 2003). При рассмотрении природы возникновения поля упругих напряжений в твердом теле вокруг поворачивающегося объема (блока) V необходимо учесть два обстоятельства, имеющих принципиальное значение.

Во-первых, инерционные силы, вызванные вращением тела, всегда связаны с элементом конечного объема. Такие силы в принципе нельзя определить для произвольно малого объема, как это, например, делается для силы тяжести и других подобных сил. Это связано с тем, что вращательные инерционные эффекты зависят не только от массы блока, но и от ее распределения по его объему, т. е. от момента инерции I , который для точки всегда равен нулю. Момент импульса \vec{M} блока V запишется в виде $\vec{M} = I\vec{\Omega}$, где $\vec{\Omega}$ – угловая скорость вращения объема V , равная скорости вращения тела и направленная параллельно оси его вращения.

Во-вторых, поворот блока V происходит во вращающемся теле, и связанная с ним система координат является неинерциальной. Математическое описание процессов, происходящих в неинерциальных системах, в значительной степени зависит от выбора системы координат.

При этих условиях механизм появления упругих напряжений, возникающих во вращающемся твердом теле при повороте некоего объема V внутри него, можно определить следующим образом.

До поворота блок V имел момент импульса \vec{M} , который был направлен вдоль оси \vec{Z} , параллельной оси вращения тела. В результате поворота блок V поворачивается в некой плоскости на угол β относительно оси вращения тела. Если бы блок V не был упруго связан с окружающей его средой, то при его повороте момент импульса \vec{M} просто изменил бы свое направление и не вызвал никаких изменений в напряженном состоянии пространства, окружающего блок. Однако в случае, когда объем V упруго «сцеплен» с окружающей его средой, изменение направления момента импульса блока приводит к появлению вокруг него упругих напряжений, которые в силу законов сохранения механики должны характеризоваться соответствующим моментом силы.

Решение задачи проведем в три этапа:

1. Рассмотрим две системы координат, повернутые относительно друг друга вокруг общей оси \vec{Y} на угол β . Ось \vec{Z} первой (исходной) системы координат параллельна оси вращения тела (Земли) и направлена от Южного полюса к Северному. Ось \vec{Z} второй системы координат параллельна моменту импульса блока V после его поворота на угол β . Начала двух систем координат расположены в центре масс области V (рис. 17).

Для определения величины упругих напряжений, возникающих вокруг поворачивающегося блока V , применим следующий мысленный эксперимент.

Сначала останавливаем объем V , прикладывая упругие напряжения σ_1 с моментом силы \vec{K}_1 , направленным в отрицательном направлении оси \vec{Z} . При этом считаем, что кинетическая энергия вращения области V полностью переходит в энергию упругих напряжений σ_1 . Затем, прикладывая упругие напряжения σ_2 с моментом силы \vec{K}_2 , направленным вдоль оси \vec{Z} , блок V опять раскручиваем до скорости вращения тела $\vec{\Omega}$ (рис. 17).

Другими словами, когда мы тормозим область V , то ее кинетическая энергия вращения, определяемая как

$$W = 1/2 I \Omega^2, \quad (25)$$

переходит в упругую энергию, определяемую тензором напряжений σ_1 . Когда мы раскручиваем область V , то мы создаем точно такую же кинетическую энергию, но за счет упругих напряжений σ_2 .

Рассмотрим случай, когда объем V представляет собой однородный шар, момент инерции I которого, как известно, не зависит от выбора оси вращения. Тогда равенство кинетической и потенциальной энергий приводит к соотношению $|K_1| = |K_2|$. При этом разность этих векторов и является искомым моментом силы \vec{K}_0 , возникающим в результате

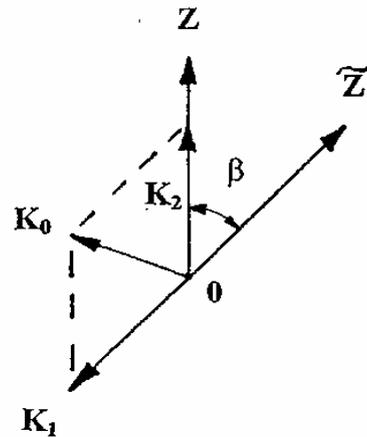


Рис. 17. Две системы координат, повернутые относительно общей оси на угол β (ось \vec{Z} параллельна оси вращения тела и направлена от его Южного полюса к Северному)

поворота блока V в неинерциальной системе: $\vec{K}_0 = \vec{K}_2 - \vec{K}_1$. Его модуль получаем из теоремы косинусов:

$$|K_0| = 2|K_1| \sin \beta / 2. \quad (26)$$

2. Искомое поле упругих деформаций \vec{U} должно удовлетворять уравнению упругого равновесия

$$\text{grad div } U - \text{arot rot } U = 0 \quad (27)$$

с нулевыми граничными условиями на бесконечности:

$$\vec{U} \rightarrow 0 \text{ при } r \rightarrow \infty; \quad (28)$$

с действующей на объем V силой, равной нулю:

$$F_i = \oint \sigma_{ij} dS_j = 0; \quad (29)$$

с моментом силы, не зависящим от размера блока V :

$$\vec{K}_i = \oint x_k e_{ikl} \sigma_{lj} dS_j \neq f(R_0), \quad (30)$$

где $a = (1 - 2\nu) / 2(1 - \nu)$; ν – коэффициент Пуассона; R_0 – радиус области V .

Решением задачи (27) – (30) в сферической системе координат (r, θ, φ) с началом $r = 0$ в центре шарового объема V в области $r \geq R_0$ являются поля смещений \vec{U} и напряжений σ :

$$U_r = U_\theta = 0, \quad U_\varphi = Ar^{-2} \sin \theta, \quad (31)$$

$$\sigma_{r\varphi} = \sigma_{\varphi r} = 3/2 \cdot AGr^{-3} \sin \theta, \quad (32)$$

где G – модуль сдвига; A – константа, которая будет определена ниже. Остальные компоненты тензора напряжений равны нулю.

Подставляя выражение (32) в уравнение (30) для момента силы, который создает найденное упругое поле, получаем выражение

$$K_{1z} = \int_0^\pi \int_0^{2\pi} \sigma_{r\varphi} r^3 \sin \theta d\theta d\varphi = 3\pi^2 AG. \quad (33)$$

Остальные компоненты момента силы вследствие выбора системы координат равны нулю: $K_{1x} = K_{1y} = 0$ (рис. 17).

3. Плотность энергии упругих деформаций записывается следующим образом: $W = \sum (\lambda / 2 (\varepsilon_{ij} \delta_{ij})^2 + G \varepsilon_{ij}^2)$, где λ – модуль всестороннего сжатия; ε_{ij} – деформация; δ_{ij} – символ Кронекера. Интегрируя это выражение по всему объему тела и считая его несжимаемым, получим следующее выражение для величины упругой энергии, созданной моментом силы \vec{K}_1 :

$$W = 9/2 A^2 G \int_{R_0}^\infty \int_0^\pi \int_0^{2\pi} r^{-4} \sin \theta dr d\theta d\varphi = 4\pi A^2 GR_0^{-3}. \quad (34)$$

Приравнивая полученную упругую энергию (34) к кинетической (25) и учитывая, что момент инерции шара $I = 8/15 \pi \rho R_0^5$, где ρ – плотность вещества, получаем следующее выражение для величины искомой константы A :

$$A = R_0^4 \Omega \sqrt{\rho / 15G}. \quad (35)$$

Таким образом, с учетом формулы (26) для искомым решений окончательно получаем следующие соотношения:

– для момента силы упругого поля вокруг блока, направленного перпендикулярно плоскости его поворота:

$$K = -6\pi^2 \Omega R_0^4 \sqrt{\rho G / 15} \cdot \sin \beta / 2; \quad (36)$$

– для величины упругой энергии:

$$W = 16 / 15 \pi \rho \Omega^2 R_0^5 \sin^2 \beta / 2; \quad (37)$$

– для поля смещений:

$$U_r = U_\theta = 0, \quad U_\varphi = \Omega R_0^4 r^{-2} \sqrt{\rho / 15 G} \cdot \sin \theta \cdot \sin \beta / 2; \quad (38)$$

– для напряжений:

$$\sigma_{r\varphi} = \sigma_{\varphi r} = 3 / 2 \cdot \Omega R_0^4 r^{-3} \sqrt{\rho G / 15} \cdot \sin \theta \cdot \sin \beta / 2. \quad (39)$$

Остальные компоненты напряжений равны нулю.

Появление в соотношениях (36) – (39) сомножителя $\sin \beta / 2$ в соответствии с теоремой косинусов является, по сути, тривиальным «геометрическим» следствием задачи, решаемой в неинерциальной системе координат.

Следует отметить, что при форме блока, близкой к эллипсоидальной или овальной, конечные формулы существенным образом не изменяются. В них, как показывают оценки, появляются коэффициенты порядка единицы.

Оценки. Примем параметры модели (плотность среды ρ , модуль сдвига G , угловую скорость вращения Земли Ω , радиус «элементарного» шарового сейсмофокального блока R_0 , по объему равному среднему очагу в классе сильнейших курило-камчатских и японских землетрясений, имеющих овальную или эллиптическую форму) следующими:

$$\rho = 3 \text{ г/см}^3; \quad G = 10^{11} \text{ н/м}^2; \quad \Omega = 7,3 \cdot 10^{-5} \text{ рад/с}; \quad R_0 \approx 100 \text{ км}. \quad (40)$$

При таких значениях модельных величин любые три параметра из четырех (смещение U_0 , сброшенное напряжение σ_0 , выделенная упругая, или сейсмическая, энергия W_0 и соответствующий ей момент силы, т. е. сейсмический момент K_0), как легко можно убедиться, автоматически из соотношений (36) – (39) составляют:

$$U_0 \sim 10 \text{ м}; \quad \sigma_0 \sim 100 \text{ бар}; \quad W \sim 10^{16+18} \text{ Дж}; \quad K_0 \sim 10^{28+30} \text{ дин} \cdot \text{см}. \quad (41)$$

Эти значения достигаются при угле поворота блока, определяемым как

$$\beta_0 \approx U_0 / R_0 = 10^{-4} \text{ рад} (\approx 10^{-2} \text{ град}). \quad (42)$$

Такое значение угла при повторяемости сильнейших землетрясений одно в 100 лет соответствует скорости поворота блока, равной 10^{-4} град/год.

Следует отметить, что по порядку величины примерно с такой же скоростью поворачиваются острова Исландия (Мелекесцев, 1979), Пасха и Хуан-Фернандос (Геолого-геофизический..., 2003), протяженности которых, как и «элементарных» сейсмофокальных блоков, составляют около 200 – 400 км (гл. 2, рис. 4–7).

Проведенные оценки показали, что применение ротационной модели к расчету параметров очага сильнейшего землетрясения физически обоснованно.

Упругое поле вокруг двух поворачивающихся блоков. Для определения величины энергии взаимодействия поворачивающихся блоков воспользуемся известной закономерностью, согласно которой упругая энергия (в рамках закона Гука) пропорциональна квадрату деформации. Тогда, записывая величину деформации какой-либо части твердо-

го тела в виде суммы деформаций, создаваемых в этой части каждым из блоков в отдельности, получим выражение, в котором «перекрестное» слагаемое определяет величину энергии взаимодействия блоков друг с другом.

Для модели двух блоков полную упругую энергию можно записать в виде

$$W = G \int (a + b)^2 dV = G \left(\int a^2 dV + \int b^2 dV + 2 \int abdV \right),$$

где a, b – тензоры упругой деформации, созданные соответственно первой и второй областями в результате поворота. Интегрирование проводится по всему объему тела. Первые два слагаемые в правой части в выражении для упругой энергии суть собственные упругие энергии, каждая из которых вычисляется с помощью соотношения (37). Третье слагаемое определяет выражение для энергии взаимодействия первой и второй областей:

$$W_{\text{int}} = 2G \int abdV. \quad (43)$$

Определим энергию взаимодействия. Положение двух блоков представлено на рис. 18, где система координат выбрана следующим образом. Центры масс областей лежат на оси X , расстояние между ними равно $2l$. Начало координат находится в середине отрезка, соединяющего центры масс. Ось \vec{Z} выбрана таким образом, что вектор \vec{K}_a лежит в плоскости XU и ось Y перпендикулярна этой плоскости. Направление оси \vec{Z} выбрано так, чтобы система координат была правой.

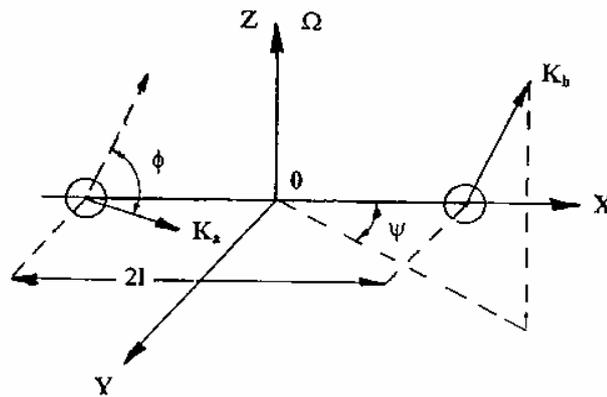


Рис. 18. Взаимная ориентация моментов сил \vec{K}_a и \vec{K}_b в модели двух блоков

в прямоугольной системе координат XYZ (ось \vec{Z} параллельна оси вращения Земли $\vec{\Omega}$ и направлена от ее Южного полюса к Северному; Ω – угловая скорость вращения Земли; ϕ, ψ – углы, определяющие положение блоков; $2l$ – расстояние между их центрами тяжести)

Из данных рис. 18 следует, что ориентация вектора момента силы второй области \vec{K}_b относительно такого же вектора первой области \vec{K}_a может быть определена двумя углами: углом ϕ между векторами \vec{K}_b и \vec{K}_a , который можно найти из соотношения $\cos \phi = (\vec{K}_a \times \vec{K}_b) / |\vec{K}_a| \cdot |\vec{K}_b|$, и углом ψ между проекцией вектора \vec{K}_b на плоскость XU и осью X . Матрица поворота вектора \vec{K}_b в направлении вектора \vec{K}_a записывается следующим образом:

$$Q = \begin{vmatrix} \cos \psi \cdot \cos \phi - \sin \psi & \cos \psi \cdot \sin \phi \\ \sin \psi \cdot \cos \phi & \cos \psi \\ -\sin \phi & 0 & \cos \phi \end{vmatrix}.$$

Тогда тензор b в системе координат, задаваемой вектором \vec{K}_b , запишется в виде $\tilde{b} = QbQ'$, где Q' – транспонированная матрица.

Будем полагать блоки шаровыми с радиусами R_{0a} и R_{0b} . Запишем выражение для тензоров a и b через соответствующие им смещения (31) и подставим их в формулу (25) с учетом формулы (35). Тогда, вычисляя соответствующие интегралы, для энергии взаимодействия двух поворачивающихся областей получим следующее выражение:

$$W_{\text{int}} = 3/2 \cdot \pi \rho \Omega^2 R_{0a}^4 R_{0b}^4 l^{-3} \cos \phi. \quad (44)$$

Энергия взаимодействия локализована в части пространства, расположенного вне блоков, где, как можно видеть из соотношения (43), оба тензора деформации не равны нулю:

$$W_{\text{int}} \neq 0 \text{ при } a \neq 0 \text{ и } b \neq 0 \text{ (} r \geq R_{0a} \text{ и } r \geq R_{0b} \text{)}. \quad (45)$$

Вычисление интегралов проводилось в биполярной системе координат. При этом было сделано допущение, что расстояние l между областями много больше размера любой из областей. В этом случае при вычислении энергии взаимодействия оказалось возможным пренебречь размером соседней области и интегрирование проводить таким образом, как будто эти области точечные. Однако сделанное допущение не является принципиальным, поскольку всегда справедливо неравенство $l \geq 2R_0$, и оценки показывают, что учет конечного размера областей дает поправку к результату второго порядка малости $(R_{0a,0b}/l)^2$.

Момент силы, обусловленный энергией взаимодействия, можно определить путем дифференцирования соотношения (44) по углу ϕ :

$$K_{\text{int}} = 3/2 \pi \rho \Omega^2 R_{0a}^4 R_{0b}^4 l^{-3} \sin \phi. \quad (46)$$

Момент силы из выражения (46) приложен со стороны упругого поля к поверхности каждого из блоков и направлен таким образом, чтобы уменьшить величину энергии взаимодействия. Этот момент для обеих областей имеет одно и то же абсолютное значение, но для разных блоков он направлен в противоположных направлениях.

Таким образом, полная энергия $(W + W_{\text{int}})$ и суммарный момент силы $(\vec{K} + \vec{K}_{\text{int}})$ для каждого из блоков могут быть определены из соотношений (37), (44) и (36), (46) соответственно.

Дальнедействующий характер ротационного упругого поля. Будем полагать размеры обоих взаимодействующих объемов одинаковыми: $R_{0a} = R_{0b} = R_0$. Тогда из соотношений (36) и (46) получаем равенство

$$\frac{K_{\text{int}}}{K} \approx \frac{\Omega R_0}{V_S} \left(\frac{R_0}{l} \right)^3. \quad (47)$$

Из полученного соотношения видно, что инерционные эффекты взаимодействия становятся тем более существенными, чем с большей скоростью Ω вращается тело и чем больше размер «элементарного», поворачивающегося под действием внутренних источников объема блока $R_0 V_S = \sqrt{G/\rho}$, где V_S – скорость поперечных волн.

Отношение энергии взаимодействия W_{int} к «собственной» энергии блока W на основании соотношений (37) и (44) определится равенством

$$\frac{W_{\text{int}}}{W} = \frac{45}{32} \frac{(R_0/l)^3 \cos \phi}{(\sin \beta/2)^2} = \delta. \quad (48)$$

Из полученного равенства (48) видно, что максимальное ($\cos \phi \approx 1$) расстояние, на котором энергия взаимодействия будет близка по порядку величины к собственной энергии блока ($\delta \approx 1$), определится из соотношения

$$l_0 \approx 2\beta^{-2/3} R_0 \approx (10^2 \div 10^3) R_0. \quad (49)$$

Из полученного соотношения видно, что упругие поля, создаваемые вокруг поворачивающихся объемов, расположенных внутри вращающегося твердого тела, являются *дальнодействующими*. При получении численной оценки в соотношении (49) было использовано значение угла поворота блока из соотношения (42).

Дальнодействие, если оно реализуется в природе, должно приводить к тому, что сильнейшие землетрясения, происходящие в блоках с параллельно ($\phi = 0$) или антипараллельно ($\phi = \pi$) ориентированными моментами, должны происходить одновременно или не происходить вовсе. Действительно, если в одном из таких блоков накопилась достаточная для сильнейшего землетрясения энергия, то в результате «параллельного» ($\phi = 0$) взаимодействия второй сейсмофокальный блок должен обладать, как минимум, такой же по величине энергией. В случае же «антипараллельного» ($\phi = \pi$) расположения моментов блоков энергия их взаимодействия, наоборот, компенсирует энергию, накапливаемую в готовящемся очаге. Имеющиеся сейсмологические данные, как нам представляется, подтверждают такой вывод модели.

Цепочка поворачивающихся блоков. Рассмотрим (одномерную) цепочку поворачивающихся шаровых R_0 блоков, расположенную внутри твердого тела, вращающегося с угловой скоростью $\vec{\Omega}$.

Рассмотрим случай, когда все блоки в цепочке движутся равномерно. Тогда в соответствии с результатами, полученными выше, уравнение движения для блока в цепочке можно записать в виде

$$I \frac{\partial^2 \vec{\beta}}{\partial t^2} = \vec{P}_1 + \vec{P}_2, \quad (50)$$

где $\vec{\beta}$ – угол, на который повернулся блок; $I = 8/15\pi R_0^5$ – его момент инерции; \vec{P}_1 – момент силы поля упругих напряжений, появляющегося вокруг блока в результате его поворота, значение которого определяется соотношением (36); \vec{P}_2 – момент силы, отвечающий за взаимодействие рассматриваемого блока с остальными блоками цепочки.

Из самых общих соображений ясно, что величина момента \vec{P}_2 должна быть пропорциональна как упругой энергии рассматриваемого блока, равного $V \frac{\partial^2 \beta}{\partial x^2}$ (где V – объем блока, x – координата вдоль цепочки), так и упругой энергии, соответствующей всем остальным блокам цепочки. В качестве последней выбираем величину, равную средней линейной плотности упругой энергии цепочки блоков w . Таким образом, момент силы, отвечающий за взаимодействие рассматриваемого блока с другими блоками цепочки, можно записать в виде

$$\vec{P}_2 = \zeta w V \frac{\partial^2 \beta}{\partial x^2}, \quad (51)$$

где ζ – безразмерный коэффициент, характеризующий «однородность» цепочки, т. е. в нашей задаче можно положить $\zeta = 1$.

Солитоны. Окончательно уравнение движения (50) для блока с координатой x в момент времени t с учетом выражений (36) и (51) можно записать в виде

$$\frac{\partial^2 \vartheta}{\partial x^2} - c_0^2 \frac{\partial^2 \vartheta}{\partial t^2} = k_0^2 \sin \vartheta,$$

или в безразмерных координатах:

$$\zeta = k_0 x, \quad \eta = c_0 k_0 t.$$

Отсюда

$$\frac{\partial^2 \vartheta}{\partial \zeta^2} - \frac{\partial^2 \vartheta}{\partial \eta^2} = \sin \vartheta, \quad (52)$$

где $\vartheta = \beta/2$;

$$k_0^2 = \frac{3\pi\Omega}{wV} \left(\frac{3V}{4\pi} \right)^{4/3} \sqrt{\frac{\rho G}{15}}, \quad (53)$$

$$c_0^2 = \frac{wV}{I}, \quad (54)$$

где V – объем блока; I – момент инерции блока; w – линейная плотность выделяемой в цепочке упругой энергии.

Уравнение (53) известно как уравнение sin-Гордона (СГ). Решением этого уравнения (Скотт, Чжу, Макфлин, 1973; Филиппов, 1990) являются локализованные волны - солитоны:

$$\vartheta = 4 \operatorname{arctg} \left[\exp \left(\frac{\xi - \xi_0 - \eta V / c_0}{\sqrt{1 - V^2 / c_0^2}} \right) \right], \quad (55)$$

где ξ_0 – центр солитона; V – скорость солитона.

Выражение для предельной скорости солитонов (solitons) c_0 может быть записано в виде

$$c_0^2 = 5/2 w \rho^{-1} R_0^{-2}. \quad (56)$$

Отметим, что величина характерного периода процесса не является функцией линейной плотности выделяемой упругой энергии:

$$T = k_0 / c_0 \neq f(w). \quad (57)$$

Экситоны. В длинной цепочке блоков, когда можно не учитывать влияние ее концов, возможны решения, получившие название экситонов (exitons) (Давыдов, 1982).

Качественная зависимость энергии возбуждений от скорости распространения для солитонов (I) и экситонов (II) приведена на рис. 19 из работы (Давыдов, 1982). При этом зависимости для энергий возбуждения удовлетворяют следующим условиям:

$$E_s \approx V^{n_1}, E_{ex} \approx V^{n_2}, E_s \geq 0, 0 \leq V^{n_1} \leq V_0, E_{ex} \geq E_0 > 0, n_1 > n_2. \quad (58)$$

В квазилинейном приближении, когда процесс можно описать с помощью линеаризованного уравнения СГ, закон дисперсии для экситонных решений записывается в следующем виде (Филиппов, 1990):

$$\omega^2 = \omega_0^2 (1 + \lambda_0^2 / \lambda^2), \quad (59)$$

где ω и λ – соответственно частота и длина волны экситона; ω_0 – «собственная» частота поворотного движения блока; λ_0 – соответствующая частоте длина волны ($\lambda_0 = 2\pi c_0 / \omega_0$).

Первой отличительной особенностью закона дисперсии (59) является то, что частота распространяющихся по цепочке блоков волн всегда выше ω_0 . Физически очевидно, что частота ω_0 достигается при большой длине волны (в пределе $\lambda \rightarrow \infty$), когда все блоки цепочки движутся как единое целое, без ее деформации.

Второй характерной особенностью закона дисперсии (59) является его связь с нелинейными свойствами цепочки блоков, а не с ее дискретной структурой (Филиппов, 1990).

Характерная скорость сейсмического процесса. По аналогии с обычными упругими волнами примем, что длина волны экситона λ_0 равна размеру «элементарного» сейсмофокального блока (Викулин, 2008):

$$\lambda_0 \approx R_0, \quad k_0 = 2\pi / R_0. \quad (61)$$

Групповая скорость экситонов, являющихся решением уравнения СГ (52), определяется как $U = c_0^2 (1 + (k_0 / k)^2)^{-1/2}$ и изменяется в пределах $0 \leq U \leq c_0$.

Для значения характерной скорости процесса c_0 получаем следующее выражение:

$$c_0^2 = \frac{3\sqrt{15}}{8\pi^2} \Omega R_0 \sqrt{\frac{G}{\rho}} \sim V_R V_S. \quad (62)$$

Как видим, значение c_0 может быть представлено в виде среднегеометрического произведения двух скоростей: центробежной $V_R = \Omega R_0$ и упругой поперечной $V_S = \sqrt{G / \rho}$.

При параметрах модели (40) для скорости c_0 из формулы (62) получаем:

$$c_0 \approx 1 \text{ см/с}. \quad (63)$$

Момент блока и вращение Земли

Подведем некоторые итоги.

Поставлена и аналитически решена задача о поле упругих напряжений, возникающем вокруг поворачивающегося за счет внутренних источников блока земной коры, в соответствии с формулами (25) – (39). Полученные решения для смещений (38), напряжений (39), энергии упругого поля (37) и его момента (36) оказались прямо пропорциональными угловой скорости вращения Земли. Проведены количественные оценки, которые показали хорошее совпадение полученных решений с параметрами геофизической среды согласно формулам (40) – (42).

Аналитически решена задача о поле напряжений вокруг двух поворачивающихся блоков, подтверждают формулы (43) – (46). Момент силы упругого поля, ответственного за взаимодействие вращающихся под действием внутренних источников блоков, оказался прямо пропорциональным величине угловой скорости вращения Земли согласно равенству (47), что и определило его дальнедействующий характер в соответствии с выражениями (48) – (49).

Феноменологически решена задача о поле упругих напряжений, возникающем вокруг цепочки поворачивающихся блоков, в соответствии с формулами (50) – (56), (58). Получено новое волновое решение с характерной скоростью процесса c_0 , прямо пропорциональной угловой скорости вращения Земли исходя из уравнения (62). Отличительными особенностями полученного решения явились его ротационно ($\vec{\Omega}$)-упругий ($V_S = \sqrt{G / \rho}$) характер согласно уравнению (62) и, как следствие, малое, на пять-шесть порядков меньше скорости «обычных» упругих (сейсмических) волн значение скорости согласно выражению (63). Полученное решение количественно хорошо согласуется с экспериментальными данными для волн миграции землетрясений (Викулин, 2003), что позволяет построенную ротационно-упругую модель использовать для количественного описания свойств волнового сейсмического процесса.

Единственное исходное физическое предположение рассмотренной модели заключалось в том, что сейсмофокальные блоки поворачиваются за счет внутренних источников. Такое предположение позволило связать изменение (вследствие вращения Земли) направления момента импульса блока и появление вокруг него упругого поля с момен-

том силы. Вследствие этого полученные решения оказались прямо пропорциональны величине угловой скорости вращения планеты вокруг своей оси. Более того, прямо пропорциональным величине угловой скорости вращения планеты оказался и момент силы упругого поля, ответственного за взаимодействие блоков между собой. Другими словами, вращение Земли вокруг своей оси является таким параметром, который «организует» упругие поля всех блоков, поворачивающихся за счет внутренних источников, в единое упругоротационное поле планеты.

Колебания Чандлера

Суть проблемы (Викулин, Кролевец, 2001). Земля испытывает свободную прецессию. В геофизической литературе ее обычно называют свободной нутацией Эйлера, или, по имени ее первооткрывателя в 1891 г., чандлеровским колебанием полюса. Такие колебания возникают вследствие того, что ось вращения Земли слегка наклонена к оси наибольшего момента инерции. Полный момент количества движения планеты остается постоянным и по величине, и по направлению, а Земля движется так, что полюс описывает на ее поверхности круг с центром в точке пересечения оси наибольшего момента инерции с поверхностью Земли. Ось вращения Земли практически фиксирована в пространстве, и чандлеровские колебания полюса выражаются в периодических вариациях широты с периодом 430–435 суток и переменной амплитудой, составляющей в среднем $0'',14$ (Манк, Макдональд, 1964). Прецессия полюса происходит в сторону, обратную вращению Земли. Траектории движения (нутации) полюса планеты в конце XIX – XX вв. представлены на рис. 20.

Следует отметить, что в науках о Земле проблема колебаний Чандлера, как и проблема вращения Земли вообще, является не просто важной, но фундаментальной. По мнению авторов (Манк, Макдональд, 1964), «разнообразие предмета чудовищно. Он затрагивает все разделы геофизики».

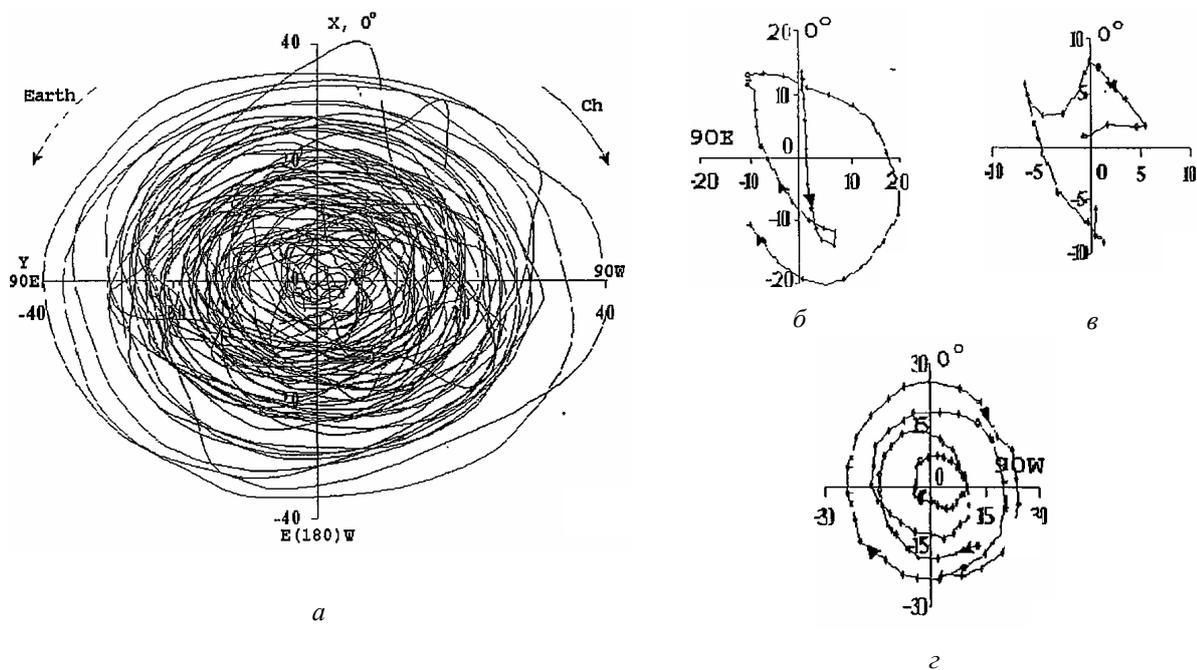


Рис. 20. Траектории нутации полюса планеты, построенные по данным 1890–1969 гг. (а), 1895–1896 гг. (б), 1926 г. (в) и 1960–1964 гг. (z). Значение амплитуды колебаний приведено в сотых долях угловой секунды; стрелками показано направление нутации (Ch), пунктирной стрелкой – направление вращения Земли (Earth); оси OX и OY направлены вдоль Гринвичского и 90E меридианов соответственно

Проблема возбуждения чандлеровских колебаний до сих пор является дискуссионной. Пожалуй, единственным моментом, не вызывающим сомнений у большинства исследователей, является положение о том, что колебания Чандлера «определяются внутренним (по отношению к Земле. – Авт.) перераспределением момента количества движения; внешние воздействия несущественны» (Стейси, 1972). В таком случае колебания Чандлера, очевидно, являются одним из движений, описываемых в рамках волновой модели сейсмического процесса, который, как мы убедились выше, имеет моментную природу. Покажем это.

«Нулевые» колебания окраины Тихого океана (Vikulin, Krolevets, 2002). В рамках ротационной модели было показано существование решения, закон дисперсии которого согласно соотношению (59) допускает колебание всей цепочки взаимодействующих сейсмофокальных блоков как целой. Частота таких «нулевых» колебаний ω_0 и их скорость c_0 определяются соотношениями (59)–(63).

В рамках ротационной модели закон дисперсии (59) объясняется сильными нелинейными свойствами цепочки блоков – их дальнедействующим взаимодействием друг с другом, что приводит к существованию моды с частотой ω_0 , реализующейся при большой длине волны (в пределе $\lambda \rightarrow \infty$), когда все блоки цепочки движутся как единое целое, без ее деформации. При этом пружины, моделирующие взаимодействие блоков друг с другом, должны деформироваться настолько слабо, что их как бы и не должно быть вообще. Такое движение соответствует повороту всего сейсмофокального объема тихоокеанского кольца как целого в плоскостях, перпендикулярных сечению кольца, когда $\lambda \rightarrow \infty$ равносильно $\lambda \rightarrow \Lambda$, где $\Lambda \approx 4 \cdot 10^4$ км – протяженность кольца.

Такое вращательное движение сейсмофокального кольца, расположенного в пределах переходной зоны и упруго связанного как с тихоокеанской, так и с окружающими ее материковыми плитами, очевидно, должно сопровождаться вертикальными (относительно поверхности Земли) колебаниями некоего объема тороидальной формы и, следовательно, вследствие изменения формы Земли должно приводить к прецессии полюса планеты с частотой ω_0 (Викулин, 1997).

Покажем, что прецессия полюса с «нулевой» частотой ω_0 и является колебаниями, соответствующими максимуму на частоте Чандлера f_{ch} .

Будем считать, что, во-первых, параметры колеблющейся кольцевой области одинаковы на всем ее протяжении вдоль окраины Тихого океана; во-вторых, кольцевая область имеет тороидальную форму и расположена в плоскости кольца, имеющего субмеридиональное простираие; в-третьих, кольцо расположено на расстоянии $R_1 = R_{Earth} \cos \varphi$ от центра Земли (R_{Earth} – ее радиус, $\varphi \approx 50^\circ$ – половина угла, под которым кольцо «видно» из центра Земли): вдоль меридиана – от Алеутских островов и Аляски ($\varphi = 50\text{--}60^\circ N$) на севере до линии, соединяющей о. Веллингтон ($\varphi = 50^\circ S$, $\lambda = 75^\circ W$) с островами Окленд ($\varphi = 60^\circ S$, $\lambda = 170^\circ E$) на юге; вдоль экватора – от Соломоновых островов ($\lambda = 160^\circ E$) на востоке до Центральной Америки ($\lambda = 80^\circ W$) на западе. Тогда изменение момента инерции Земли вследствие таких колебаний составит: $\Delta I = \Delta(R_1^2 m) = 2R_1 dm = 2R_{Earth} dm \cos \varphi$, где $d = \delta H$ – амплитуда колебаний кольцевого объема с вертикальным размером H ; m – масса колеблющегося объема сейсмофокальной зоны.

Имеющиеся сейсмологические (c) данные позволяют определить период «нулевых» колебаний сейсмофокального кольца. При протяженности элементарного сейсмофокального блока $L_0 = 2R_0 \approx 200$ км и предельном значении скорости таких волн $c_0 \approx 1$ см/с ≈ 200 км/год согласно выражению (63) для периода нулевых колебаний всего кольца как целого из соотношений (57) – (63) получаем $T_{0,c} \approx 1,2$ года.

Согласно геодезическим (g) данным, полученным на геодинимическом полигоне вблизи Петропавловска-Камчатского в течение непрерывных наблюдений, проводимых уже более двадцати лет (Бахтиаров, Левин, 1991), изменение длин базовых линий l_i про-

исходит с характерным периодом $T_g = (1 \div 1,5)$ года при амплитуде изменения длин линий $\delta_g = \Delta l_i / l_i = (1 \div 1,5)10^{-6} \approx 3 \cdot 10^{-6}$.

Петропавловск-Камчатский расположен в непосредственной близости от сейсмофокального объема. Удаление базовых линий от города не превышает 100 км. Поэтому полученные в работе (Бахтиаров, Левин, 1991) геодезические данные указывают на то, что амплитуда вертикальных колебаний сейсмофокального объема и прилегающей к нему части вблизи Камчатки с периодом T_g , по всей видимости, имеет тот же порядок величины. Тогда, полагая, что сечение колеблющегося кольцевого объема тороидальной формы $HD \approx (300 \div 400)(300 \div 400)$ км², $m = \rho HDA$, плотность $\rho \approx 3$ г/см³, $\delta \approx \delta_g$, для величины изменения момента инерции Земли получим значение $\Delta I_g = (10^{36} \div 10^{37})$ г · см², что, в свою очередь, согласно (Стейси, 1972), должно вызвать нутацию полюса с периодом T_g и амплитудой $\Delta \alpha_g = \Delta I / (C - A) \approx 10^{-6}$ рад, где $C - A = 2,6 \cdot 10^{42}$ г · см² – разность между полярным и экваториальным моментами инерции Земли.

Таким образом, проведенный анализ показал, что значения модельных и экспериментально измеренных величин близки к параметрам, характеризующим колебания Чандлера: $T_{0,c} \approx T_g \approx T_{ch}$, $\Delta \alpha_g \approx \Delta \alpha_{ch}$. Как видим, в рамках ротационно-упругой модели «нулевые» колебания сейсмофокального объема окраины Тихого океана могут рассматриваться в качестве возможной причины, приводящей к нутации полюса Земли на частоте Чандлера.

Расщепление частоты Чандлера. Тихоокеанская окраина, имеющая в основном субмеридиональное простирание, – не единственный сейсмический пояс планеты. Вторым по интенсивности и протяженности является Альпийско-Гималайский сейсмический пояс, протянувшийся в субширотном направлении вдоль поверхности Земли примерно на 150° (Шейдеггер, 1987). Уровень сейсмической активности вдоль этого пояса значительно ниже активности тихоокеанского кольца. Однако в рамках ротационно-упругой волновой модели значение периода «нулевых» колебаний, определяемое из соотношений (53) – (54), с одной стороны, не зависит от линейной плотности упругой энергии в поясе согласно формуле (57): $T_0 = k_0 / c_0 \neq f(w)$; с другой – ротационно-упругие «нулевые» волны в этих поясах, как и волны форшоков и афтершоков в очагах больших землетрясений, должны расщепляться на величину, определяемую эффектом Доплера.

Анализ имеющихся данных о колебаниях Чандлера (Котляр, Ким, 1994; Курбасова и др., 1997; Федоров и др., 1972), проведенный в работах (Викулин, 2003; Викулин, Кролевец, 2001; Vikulin, Krolevetz, 2002), показал, что максимум частоты Чандлера действительно расщепляется.

Движение полюса в области Чандлеровских колебаний, как видно из данных, представленных на рис. 21, характеризуется спектром, огибающая которого в области колебаний Чандлера имеет два максимума. Одному из них, большему по амплитуде, соответствует частота $f_{ch,1} = 0,835$ год⁻¹ ($T_{ch1} = 437$ дней); второму, меньшему – частота $f_{ch,2} = 0,860$ год⁻¹ ($T_{ch2} = 425$ дней).

Квант сейсмотектонической активности. Полученные данные показывают, что сейсмический (сейсмотектонический) процесс и колебания Чандлера являются взаимосвязанными. Отсюда следует, что нутацию полюса следует связывать не с отдельно взятыми землетрясениями, пусть даже с предельными по магнитудам и большими по протяженности очагами, а с сейсмическим (сейсмотектоническим) процессом, что достаточно отчетливо демонстрируется на рис. 20. Действительно, траектория движения полюса планеты в 1960 – 1964 гг., когда произошли два самых сильных на планете землетрясения XX в., очаговые области каждого из которых достигали по протяженности около 1000 км и более, является «обычной», т. е. достаточно плавной и средней по ам-

плитуде (рис. 20, з), в то время как значительные «изломы» траектории в 1895 – 1896 гг. (рис. 20, е) не сопровождались на планете достаточно сильными землетрясениями, очаги которых имели бы значительную протяженность.

Тем не менее из данных, представленных на рис. 20, а, можно видеть, что траектории движения полюса планеты на плоскости XOY располагаются с разной плотностью: имеются интервалы ΔR , в пределах которых траектории располагаются с большей плотностью, в то время как между этими интервалами – траектории с меньшей плотностью. Это позволяет предположить, что, возможно, существуют выделенные значения радиусов траекторий, вдоль которых полюс планеты движется более часто.

Анализ показал (Викулин, Кролевец, 2001), что траектории, по которым перемещается полюс планеты при нутации, имеют тенденцию «разряжаться» и «сгущаться» в окрестностях определенных значений радиусов, кратных величине $\Delta R_{\omega} \approx 0'',05 \approx 1,5$ м.

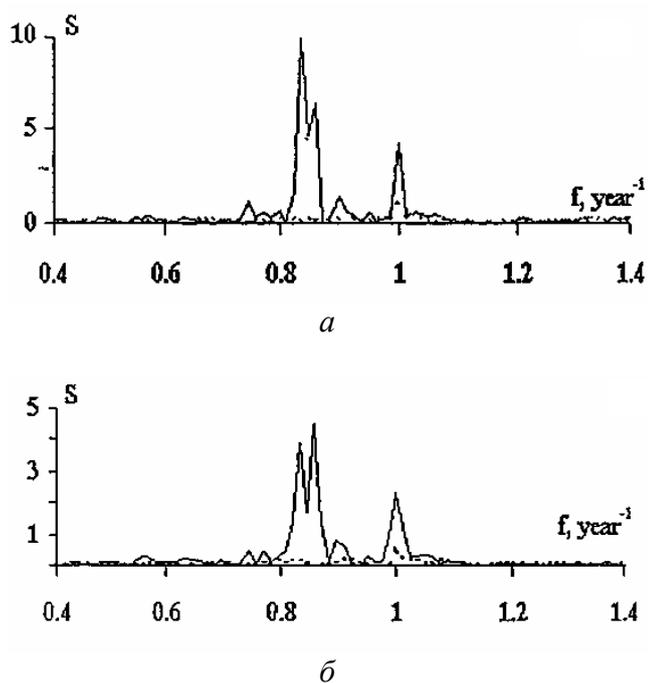


Рис. 21. Огибающие спектров для положительных и отрицательных частот (показаны пунктиром), построенные по данным 1890–1969 гг. с помощью Фурье-анализа (а) и окна Флеминга (б). Спектральная плотность S выражена в сотых долях угловой секунды

Согласно данным работы (Стейси, 1972) такой регулярной составляющей распределения числа траекторий нутации по их радиусам соответствует вполне определенное изменение количества момента инерции Земли $\Delta I = (C - A) / \Delta R_{\omega}$ и, следовательно, энергии ее вращения $\Delta W = 1/2 \Delta(I\Omega^2) = 1/2 \Omega^2 \Delta I \approx 10^{20}$ Дж. Значение ΔW по порядку величины близко тектонической (сеймотектонической) энергии $E_{ST} = \eta E_S$, где, как известно, $\eta \approx 10^{-(6 \pm 2)}$ – сейсмический коэффициент полезного действия (seismic efficiency); $E_S \approx 10^{16 \pm 18}$ Дж – сейсмическая энергия, сбрасываемая в очагах сильнейших ($M \approx 8$) землетрясений.

Представляется, что совпадение значений таких величин энергий не является случайным. Близость значения ΔW , определяющего величину энергии «перехода» полюса с одной «регулярной» траектории на другую, значению $E_{ST} = \eta E_S$, соответствующему энергии, выделяемой при сильнейших землетрясениях, указывает на то, что в рамках развиваемой нами ротационной модели сильнейшие землетрясения могут рассматриваться как определенные «кванты» энергии, соответствующие «регулярным» изменениям режима вращения планеты, E_S – сейсмическая энергия, сбрасываемая в очагах сильнейших ($M \approx 8$) землетрясений.

Нам представляется, что совпадение значений таких величин энергий не является случайным. Близость значения ΔW , определяющего величину энергии «перехода» полюса с одной «регулярной» траектории на другую, значению $E_{ST} = \eta E_S$, соответствующему энергии, выделяемой при сильнейших землетрясениях, указывает на то, что в рамках развиваемой нами ротационной модели сильнейшие землетрясения могут рассматриваться как определенные «кванты» энергии, соответствующие «регулярным» изменениям режима вращения планеты.

Таким образом, показано, что прецессия полюса планеты может происходить вследствие моментной природы сеймотектонического процесса в сейсмических поясах. С точки зрения механики, очевидно, возможен и обратный процесс, а именно перекачка энергии свободных колебаний планеты в сеймотектоническое движение. Такие движения имеют «квантовый» характер, что позволяет провести определенную аналогию между собственным макроскопическим моментом блока земной коры и спином элементарной частицы.

Волновой характер вулканического процесса

Связь вулканизма и сейсмичности. Тесная взаимосвязь вулканизма и плитовой тектоники (Горшков, 1967), вихревая природа вулканических структур (Ли Сыгуан, 1958; Мелекесцев, 1979) позволяют предположить, что, как и сейсмический, вулканический процесс окраины Тихого океана имеет волновую природу.

Поиску взаимосвязи между сейсмичностью и вулканизмом в пределах окраины Тихого океана и анализу такой взаимосвязи посвящено достаточно большое количество работ (Абдурахманов, Федорченко, 1976; Влодавец, 1939; Горячев, 1962; Токарев, 1959, 1974; Широков, 1977, 1978; Эрлих, 1973; Berg, Sutton, 1974; Carr, Stoiber, 1974;). Краткий обзор этих работ представлен в работах (Абдурахманов, Федорченко, 1976; Широков, 1978). В этих же работах приведена более обширная библиография по состоянию на конец 70-х гг. Из более поздних работ следует выделить работы (Gresta, Marzocchi, Mulargia, 1994).

Согласно работам (Абдурахманов, Федорченко, 1976; Широков, 1978) взаимосвязь между сейсмичностью и извержениями вулканов, вне всякого сомнения, существует. В одной из первых работ, посвященных установлению и обоснованию такой взаимосвязи на примере Курило-Камчатской дуги, прямо говорится: имеющиеся данные наводят «... на мысль о том, что геоструктурная дуга возникла в результате какого-то единого тектонического процесса, охватившего дугу в целом» (Токарев, 1959).

Однако, как считают некоторые из исследователей (Горячев, 1962; Эрлих, 1973), прямых данных, которые бы «одновременно» указывали на существование взаимосвязи между сейсмичностью сейсмофокальной зоны и извержениями вулканов «огненного кольца», не существует. Тем не менее для различных регионов окраины Тихого океана наличие такой взаимосвязи установлено: для Курило-Камчатских и Центрально-Американских землетрясений с промежуточной глубиной очага (Токарев, 1959, 1974; Широков, 1978; Carr, Stoiber, 1974), для сильных и сильнейших землетрясений с нормальной глубиной очага в пределах Центральной Америки, Чили, Камчатки и северных Антильских островов (Berg, Sutton, 1974). Для острова Сицилия наличие такой взаимосвязи показывается в работе (Gresta, Marzocchi, Mulargia, 1994).

Приведенные данные показывают, что сейсмичность сейсмофокальной зоны и извержения вулканов «огненного кольца» в пределах окраины Тихого океана взаимосвязаны. Более того, можно сделать вывод о том, что такая взаимосвязь имеет не локальный, а региональный характер в том смысле, что взаимосвязаны не конкретные землетрясения и извержения вулканов, а их совокупности, рассматриваемые в пределах региона.

Миграция извержений вулканов. Составленная авторами работы (Викулин, Водинчар, Мелекесцев и др., 2007) база включает $n = 6226$ извержений $N = 562$ вулканов планеты за последние 12 тыс. лет (9850 г. до н. э. – 2005 г.).

В пределах окраины Тихого океана, являющегося наиболее активным районом земного шара, за последние 12 тыс. лет извергалось 364 (61%) вулкана 5353 (86%) раз. Из них 81 вулкан извергался 155 раз с $W \geq 5$ (86%) и 41 вулкан извергался 55 раз с $W \geq 6$ (95%).

Для исследования миграции вулканической активности нами были выбраны наиболее сильные извержения с $W \geq 6$ ($\geq 10^{10}$ м³), произошедшие в пределах последнего, достаточно однородного по активности временного интервала 250 г. до н. э. – 2005 г., в пределах которого отмечено $n = 25$ извержений $N = 22$ вулканов. Для выявления пространственно-временных закономерностей распределения вулканической активности описанным выше для землетрясений способом определялись расстояния вдоль линии, общая протяженность которой составила 45 400 км.

Извержения с $W \geq 6$ ($N = 19$, $n = 21$) в период с 250 г. до н. э. – 1932 г. на плоскости с осями $L - t$ имеют тенденцию группироваться в пределах узких областей-цепочек (рис. 22). Выделенные цепочки имеют примерно одинаковые наклоны, отделены друг от друга протяженными «пустыми» коридорами и следуют друг за другом через близкие по длительности интервалы времени. Определенные методом наименьших квадратов параметры аппроксимированных отрезками прямых линий цепочек извержений приведены в табл. 3. Значения наклонов цепочек – скоростей миграции V и интервалов времен между ними ΔT – являются близкими. Разброс не превышает 30%. Эти данные позволяют предположить, что распределение извержений с $W \geq 6$ в 250 г. до н. э. – 1932 г. в пространстве и времени соответствует гипотезе миграции со скоростью $V = 100 \pm 40$ км/год вдоль окраины Тихого океана.

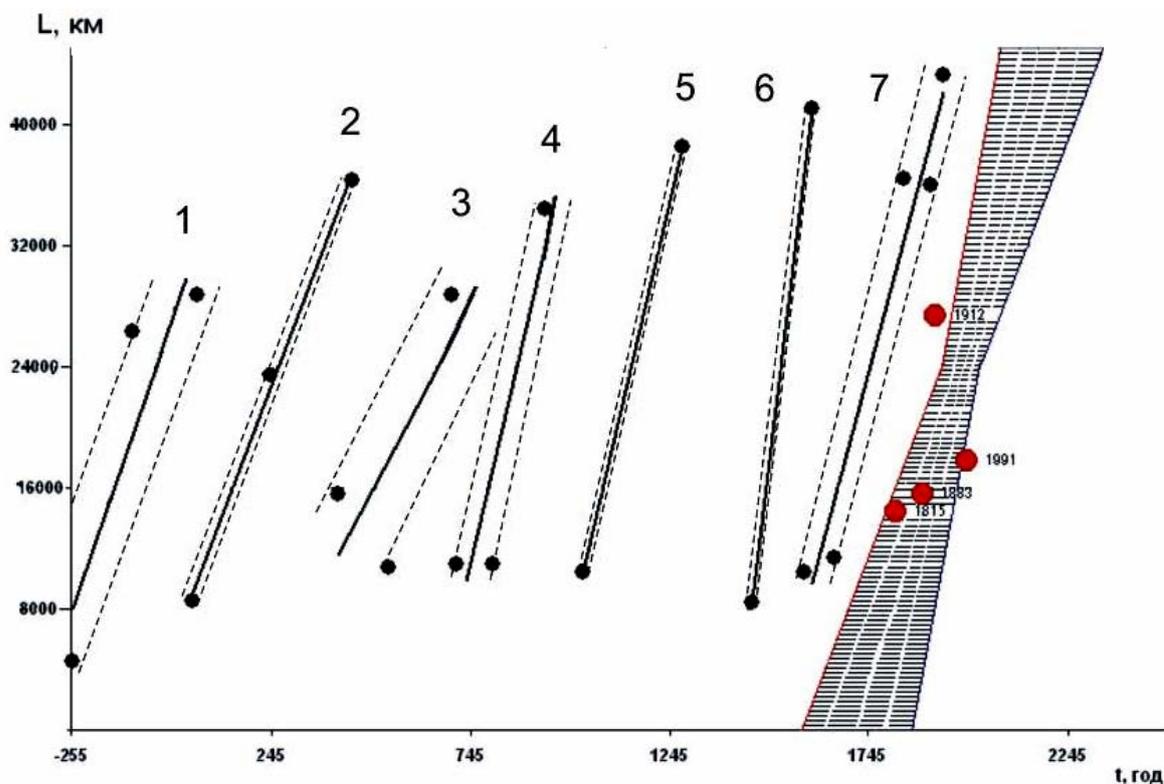


Рис. 22. Расположение извержений ($n = 22$) с $W \geq 6$ тихоокеанских вулканов ($N = 25$), произошедших в период 250 г. до н. э. – 1991 гг.: 1 – 7 = p – номера линий и величины среднеквадратических отклонений, параметры которых определены методом наименьших квадратов. Штриховкой обозначена «прогнозная» область (Викулин, Водинчар, Мелекесцев и др., 2007)

Параметры прямолинейных цепочек миграции извержений тихоокеанских вулканов с $W \geq 6$

p	k	V , км/год	ΔT , год	T , год
1	3	77	308	310
2	3	69	401	400
3	3	49	193	284
4	3	112	291	220
5	2	112	371	250
6	2	220	224	148
7	5	97		352
		105 ± 37	298 ± 62	

Примечание. Символ p – порядковый номер цепочки (рис. 22); k – количество извержений в цепочке; V – «наклон» цепочки (значение скорости миграции извержений); ΔT – интервал времени между миграционными цепочками; T – продолжительность одной миграционной цепочки.

Для проверки этой гипотезы миграции были рассчитаны параметры «прогнозной» области, которая после последней ($p = 7$) цепочки должна включать в себя все последующие извержения тихоокеанских вулканов с $W \geq 6$. Как видно из рис. 22, из четырех последних таких извержений 1815 – 1991 гг. три попадают в пределы «прогнозной области», что позволяет с вероятностью 0,7 – 0,8 принять нашу гипотезу о миграции вулканических извержений с $W \geq 6$ вдоль окраины Тихого океана в направлении от Новой Зеландии к Южной Америке.

Таким образом, показано, что сильные ($W \geq 6$) извержения вулканов имеют тенденцию мигрировать. Скорости миграции наиболее сильных землетрясений и извержений по порядку величины оказались соизмеримыми. Это подтверждает ранее высказанную идею (Викулин, 2003) о том, что сейсмичность и вулканизм, рассматриваемые как процессы планетарного масштаба, взаимосвязаны. Полученные данные позволяют предположить, что волны миграции сейсмической и вулканической активности являются, по сути, проявлениями в различных геофизических полях более общего тектонического волнового планетарного процесса.

Тектоника

Протяженность плиты и скорость ее движения. Имеющиеся в нашем распоряжении данные ($N = 61$) за последние 150–165 млн лет о размерах плит $650 < L$ [км] $< 18\,000$ и скоростях движения их границ $5 < V$ [мм/год] < 112 представлены на рис. 1, а. Видно, что по всей совокупности данных статистически значимая зависимость $L(V)$ не выявляется.

Анализ представленных на рис. 23, б ($N = 29$) данных о скоростях рифтинга и спрединга (РС-данные) позволяет выявить следующую статистически значимую зависимость:

$$Lg L_1 \text{ [км]} (\pm 0,33) = (0,43 \pm 0,15)Lg V_1 \text{ [мм/год]} + (3,17 \pm 0,26). \quad (64)$$

В работах (Вихри..., 2004; Тверитинова, Викулин, 2005) по номерам магнитных аномалий удалось выявить совокупность РС-данных ($N = 21$), характеризующих движения плит в течение малых интервалов времени продолжительностью 20 (5 – 30) млн лет. Для этой совокупности данных определена следующая статистически значимая зависимость:

$$Lg L_2 \text{ [км]} (\pm 0,3) = (0,7 \pm 0,3)Lg V_2 \text{ [мм/год]} + (2,9 \pm 0,5). \quad (65)$$

Определение зависимостей $Lg L(Lg V)$ в соотношениях (64) и (65) проводилось методом наименьших квадратов.

Полученные нами зависимости не противоречат уже имеющимся зависимостям. Например, корреляционная зависимость $LgL \approx LgV$, близкая соотношению (65), была получена в работе (Новая..., 1974) для процессов как спрединга, так и субдукции.

Проведенный анализ данных о протяженностях РС-зон и скоростях движения их границ позволяет предположить существование двух механизмов с характерными временами около 150 (144–165) млн лет для соотношения (64) и примерно 20 (5–33) млн лет для соотношения (65).

Отметим, что форма («вытянутость»), минимаксные значения «субдукционной» (С) (рис. 23, в) и «рифтинг-спрединговой» (рис. 23, б) областей расположения исходных точек являются близкими. Отличаются эти области разными плотностями точек: РС-данные распределены по всей области достаточно равномерно, в то время как С-данные с большей плотностью сосредоточены в области предельно больших значений протяженностей зон. Представляется, что участки зон субдукции малой протяженности (1000–2000 км и менее) исследованы недостаточно полно, в результате чего для них имеет место искусственный «дефицит» данных. Другими словами, проведенный в настоящей работе анализ и данные, полученные другими исследователями показывают, на наш взгляд, что выявленные в работе два механизма являются характерными для тектонического процесса вообще, включая и процесс субдукции.

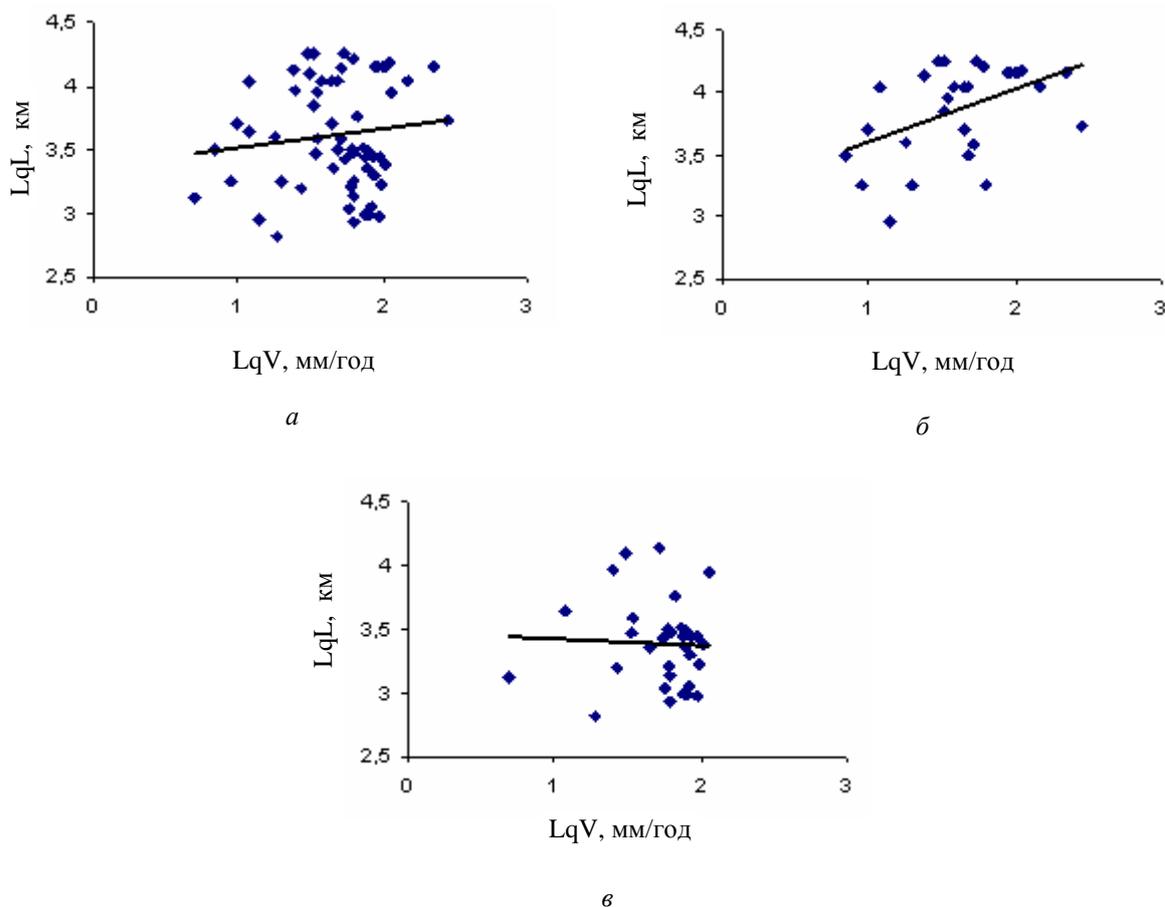


Рис. 23. Данные, характеризующие зависимость $LgL(LgV)$ между протяженностями плит L и скоростями их движения V по работе (Тверитинова, Викулин, 2005): а – скорости субдукции, рифтинга и спрединга ($N = 61$); б – скорость рифтинга и спрединга ($N = 29$); в – скорости субдукции ($N = 32$)

Энергия тектонического движения. Энергия тектонического движения, очевидно, определяется размерами (массами) L плит и скоростями V их движения. Из самых

общих соображений следует, что существование зависимости $L(V)$ является принципиальным моментом, по сути, определяющим *физику механизма перемещения тектонических плит* вдоль поверхности Земли. Действительно, в случае существования зависимости между такими (вообще говоря, векторными) величинами, однозначно определяющими величины энергий движущихся плит, появляются все основания для предположения о моментной природе тектонического процесса, протекающего на вращающейся планете.

В такой плоскости вопрос об энергии тектонического процесса ранее не ставился. Однако в неявном виде анализ особенностей проявления тектонической энергии проводился. Действительно, в настоящий момент вопрос о существовании зависимости $L(V)$ является проблематичным: имеются аргументы как против (Кукал, 1987), так и за (Ле Пишон, 1974; Морган, 1974).

Для определения тектонической энергии движущейся плиты будем полагать, что ее кинетическая энергия $E = \frac{1}{2} mV^2$, где $m \approx \rho L^\alpha$ – масса плиты, ρ – ее объемная ($\alpha = 3$), площадная ($\alpha = 2$) или линейная ($\alpha = 1$) плотность. Тогда, дифференцируя выражение для энергии, заменяя в полученном дифференциальном уравнении величину dL величиной dV , определяемой из соотношений $LgV \approx \beta LgV$, и интегрируя полученное соотношение, получим выражение для величины энергии плиты, движущейся со скоростью V и имеющей протяженность L :

$$E / E_0 = (V / V_0)^{(2+\alpha\beta)},$$

или

$$E \approx V^{(2+\alpha\beta)}, \quad (66)$$

где $\beta \approx 0,45 \pm 0,13$ – для механизма, описываемого соотношением (64); $\beta \approx 0,7 \pm 0,3$ – для механизма, описываемого соотношением (65); $E_0 = \frac{1}{2} \rho L_0^\alpha V_0^2$, L_0 , V_0 – соответственно энергия, протяженность плиты и скорость движения ее границы в момент начала процесса.

Из соотношений (64) – (66) видно, что зависимости для энергий плит от величин их скоростей движения для каждого из механизмов существенно различаются. Действительно, в «предельных» случаях для механизма, описываемого соотношением (65), когда $\beta_{\max} \approx 1$ при $\alpha_{\max} \approx 2,5$ ($2 < \alpha < 3$, что при малых временах соответствует зарождению плиты), и для механизма, описываемого соотношением (64), когда $\beta_{\min} \approx 0,3$ при $\alpha_{\min} \approx 1$ (например, при больших временах размер плиты увеличивается практически в одном направлении), соответственно получаем:

$$E_1 \approx V_1^2, \quad (67)$$

$$E_2 \approx V_2^5. \quad (68)$$

Сейсмичность, вулканизм и тектоника. Полученные нами «плитовые тектонические» соотношения (64)–(65) и (68)–(67) качественно близки соответствующим волновым солитонным и экситонным решениям ротационной сейсмической задачи (58). Как видим, сейсмический, вулканический и тектонический процессы имеют своеобразные корпускулярно-волновые свойства и могут быть описаны в рамках единой волновой ротационно-упругой модели (Викулин, 2003; Вихри..., 2004; Тверитинова, Викулин, 2005). Такие свойства позволяют рассматривать сейсмофокальные блоки, вулканические центры и тектонические плиты планеты в целом как *взаимосвязанные структуры*. Генезис таких структур определяется особенностями их взаимодействия. Свойства такого взаимодействия определяются ротационно-упругими сеймотектоническими с собственными макро-

скопическими моментами солитонами и экситонами, которые в совокупности представляют собой самосогласованное тектоническое волновое поле планеты – «самоорганизацию ... с ненулевыми дивергенциями и вихрями» (Лукьянов, 1999). Новая глобальная тектоника в рамках таких представлений является, по сути, «корпускулярной» (плитовой), не учитывающей *вращение планеты* и связанную с таким вращением волновую динамику.

Геология и механика

Вихревые структуры. Развитие представлений о вихревых движениях подробно рассмотрено в гл. 1, 2. Теперь кратко остановимся на развитии представлений о вихревых движениях в геологии и геофизике.

Проблема вихревых структур в геологических процессах была впервые обозначена китайским ученым Ли Сыгуаном в 20-х гг. прошлого века (Lee, 1928) и через 30 лет сформулирована им в качестве научной гипотезы в книге (Ли Сыгуан, 1958), в которой на большом фактическом материале обосновывается существование структур, являющихся, по мнению автора, результатом сдвигов, возникающих при вращении отдельных масс земной коры и, видимо, по этой причине названных вихревыми. В последние годы появилось большое количество данных о существовании структур поворотного, крутильного, вихревого типов в геологической среде как Земли (Ван Беммелен, 1991; Кац, Козлов, Полетаев и др., 1989; Кулаков, 1986; Мелекесцев, 1979, 2004а, 2004б; Мясников, 1999; Система..., 2003; Слензак, 1972; Тектоника..., 2002; Mandeville, 2000), так и других планет и их спутников (Мелекесцев, 2004б; Maps..., 1989; Morelli, 1987; Whitney, 1979).

Примеры вихревых структур в районах островов Пасха и Хуан-Фернандос, проявляющиеся в разных геофизических полях, приведены в гл. 2 (рис. 4–7). Вихревая Соловьевская морфоструктура центрального типа (район Приамурья), выраженная на поверхности фрагментами разрывных нарушений, приведена на рис. 24 (Мясников, 1999). Вихревая структура северной полярной ледяной «шапки» Марса приведена на рис. 25.

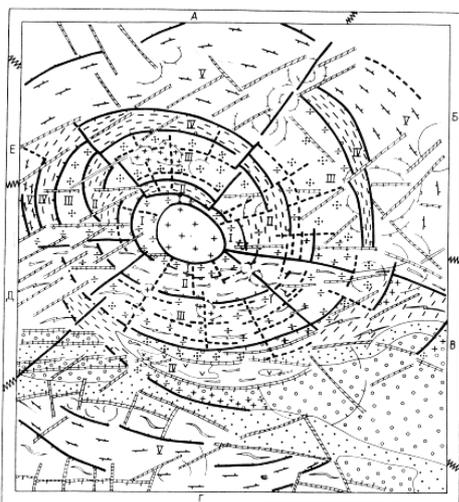


Рис. 24. Схема строения Соловьевской вихревой морфоструктуры центрального типа (Мясников, 1999)

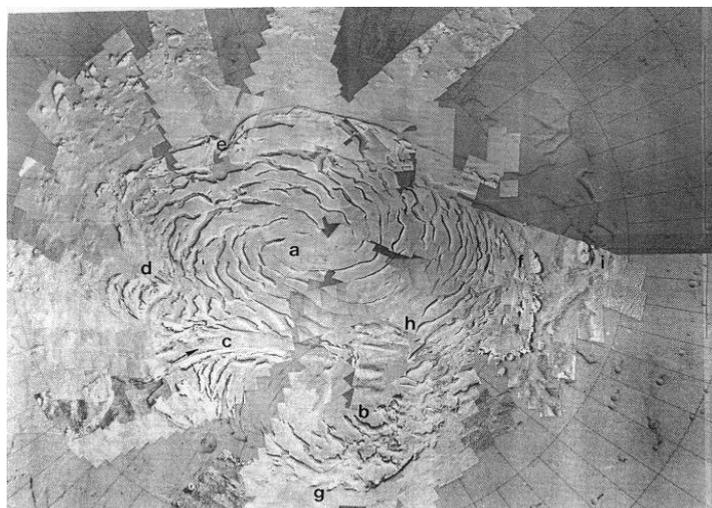


Рис. 25. Выраженные в рельефе следы планетарных вихревых структур в Северном полушарии Марса (Whitney, 1979)

Проблема выделения и анализа вихревых структур на границе Тихоокеанского и Индо-Азиатского блоков литосферы или внутри этих блоков неоднократно обсуждалась в геологической литературе (Викулин, Тверитинова, 2007; Вихри..., 2004; Дмитриевский, Володин, Шипов, 1993; Ли Сыгуан, 1958; Мелекесцев 1979, 2004а, 2004б; Ротационные..., 2007; Слензак, 1972). На рис. 26 (Дмитриевский, Володин, Шипов, 1993) показана возможная картина проявления глубинных вихревых движений, получившая свое

отражение в особенностях морфологии рассматриваемой переходной зоны. С использованием литературных материалов была составлена схема распространения ксенолитосодержащих объектов (рис. 27), которая позволяет конкретизировать каждый конкретный вихрь в общей вихревой картине рассматриваемой окраины (Колосков, Аносов, 2006).

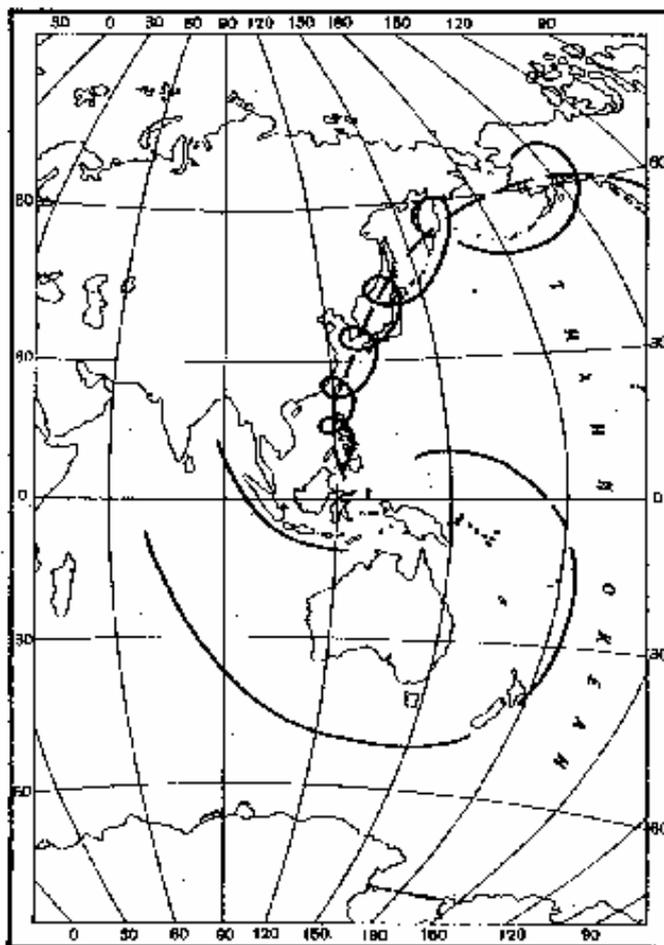


Рис. 26. Глобальная вихревая система Индо-Тихоокеанского региона Земли: «Геометрия рукавов данной тектонической структуры установлена нами по морфоструктурным признакам: спиральная форма северного рукава вихря выражена в конфигурации островной дуги континентальной окраины, а спираль южного рукава определяется геометрией срединно-океанического хребта и линией о-вов Новой Зеландии – Тонга. Данная вихревая система удовлетворительно выражена в глобальной структуре гравитационного поля Земли (модель GEM-9) и в рисунке горизонтальных течений в верхней мантии по данным сейсмической томографии. Интересно, что в центре вихревой системы расположено крупнейшее вздутие геоида согласно годдаровской (НАСА) модели Земли GEM-9, построенной по спутниковым данным» (Дмитриевский, Володин, Шипов, 1993)

В соответствии с данными работ (Дмитриевский, Володин, Шипов, 1993; Шипов, 2002; Колосков, Аносов, 2006; Мелекесцев, 1979, 2004а, 2004б; Слензак, 1972) вихревые структуры и геолого-геофизические процессы, их объясняющие, должны, по сути, являться краеугольными камнями современной геодинамики.

Проблема происхождения вихревых систем литосферы подробно освещается в работе (Слензак, 1972). В этой же работе, в частности, отмечается, что «сходство вихревых образований атмосферы, гидросферы и литосферы не случайно, и в факте вращения Земли проблема генезиса вихревых образований имеет прочную основу для своего решения» (Слензак, 1972, с. 76). Следует отметить работы (Викулин, Тверитинова, 2004; Полетаев, 2006), в которых приводится обзор современного состояния проблемы с описанием большого количества геологических структур вихревого типа.

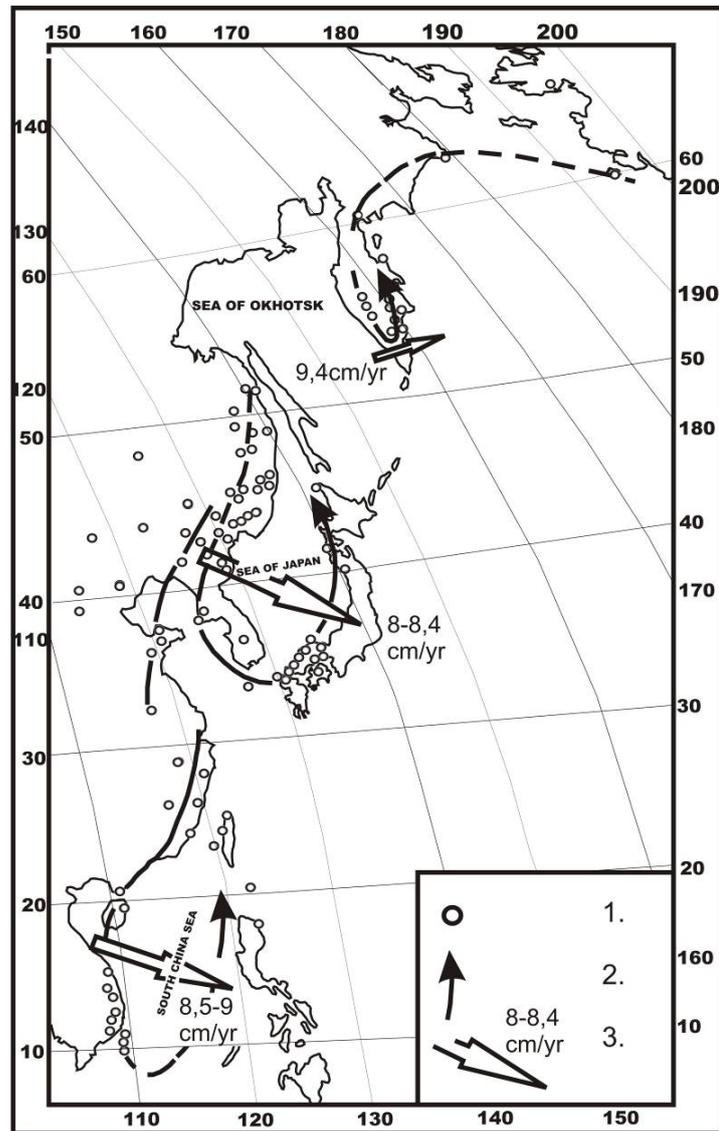


Рис. 27. Вулканические объекты позднекайнозойского возраста с включениями ультраосновного состава в пределах Восточно-Азиатской окраины и контуры вихревых тектономагматических структур:
 1 – объекты, несущие ультраосновные включения (вулканические постройки, лавовые поля);
 2 – условные контуры вихревых структур; 3 – направления и скорости перемещения вулканического фронта в ходе развития вихревой структуры (Колосков, Аносов, 2006)

Анализ полей деформаций на геологических и тектонических картах показывает, что образование таких вихревых структур в земной коре и их генезис являются прямым следствием геодинамических процессов. Совокупность данных о расположении планетарных структур сжатия и растяжения (Роль..., 1997); о поле напряжений по механизмам очагов землетрясений Евразии, определенном как мегарегиональное (Гущенко, 1979); о геодезических (Рикитаке, 1970; Сато, 1984; Hashimoto, 1988) и светодальномерных (Давыдов, Долгих, Запольский и др., 1988) инструментальных измерениях, проведенных на больших базах; о движениях блоков Тихоокеанской сейсмофокальной зоны (Геологическая..., 1989; Daly, 1989; Geist, Childs, Schooll, 1988; Nur, Ron, Scotti, 1986), тектонических плит (Берсенев, 1964; Викулин, 1994; Жарков, 1983; Мелекесцев, 1979; Forsyth, Uyeda, 1975; Takeuchi, 1985), платформ (Полетаев, 2006) и других более «мелких» геологических образований (Ван Беммелен, 1991; Полетаев, 2006), которые, в свою очередь, «пронизаны» перекрывающимися вихревыми планетарными структурами литосферы (Слезняк, 1972), прямо указывают на вращательный, крутильный и вихревой характер движения геологических структур планеты (Викулин, 2003; Вихри..., 2004; Маслов, 1996; Слензак, 1972).

Анализ большого количества тектонических данных показывает следующее: «если представить себе тектоническое течение в виде векторного поля скоростей (или перемещений) частиц тектоносферы, то самоорганизация приводит это поле к единому, сплошному, непротиворечивому структурному рисунку», в котором «находят свое место не только неоднородные деформации, но и *зоны с ненулевыми дивергенциями и вихрями*» (Лукиянов, 1999). При этом прошло уже почти полвека, как А.В. Пейве отметил, что «каждый блок земной коры обладает как бы *самостоятельной «движущей силой», заключенной в нем самом*» (Лукиянов, 1999) (в обеих цитатах курсив наш. – Авт.). В работе (Слензак, 1972, с. 37, 38) делается «важный вывод о *самостоятельности крупной вихревой системы* как типа тектонической структуры литосферы, который не может быть создан внешними источниками движения в виде дрейфующих материков или смещений по планетарным разломам». Далее «перекрытие вихревых систем способствует образованию систем меньшего размера, соединяя в новые вихри отрезки больших дуг крупных систем» (Слензак, 1972, с. 43). При этом «непосредственное изучение пород свидетельствует о формировании вещества», слагающего вихревые системы, «в твердом состоянии на месте и за счет вещества верхней мантии» (Слензак, 1972, с. 98).

Проведенный в работе (Вихри..., 2004) анализ движений, наблюдаемых в природе во всем пространственно-временном масштабе от элементарных частиц (имеющих спин) до галактик и их скоплений, подтверждает саму суть «геотектонических» наблюдений и обобщений А.В. Пейве, А.В. Лукьянова (Лукиянов, 1999) и О.И. Слензака (Слензак, 1972). Такие наблюдения и обобщения в свете анализа (Вихри..., 2004) и представлений Декарта, Канта – Лапласа, Кельвина и Гамова фактически предписывают структурным элементам геологической среды как части материи на разных пространственно-временных масштабах, вращающейся независимо от физического состояния слагающего ее вещества, иметь собственный момент количества движения. На основании этих данных поворотные, закрученные спиралеобразные (Ли Сыгуан, 1958)) вихревые структуры, их формирование и развитие в пространстве и времени, взаимосвязь друг с другом («самоорганизация»), по мнению авторов, основанному на данных Ли Сыгуана (Ли Сыгуан, 1958; Lee, 1928), А.В. Пейве и А.В. Лукьянова (Лукиянов, 1999), О.И. Слензака (Слензак, 1972), А.Н. Дмитриевского с соавторами (Дмитриевский, Володин, Шипов, 1993), А.И. Полетаева (Полетаев, 2006), сборников (Вихри..., 2004; Ротационные..., 2007; Система..., 2003; Тектоника..., 2002) и других, являются следствием «собственных» вращательных движений блоков, плит и их образований, слагающих геологическую среду.

Наличие вихревых структур в литосферах Земли, других планет и их спутников естественным образом продолжает и «замыкает» цепочку такого рода движений вещества при разных физических состояниях.

Следует отметить следующее. Согласно данным работы (Викулин, 2003) в понятие «собственное вращательное движение» мы вкладываем смысл, близкий по сути спину, который имеет любая достаточно малая частица вещества (элементарная частица, атом, молекула) в течение всей своей «жизни». Данные физического плана, подтверждающие такую гипотезу, содержатся в работах (Дмитриевский, Володин, Шипов, 1993; Потапов, Фоминский, Потапов, 2000; Шипов, 2002). Поэтому «самостоятельную движущую силу, заключенную в самом» блоке (Лукиянов, 1999) и «самостоятельность вихревой системы» (Слензак, 1972) мы также связываем с «собственным вращательным моментом». Очевидно, что используемое нами понятие «собственного вращательного движения» в принципе отличается от Эйлера вращения, соответствующего поступательному перемещению вдоль сферической поверхности.

Фигура равновесия вращающихся тел. Вихревая задача Дирихле. обстоятельные обзоры проблемы содержатся в классических работах (Буллен, 1978; Ламб, 2003). Условно можно выделить следующие этапы, характеризующие состояние теории фигур равновесия вращающейся гравитирующей жидкости (Ротационные..., 2007, с. 15–37).

1. *Начальный ньютоновский этап* можно связать с появлением первых фактов. В 1672 г. Рише обнаружил, что часы, верно отсчитывающие секунды в Париже (49° с. ш.), отстают приблизительно на 2,5 мин в сутки в Кайенне (5° с. ш.), где он вынужден был укоротить маятник более чем на линию (1/12 французского дюйма). Аналогичное отставание часов позднее было замечено Вареном и Де Хэем в Горэ (15° с. ш.) и в других местах. Один из членов Парижской академии предположил, что на экваторе тело весит меньше, чем на полюсах. В 1690 г. Гюйгенс заметил, что линия отвеса направлена нормально к поверхности вращающейся самогравитирующей жидкости. Кроме того, он оценил эллиптичность ε Земли (Буллен, 1978, с. 18).

Все это стимулировало деятельность Ньютона, который, как сообщают, случайно слышал об открытии Рише на заседании Королевского общества в 1682 г. Ньютон понял, что с помощью закона всемирного тяготения можно исследовать не только движение небесных тел, но и саму их форму. Он поставил знаменитую задачу о равновесной форме гравитирующей жидкой массы, имеющей вращение вокруг оси. Эта задача и положила начало теории фигур равновесия. Ньютон первый определил сжатие однородной Земли: $\varepsilon = \frac{5}{4}m = 229^{-1}$, где m – отношение центробежной силы к притяжению на экваторе. Это был несомненный успех в познании Земли и других планет.

Ученые думали и о фигуре равновесия неоднородной Земли. Не все моменты этой проблемы во времена Ньютона были ясными и понятными. Например, согласно популярной в то время вихревой теории Декарта (вспомним великое противостояние ньютонианцев и картезианцев) Земля в противоположность полученному Ньютоном результату должна напоминать огурец, стоящий на остром конце (Вихри..., 2004; Тверитинова, Викулин, 2005).

И только Клеро (1743) верно понял, что все дело в существовании тесной взаимосвязи между сжатием планеты и распределением вещества внутри нее. Ему первому стало ясно, что в рамках альтернативы «сплюснутость однородной фигуры (Ньютон) – сплюснутость полностью переконденсированной фигуры (Гюйгенс)» имеет место неравенство $\frac{5}{4}m \geq \varepsilon \geq \frac{1}{2}m$.

Ньютоновские «Начала» побудили многих математиков к занятию задачами по фигурам равновесия. Маклорен (1742), последователь Ньютона, решил трудную задачу о притяжении внутри однородного сфероида. Компоненты силы притяжения оказались линейными функциями координат. Это позволило Маклорену красиво обобщить результат Ньютона доказательством, что однородно сжатый сфероид при любой сплюснутости может быть фигурой относительного равновесия вращающейся жидкой гравитирующей массы. В итоге Маклорен не только открывает равновесные жидкие сфероиды, носящие теперь его имя, но и доказывает, что внутри них полная сила тяжести всегда направлена по нормали к поверхности, проходящей через испытываемую точку и подобной границе данной фигуры. Это и есть уровенные поверхности, которые после вышедших в 1743 г. работ Симпсона и Клеро, выражаясь современным языком, являются поверхностями постоянного значения давления и полного потенциала.

2. *Этап Якоби.* Период становления теории фигур равновесия был наполнен решением важных математических задач. Лежандр ввел понятие гравитационного потенциала и разработал общую теорию притяжения однородного трехосного эллипсоида, содержащую, как частный случай, и результаты Маклорена. Лаплас получил знаменитое дифференциальное уравнение второго порядка для потенциала вне гравитирующей массы, а Пуассон – внутри нее. Эйлер сформулировал принципы гидродинамики невязкой жидкости. Лагранж преобразовал всю механику. В результате этого подход к проблеме фигур равновесия, сформулированной Ньютоном, стал более абстрактным, что давало какой-то выигрыш в общности.

Дело касалось самого принципиального момента теории: *обязаны ли фигуры равновесия иметь осевую симметрию или могут существовать и фигуры с нарушением ее?* У самого Ньютона предположение об осевой симметрии было только априорным, однако почти все его последователи считали, что гипотезе об осесимметричности нет альтернативы. Все рассуждали здраво, но, увы, стандартно: поскольку поле центробежных сил, ответственных за появление сплюснутости вращающейся конфигурации, имеет осевую симметрию, то неизбежно такую же симметрию должна иметь и сама фигура.

Новый толчок к развитию теории дал математик Якоби (1834), указавший на возможность существования однородной фигуры равновесия в форме трехосного эллипсоида (эллипсоиды Якоби). В 1884 г. Ляпунов и годом позднее Пуанкаре открывают независимо друг от друга целый класс новых фигур равновесия, отдаленно напоминающих по форме груши, рубчатые дыни, волнистые патиссоны и другие фрукты и овощи. Оказалось, что в окрестности определенных сфероидов Маклорена и эллипсоидов Якоби (их множество бесконечно, хотя и счетное) существуют неэллипсоидальные фигуры относительного равновесия. Строгое доказательство существования неэллипсоидальных форм дано в начале XX в. (Ляпунов, 2000).

Это блестящее достижение Ляпунова – Пуанкаре открыло новую страницу в математической физике и геофизике, сформулировало круг любопытных идей и дало толчок к развитию новых аналитических методов. Отсюда берут начало понятия о линейных сериях фигур равновесия, бифуркациях, нелинейных интегральных уравнениях. Был сделан важный шаг от идеальных поверхностей второго порядка к сложной реальности: действительно, у многих галактик, звезд и планет в их форме замечено присутствие третьих и более высоких гармоник (Пуанкаре, 2000).

3. *Этап Дирихле (Dirichlet, 1860).* Математик Дирихле внес настолько революционный вклад в основы теории фигур равновесия, что раздвинул сами границы этой дисциплины. Поставленная Дирихле проблема такова. *Дана однородная несжимаемая масса гравитирующей жидкости. Допускают ли законы гидродинамики такое движение этой массы, чтобы ее форма в любой момент оставалась эллипсоидальной, а поле скоростей жидкости – линейным по координатам?* Дирихле поставил задачу и получил уравнения движения такого эллипсоида.

Если до Дирихле говорили исключительно о фигурах относительного равновесия, то теперь вопрос поставлен значительно шире: существуют ли однородные эллипсоиды с внутренними течениями? Фигуры же относительного равновесия – всего лишь частный случай стационарных фигур в проблеме Дирихле. Ключевым в этой проблеме является условие линейности внутреннего поля скоростей в эллипсоидах – только оно делает решаемой трудную динамическую задачу учета сил Кориолиса. В итоге поля сил гравитации и Кориолиса, и центробежной силы в эллипсоиде оказываются линейными. Суперпозиция этих силовых полей, без которой проблема Дирихле вообще не имела бы смысла, и порождает обширное семейство возможных конфигураций, в том числе и вихревые течения.

Дедекиннд отметил *особую симметрию, присущую уравнениям движения эллипсоида Дирихле*. Это свойство уравнений говорило о том, что возможно и такое движение эллипсоида, конгруэнтное исходному, которое имеет и другое поле скоростей и вращается уже с другой угловой скоростью. Другими словами, такое свойство симметрии уравнений движения *указывает на возможность существования во вращающихся средах вихревых течений*.

Самый значительный вклад в разработку идеи Дирихле внес великий математик Риман. Он впервые рассмотрел стационарные фигуры равновесия и открыл класс двухпараметрических равновесных эллипсоидов, у которых вектор угловой скорости Ω и вектор вихря внутренних течений ζ совпадают с одной из главных осей симметрии фигуры (S -эллипсоиды Римана). Класс S -эллипсоидов состоит из однопараметрических последовательностей фигур с определенным отношением $f = \zeta/\Omega$ (являющимся, как впоследствии будет показано Чандрасекхаром, своеобразным условием «квантования» получаемых решений).

Еще более удивительными являются эллипсоиды Римана (1948) с наклонным вращением (например, Земля). У таких фигур ось вращения и вектор вихря в общем случае не совпадают с главными осями эллипсоида, что значительно расширяет спектр возможных решений.

По сути, задача Дирихле явилась дальнейшим, на более высоком уровне, развитием идеи Декарта (1644) «о вихревых движениях как основных движениях Материи, как системы Мира» (Тверитинова, Викулин, 2005). Первый этап развития проблемы Дирихле прошел под знаком «бури и натиска»: ни Дедекин, ни Риман, так много сделавший в различных областях математики и механики, к этой теме после получения ими первых результатов так и не возвращались. Наступило долгое затишье.

4. *Современный этап.* Интерес к проблеме Дирихле был возрожден через 100 лет работами по динамике звезд, выполненными С. Чандрасекхаром и его сотрудниками в 60-х гг. прошлого века. За эти работы С. Чандрасекхар (совместно с У.А. Фаулером) был удостоен в 1983 г. Нобелевской премии. Важные результаты в областях астрономии, космогонии и геофизики, связанные с изучением строения и свойств звезд, звездных систем, галактик, газопылевых облаков и твердого внутреннего ядра Земли, движущегося в вязкой мантийной оболочке, в рамках проблемы Дирихле были также получены Б.П. Кондратьевым и его сотрудниками, а также другими коллективами исследователей. Эти работы убедительно доказывают существование во вращающихся *реальных* (не идеальных!) системах внутренних движений, имеющих *вихревую* природу. Важным результатом такого рассмотрения, имеющим принципиальное значение, является возможность получения новых данных о физических свойствах сред, таких как вязкость, сжимаемость, напряженность магнитного поля и др.

Полученные данные позволили модифицировать *классическую* задачу Дирихле идеальной жидкости и тем самым применить ее к движению *реальных* сред (Кондратьев, 2003). Представляется, что вихревые решения модифицированной проблемы Дирихле будут в большей степени соответствовать движениям, наблюдаемым в реальных средах, включая и геофизическую среду, которая, как известно (Вихри..., 2004; Ли Сыгуан, 1958; Поплавский, Соловьев, 2000), содержит большое количество разномасштабных вихревых геологических структур и вихревых геофизических движений.

О новой парадигме в геологии. В рамках ротационно-упругой модели тектонические «климат» и «погода» Земли, т. е. формирование и генезис зон сжатия и растяжения и разделяющих их узлов сдвига, определяются не столько самим движением блоков и плит, сколько их *взаимодействием* – ротационно-упругими волнами. Аргументом в пользу моментной природы тектонического процесса, протекающего на Земле, является установленная корреляция между «средним полярным расстоянием плит» и скоростями субдукции и спрединга (Викулин, 2003; Пушаровский, 2005; Спорные..., 2002).

С помощью таких представлений объясняется геодинамика тектонических перестроек, связанная с направленными изменениями в расположении тектонических областей на поверхности Земли (Вихри..., 2004): во-первых, геометрической выдержанностью процесса смены простираний структур на одну и ту же величину (примерно 90°); во-вторых, тектонической цикличностью, выражающейся ритмично повторяющимся увеличением скорости вращения структурных планов; в-третьих, корреляцией вращения структурных планов с тенденцией вращения палеомеридианов (Тверитинова, Викулин, 2005).

Рассмотрение строения границ литосферных плит как зон сдвиговых деформаций в свете ротационно-упругой тектонической концепции привело к формулировке гипотезы о правозакрученном полярном планетарном вихре, объясняющем левостороннее закручивание большинства литосферных плит (Вихри..., 2004; Тверитинова, Викулин, 2005). «Следы» такого вихря проявляются, во-первых, в чередовании радиальных субмеридиональных орографически выраженных современных структур сжатия (горно-складчатых систем) и растяжения (рифтовых зон); во-вторых, в сочетании с ними незамкнутых кольцевых субширотных структур левого сдвига: зоны Тетического левостороннего

кручения, а также подобные ей Циркумарктическая и Циркумантарктическая зоны (Кэрри, 1991). Те и другие представляют собой своеобразные рукава гигантского планетарного вихря, существованием которого можно объяснить, почему согласно модели «осесимметричной одноячейковой вынужденной конвекции» (Гончаров, Галицкий, Фролова, 2005) литосферные и подлитосферные массы стягиваются к северному полушарию в виде их неравномерного северо-западного смещения (дрейфа), более быстрого в Северном полушарии относительно Южного.

Таким образом, основные особенности тектонических перестроек и движений литосферных плит хорошо укладываются в построенную нами ротационно-упругую (по сути, «вихревую») модель, что позволяет использовать ее в качестве основы при построении волновых геотектонических концепций. Поворотные движения блоков и плит, также как вихревые, ротационные и другие структуры, являются «собственными» решениями описанной ротационной задачи. Это позволяет сформулировать концепцию о собственных моментах блоков и плит в рамках модифицированной задачи Дирихле в виде более общей ротационно-упругой геодинамической модели, применимой в целом к Земле. Интенсивность вихревых (поворотных) движений на планетах, как известно, прямо пропорциональна величинам их угловых скоростей вращения. Поэтому модифицированная ротационно-упругая геодинамическая модель может быть использована для исследования тектонических процессов, протекающих на всех «твердотельных» планетах и их спутниках в Солнечной системе, включая и их взаимодействие, объясняемое моментной природой упругих полей» (Вихри..., 2004).

Примечательно, что в науках о Земле стремительное за последние 10 лет увеличение интереса к проблеме вращательных структур (Вихри..., 2004; Ротационные..., 2007; Тверитинова, Викулин, 2005), или, другими словами, переход от «линейки» к «циркулю», происходит на фоне «неуспехов» новой глобальной тектоники (Пущаровский, 2005; Ротационные..., 2007). Как видим, имеет место очевидный процесс поиска новой тектонической парадигмы, в основу которой могут быть положены представления описанной в работе ротационно-упругой тектонической модели (Викулин, 2003; Викулин, Иванчин, 1998; Тверитинова, Викулин, 2005).

Хорошим примером, иллюстрирующим «неизбежность» перехода к моделям типа модифицированной ротационно-упругой геодинамической, являются поплавковые колебания Земли, для объяснения которых необходимо выходить за рамки класса моделей механически замкнутой Земли.

Поплавковые колебания (Линьков, 1987, с. 144–163). Под поплавковыми колебаниями Земли понимаются ее перемещения на орбите в направлении оси вращения. На возможность существования поплавковых колебаний Земли указывают результаты исследования дрейфа нуля сейсмометров и гравиметров, а также результаты сопоставления приливов Северного и Южного полушарий.

Исследования дрейфа нуля приборов показали постоянство спектрального состава дрейфа во времени, синхронность дрейфа в разных пунктах установки приборов и отсутствии связи дрейфа и его спектра с местными гидрометеорологическими условиями. Такие свойства дрейфа и его спектра позволяют предположить глобальный, планетарный характер причин, вызывающих смещение нуля-пункта приборов.

Вместе с тем значительные амплитуды дрейфа (достигающие 10–15 мм при увеличении на сейсмограмме приблизительно 10^4) не находят пока объяснения, если не предположить существования перемещений всей Земли в целом. Тогда кривую дрейфа нуля можно было бы интерпретировать как запись ускорений при возмущении орбиты Земли. Так как на записи дрейфа нуля не обнаружено суточных волн с заметной амплитудой, то можно предположить, что перемещения происходят в направлениях, близких к направлению оси вращения Земли, т. е. Земля колеблется как поплавок.

Проведенные исследования показали наличие взаимосвязи между дрейфом нуля и индексами солнечной и магнитной активности. При этом ход солнечной активности

опережает ход кривой дрейфа на двое – пять суток, а ход магнитной активности практически синхронен с дрейфом нуля сейсмометра, что объясняется временем подлета к Земле заряженных частиц, излученных Солнцем.

Исследование океанических приливов показало, что наличие асинфазных океанических приливов в Северном и Южном полушариях объясняется лунно-солнечным притяжением и может служить доводом в пользу существования асинфазных вариаций силы тяжести, связанных с поплачковыми колебаниями Земли. Если допустить существование перемещений Земли на орбите, то следует прийти к выводу о связи этого явления с сейсмической активностью. Физический смысл этой связи очевиден: начиная с моментов, близких временам экстремальных значений ускорений (при поплачковых колебаниях), в теле Земли возникают дополнительные напряжения, которые могут оказаться причиной повышения планетарной сейсмической активности. Такая связь действительно была обнаружена при сопоставлении сейсмической активности Земли с кривыми дрейфа нуля сейсмометров и гравиметров.

Если исходить из факта существования осевых колебаний Земли на орбите, то можно с единой точки зрения объяснить возбуждение сравнительно короткопериодических (1–3 месяца) и нерегулярных изменений скорости вращения и движений полюсов Земли. Сравнительно короткопериодические нерегулярные изменения скорости вращения Земли были обнаружены Д.Ю. Белоцерковским еще в 1963 г. Однако до настоящего времени не установлена их природа. Можно пытаться объяснить существование этих нерегулярных изменений на основе колебательных перемещений континентов в меридиональном направлении. Будем исходить из возможности колебательных перемещений континентов по слою пониженных скоростей, который обнаружен под материками на глубине 100 – 200 км.

Физический смысл связи изменения скорости вращения Земли с ее перемещениями на орбите в направлении оси вращения состоит в следующем. При ускоренном движении Земли в северном направлении на континенты будет действовать инерциальная сила, направленная к югу, что вызовет их скольжение по астеносферному каналу вдоль меридиана. При этом среднее расстояние от оси вращения Земли до континентов Северного полушария увеличится, что приведет к увеличению момента инерции. Если бы материки были расположены симметрично на обоих полушариях, то эти два эффекта скомпенсировали бы друг друга. Но так как площадь материков Северного полушария в два раза больше площади Южного полушария, то в целом при таком движении момент инерции Земли увеличивается, следовательно, скорость вращения должна уменьшаться. При ускоренном движении Земли в южном направлении должно происходить увеличение скорости ее вращения.

Таким образом, короткопериодические изменения скорости вращения Земли могут быть объяснены колебательными перемещениями континентов в меридиональном направлении с амплитудой до 1 м.

Как видим, допуская существование поплачковых колебаний Земли, можно в рамках одной модели объяснить ряд важных эффектов, не находящих пока объяснения при существующих подходах к задачам геодинамики. Суть проблемы очевидна: для объяснения причин, вызывающих такие колебания Земли на орбите, необходимо связать механические движения Земли с движениями других тел Солнечной системы. Приведенные в настоящей работе данные позволяют это сделать в полном согласии с имеющимися геодинимическими данными.

Действительно, все земные движения, включая сейсмические, вулканические, тектонические и в целом геодинимические, коррелируют с величиной солнечной активности. По всей видимости, такой вывод является справедливым для всех планет Солнечной системы. Солнечная активность, в свою очередь, определяется орбитальными и вращательными движениями планет вокруг своих осей в основном движениями планет – гигантов Юпитера и Сатурна. Эти данные показывают, что поплачковые колебания Земли, как и такие же колебания других планет, могут являться тем свя-

зующим звеном, которое в рамках модифицированной вихревой ротационно-упругой задачи Дирихле для Солнечной системы отвечает за взаимодействие между геодинамическими планетарными процессами.

Литература

Абдурахманов А.И., Федорченко В.И. О возможном истолковании пространственно-временных связей сейсмических и вулканических явлений в Курило-Камчатской зоне // Вулканизм Курило-Камчатского региона и острова Сахалин: Тр. СахКНИИ ДВНЦ АН СССР. Вып. 48. – Южно-Сахалинск, 1976. – С. 6–16.

Артамонов А.М. Оценка прочностных свойств среды с помощью энергетической модели сейсмического режима // Исслед. по физике землетрясений. – М.: Наука, 1976. – С. 127–132.

Сейсмическая активность на краях очагов сильнейших Курило-Камчатских землетрясений и долгосрочный сейсмический прогноз // Геофизические исслед. при решении геологических задач / Б.В. Баранов, А.В. Викулин, К.А. Кечекезян, Л.И. Лобковский. – Магадан: СВКНИИ ДВО АН СССР, 1989. – С. 24–42.

Бахтиаров В.Ф., Левин В.Е. Светодальномерные измерения из обсерватории Мишенная. Анализ результатов наблюдений // Вулканология и сейсмология. – 1991. – № 3. – С. 85–89.

Берсенева И.И. Осевое вращение Земли как одна из причин геотектогенеза // Строе-ние и развитие земной коры. – М.: Наука, 1964. – С. 194–200.

Быков В.Г. Нелинейные волновые процессы в геологических средах. – Владивос-ток: Дальнаука, 2000. – 190 с.

Быков В.Г. Деформационные волны земли: концепция, наблюдения и модели // Геология и геофизика. – 2005. – Т. 46. – № 11. – С. 1176–1190.

Буллен К.Е. Плотность Земли. – М.: Мир, 1978. – 442 с.

Ван Беммелен Р.И. Теория ундаций // Структурная геология и тектоника плит. Т. 3. Тектоника гравитационного скольжения. Эллипсоид напряжений / Под ред. К. Сейферта. – М.: Мир, 1991. – С. 200–213.

Викулин А.В. О магнитудной классификации алеутских землетрясений // Прогноз сейсмической опасности на Дальнем Востоке. – Южно-Сахалинск: МСССС, 1984. – С. 95.

Викулин А.В. Вариант долгосрочного сейсмического прогноза для Камчатского зали-ва и Кроноцкого полуострова // Вулканология и сейсмология. – 1986. – № 3. – С. 72–83.

Викулин А.В. Особенности распределения землетрясений северо-западной части Тихого океана // Геофизические исслед. при решении геологических задач. – Магадан: СВКНИИ ДВНЦ АН СССР, 1989. – С. 43–57.

Викулин А.В. Феноменологическая волновая модель сейсмического процесса // Докл. АН СССР. – 1990. – Т. 310. – № 4. – С. 621–824.

Викулин А.В. Миграция очагов сильнейших камчатских и северокурильских земле-трясений и их повторяемость // Вулканология и сейсмология. – 1992. – № 1. – С. 46–69.

Викулин А.В. О природе австралийских землетрясений // Вулканология и сейсмоло-гия. – 1994. – № 2. – С. 99–108.

Викулин А.В. Миграция сейсмичности, тектонические волны и собственные колебания планеты. – Петропавловск-Камчатский, 1997. – 20 с. – Препринт КОМСП ГС РАН. – №4.

Викулин А.В. Физика волнового сейсмического процесса. – Петропавловск-Камчатский: КОМСП ГС РАН, 2003. – 150 с.

ГЛАВА 4 ВЕХИ-КАТАСТРОФЫ

Проблемы сейсмичности являются одними из важнейших в науках о Земле – они имеют прямой выход на строение Земли, прогноз катастрофических геофизических явлений, включая землетрясения, извержения вулканов и цунами. Сейсмичность, вулканизм, цунами и другие геофизические явления – самая животрепещущая тема средств массовой информации. Достаточно вспомнить последнее Суматринское землетрясение 24 декабря 2004 г., ставшее своеобразным современным «эталонном» отношения общественности к природным катастрофам.

По-видимому, впервые наиболее выпукло социальный аспект важности взаимосвязи «геофизические явления – общество» на сейсмологическом материале был раскрыт в книге известного японского ученого Т. Рикитакэ «Предсказание землетрясений» (Рикитакэ, 1979). В этой книге автор «увязал» образование государственных институтов Японии геофизического профиля с конкретными сильными землетрясениями. Впоследствии эта тема на мировом, японском, российском и камчатском материалах получила дальнейшее развитие в наших предыдущих книгах «Землетрясение будет завтра» (Викулин, Семенец, Широков, 1989) и «К землетрясению без риска» (Викулин, Дроздюк, Семенец, Широков, 1997), а также в сборнике (Проблемы..., 2000). Сейсмические и другие геофизические катастрофические события последних лет вынуждают нас вновь с использованием нового материала продолжить рассмотрение этой важной темы в более широком аспекте.

Остановимся на наиболее значимых геофизических «мгновениях» нашей планеты. Проследим за оставленными ими следами, которые часто являлись «перепаживающими» всю Землю «бороздами», формирующими лицо планеты и «регулирующими» саму ее жизнь.

Планетарные геофизические «мгновения»

Цепочку «памятных» для планеты катастрофических геофизических событий естественно начать с максимально возможного на нашей планете уровня – планетарного, затрагивающего как всю Землю в целом, так и все проживающее на ней человечество.

Тихоокеанское огненное кольцо. Начало современной (в геологическом смысле) сейсмической, да и, вероятно, геофизической истории планеты можно связать с образованием и последующим быстрым разрушением гигантской по размерам возвышенности Дарвина на поверхности Земли.

Поднятие Дарвина впервые было выделено Г.У. Менардом (Менард, 1996) и, по его данным, представляло собой обширное – длиной до 10 тыс. км и шириной около 4 тыс. км – возвышение в центре Тихого океана. Предполагается, что 100 млн лет назад оно уже возвышалось над окружающим его дном не менее чем на 2–3 км и имело объемом более 20 млн км³. Достаточно быстрое, в геологическом смысле – мгновенное разрушение поднятия Дарвина, согласно гипотезе И.В. Мелекесцева, по-видимому, произошло в конце мела – начале палеоцена 70–60 млн лет назад. Оно сопровождалось гигантскими массовыми базальтовыми излияниями на дне океана, оттоком большого количества магматического вещества под азиатский и американский материков и значительными изменениями уровня (регрессиями) Мирового океана. Преобладавшее на периферии Тихого океана сжатие должно было смениться растяжением, что и способствовало возникновению здесь многочисленных зон разломов, по которым на поверхность Земли стали поступать огромные объемы вулканических продуктов. В результате по всей окраине Тихого океана резко активизировались зоны спрединга – области активного взаимодействия Тихоокеанской океанической плиты и окружающих ее материковых плит.

Все эти процессы в конечном итоге привели к образованию Тихоокеанского подвижного пояса, представляющего собой в настоящее время узкую тектоническую область, проходящую по границе сочленения Тихого океана и окружающих его континентов и опоясывающую весь земной шар в меридиональном направлении (Викулин, Мелекесцев, 1997). Согласно данным японского ученого А. Такеучи (Takeuchi, 1985, 1986), российского ученого А. Маслова (Маслов, 1996) и других (Jackson, Shaw, Bargar, 1975) с середины олигоцена (около 30 млн лет назад) по настоящее время в пределах Тихоокеанского кольца имели место пять перестроек поля напряжений, которые характеризовались изменениями его величины и ориентации. Периодам 30–23, 16–13, 6–0 млн лет отвечает субширотное (имеющее «почти широтную» ориентацию) сжатие; периодам 22–17, 12–7 млн лет – субширотное растяжение. Получена кривая угловых колебаний вектора скорости Тихоокеанской плиты. Показано, что вектор движения Тихоокеанской плиты, определяемый простиранием Гавайской вулканической цепи (составляющим примерно 70° с направлением на север), испытывает периодические повороты по часовой стрелке и против нее. В результате Тихоокеанская плита совершает знакопеременные вращательные движения с центром в Гавайской горячей точке. Амплитуда угла вращения составляет примерно 10°, что на радиусе, соединяющем о. Гонолулу с Тихоокеанским подвижным поясом, равносильно смещениям до нескольких сотен километров (Маслов, 1996).

Сейчас эта область характеризуется чрезвычайно высокой тектонической активностью: в пределах пояса сосредоточено более 2/3 всех действующих вулканов, выделяется более 4/5 всей сейсмической энергии и происходят практически все сильнейшие землетрясения планеты. Показана волновая природа этих планетарных процессов, с наибольшей очевидностью проявляющаяся в миграции, и очагов землетрясений и извержений вулканов вдоль Тихоокеанского огненного кольца.

Как видим, в результате катастрофических явлений, произошедших примерно 60–70 млн лет назад, Тихоокеанский пояс со временем стал представлять собой хорошо организованную структуру планетарного масштаба. По мнению доктора наук А. Маслова (Маслов, 1996), появление такой «организованной» структуры у огненного кольца стало возможным именно благодаря вращению Земли, ее «блоковому» (Пейве, 1961) строению, имеющему определенную иерархию (Садовский, 2004), и сильно нелинейным свойствам (Лукьянов, 1999; Островский, 2005; Садовский, 2004). Более того, исследования последних десятилетий показали, что любые попытки доказательства значительного влияния ротационного режима Земли на протекающие в ее недрах интенсивные геодинамические (сейсмические, вулканические, тектонические и другие) процессы в рамках моделей непрерывных (не блоковых, не иерархических, не геофизических) сред обречены на неудачу.

Тихоокеанский подвижный пояс в настоящее время представляет собой зону наиболее активной человеческой деятельности. Здесь находятся крупнейшие города Дальнего Востока России, Китая, Японии и других стран Тихоокеанского бассейна, важнейшие коммуникации, плотины, атомные электростанции, хранилища химических и радиоактивных веществ, другие объекты, аварии на которых могут привести к тяжелым бедствиям и составить серьезную угрозу для выживания человечества. В связи с этим особую актуальность и социальную значимость приобретает проблема разработки научных основ предсказания стихийных катастроф применительно к Тихоокеанскому подвижному поясу. Одной из важнейших задач этой проблемы является построение *ротационных* моделей тектонических (сейсмических, вулканических, цунами и др.) процессов.

Атлантида, Всемирный потоп и последующие события. Следующим «знаковым» для жителей Земли событием стал примерно 3500 лет тому назад взрыв острова-вулкана Санторин в южной части архипелага Киклады в Эгейском море, находящегося в 110 км к северу от острова Крит. В настоящее время остров-вулкан Санторин – это достаточно активный, часто извергающийся вулканический центр, представленный лавовым вулка-

ном и несколькими куполами, расположенными в кальдере, имеющей 14 км в поперечнике и образовавшейся в результате взрыва 3500 лет назад (Гущенко, 1979, с. 10).

Кульминационное извержение вулкана Санторин в 1500 г. до н. э. принято считать в последние годы причиной гибели *минойской цивилизации* (Болт, Хорн, Макдоналд и др., 1978, с. 169–171). Согласно гипотезе доктора наук И.В. Мелекесцева (Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, г. Петропавловск-Камчатский), с этим извержением связана гибель легендарной Атлантиды.

В древнегреческом предании, сохранившемся у Платона (428/427 гг. до н. э. – 348/347 гг. до н. э.), некогда существовавший огромный остров в Атлантическом океане к западу от Гибралтара, плодородный и густонаселенный, в результате землетрясения опустился на дно. Вопросы о существовании Атлантиды и причинах ее гибели остаются в науке в настоящее время спорными (Советский..., 1985, с. 87).

Великое извержение вулкана началось сравнительно спокойно, на что указывает тонкий слой выпавшего из воздуха пепла. На этом слое лежат два пласта мощностью до 60 м, сложенные в основном пеплом с крупными кусками пемзы, структура которых напоминает структуру отложений, образованных ударными волнами.

Уничтожение древней цивилизации явилось, как думают ученые, результатом выпадения пепла и следами прохождения ударной волны, мощность которой превосходила мощность ударных волн, зарегистрированных при самых мощных термоядерных взрывах на поверхности Земли и в ее атмосфере, а также результатом одного или нескольких цунами, сопровождавших обрушение кальдеры. На острове Тира, расположенном на удалении примерно 40–50 км от острова Санторин, были погребены крупные минойские города – их развалины сохранились под слоями пепла и пемзы. Однако людей в этих городах во время катастрофы уже не было (Болт, Хорн, Макдоналд и др., 1978, с. 169–171). По-видимому, они успели эвакуироваться, почувствовав угрозу после начавшихся сильных землетрясений и извержений, и погибли в море в результате последовавшего сильного цунами или уже на берегу в результате интенсивного пеплопада и воздействия мощной ударной волны от взрыва вулкана. В ближайших к вулкану районах Крита пепел и небольшие комья пемзы, выпавшие из воздуха, образовали слой толщиной 15 см – достаточный, чтобы серьезно повредить фруктовые деревья, уничтожить урожай, траву и тем самым вызвать массовую гибель травоядных животных. Едва ли можно сомневаться в том, что возникли крупные цунами, которые явно могли опустошить северное побережье Крита на несколько десятков метров выше уровня моря. Возможно, они вызвали наводнение на прибрежных низменностях значительной части восточного Средиземноморья.

Легендарное наводнение Девкалиона – Ноя. Это наводнение древних греков (Всемирный потоп) некоторыми исследователями гипотетически отождествляется именно с крупными цунами, сопровождавшими взрыв вулкана Санторин 3500 лет назад (Болт, Хорн, Макдоналд и др., 1978, с. 169–171).

В результате экспедиции 2006 г. на остров Магадаскар, в которой участвовал с российской стороны доктор наук В.К. Гусяков (Институт вычислительной математики и геофизики Сибирского отделения РАН, г. Новосибирск), обнаружен еще один возможный «кандидат» на Всемирный потоп – гигантское доисторическое цунами, произошедшее в Индийском океане около 2800 тыс. лет до н. э. (Гусяков, 2006). При высоте до 90 м волны цунами прошли вглубь суши острова Магадаскар на 45 км, уничтожая все на своем пути. Источником такого цунами мог быть взрыв, приведший к образованию подводного кратера диаметром 29 км в глубоководной части Индийского океана, в 1500 км к юго-востоку от Магадаскара. Результатов этой большой комплексной работы с нетерпением ожидает доктор Брюс Массе из Лос-Аламоса (США), выдвинувший гипотезу об импактной природе Великого потопа, вызванного, по его мнению, падением кометы примерно в 2800 г. до н. э. где-то в юго-западной части Индийского океана (Гусяков, 2006).

Для понимания степени и масштаба реальной угрозы всему живому, возникающей при «климатоизменяющих» катастрофах типа взрыва вулкана Санторин в 1500 г. до н. э., достаточно проанализировать хорошо изученные современные сильнейшие извержения и «умножить» их последствия на соответствующий коэффициент, величина которого составляет 10–100. К числу таких извержений, происшедших сравнительно недавно и потому хорошо изученных, можно отнести следующие вулканические извержения, приведенные в порядке увеличения их интенсивности: Сарычева (1946 г., остров Матуа, Центральные Курильские острова), Безымянный (1956 г., Камчатка), Тамбора (1815 г.) и Кракатау (1883 г.). Два последних находятся в Индонезии.

Вулкан Сарычева расположен в центральной части Курильских островов – на острове Матуа, протяженность которого не превышает 9 км. Вулкан является достаточно активным. Точно известны даты его многих последних извержений, происшедших в 1760, 1878–1879, 1928, 1930, 1946, 1954, 1960, 1965, 1976 и 1989 гг. (Гущенко, 1979, с. 30). В конце августа – начале сентября 1946 г. вулкан был обследован известным российским геологом и вулканологом Г.С. Горшковым, который никаких следов предстоящего извержения не обнаружил. В 2 часа ночи с 12 на 13 ноября 1946 г. раздался оглушительный взрыв, в результате которого на огромную высоту была выброшена большая масса пепла, вулканических бомб и столб пламени. После серии сильных взрывов и излияния лавы из главного вершинного кратера около 13 часов того же дня на западном склоне вулкана появилась трещина, из которой началось излияние ряда паразитных кратеров. Извержение сопровождалось сильными атмосферными электрическими разрядами в радиусе 2–3 км от кратера. Пепел от извержения выпал в г. Петропавловске-Камчатском, расположенном в 670 км от вулкана. Благодаря благоприятной штормовой обстановке уже вечером 13 ноября пограничникам удалось оперативно, без паники, обеспечить эвакуацию населения двух поселков, расположенных на острове. В ходе эвакуации пришлось отстреливать обезумевших от извержения и сопровождавших его явлений домашних животных (Смышляев, 2006).

Сведений об извержении вулкана Безымянный (Болт, Хорн, Макдоналд и др., 1978, с. 165–167; Гущенко, 1979, с. 22) не было, и он считался потухшим. Начиная с 29 сентября 1955 г. начались землетрясения, частота которых постепенно увеличивалась вплоть до 22 октября, когда на сейсмической станции в поселке Ключи, расположенном в 24 км от вулкана, было зарегистрировано около 1300 толчков. В этот день начались слабые и умеренные взрывы. К 9 ноября в Ключах отложился слой пепла толщиной 6 мм. В середине ноября извержение усилилось, было выброшено облако пепла на высоту 5 км. 17 ноября было так темно, что в Ключах пришлось зажигать свет в домах, а машины ходили с включенными фарами. Но в конце ноября извержение резко ослабло, и активность вулкана сохранялась на низком уровне до марта 1956 г.

30 марта 1956 г. в 17 часов 11 минут неожиданно началась кульминация, которая закончилась через 15 минут. Сначала произошел ужасающей силы взрыв, в результате которого вулкан «выстрелил» плотную черную струю на восток под углом 30–45° к горизонту, быстро достигнув высоты более 30 км, а через 15 минут другой взрыв выбросил тучу пепла уже на высоту 43 км. Мощность каждого из этих взрывов, по подсчетам И.В. Мелекесцева, была эквивалентна мощности взрывной волны 10-мегатонного взрыва, произведенного на поверхности Земли. В Ключах наступила непроглядная тьма, и в течение следующих 3,5 часов там отложился слой пепла толщиной 20 мм. Наблюдательный пункт вулканологов, находящийся в 10 км от вулкана, был полностью уничтожен. На расстоянии 24 км от вулкана деревья диаметром до 25 см были срезаны под корень. На расстоянии 30 км от вулкана была полностью содрана кора на обращенной к вулкану стороне деревьев, сухие стволы загорелись, а толщина слоя пепла составляла 25 см. На расстоянии 10 км к востоку от вулкана толщина слоя выпавшего пепла составляла 50 см.

Отложения раскаленных лавин покрыли площадь 60 км² слоем толщиной до 50 м. Когда тучи рассеялись, оказалось, что вершина горы исчезла.

После катастрофического извержения в 1956 г. вулкан Безымянный находится в стадии практически непрерывного извержения. Одно из его последних сильных извержений, которое внесло значительные изменения в расписание движения воздушных судов над Камчаткой, отмечено в конце 2006 – начале 2007 гг.

Как и Безымянный, вулкан Тамбора (Болт, Хорн, Макдоналд и др., 1978, с. 167, 168; Гущенко, 1979, с. 66) считался потухшим. В 1812 г. в его кратере начались слабые эксплозии, а в апреле 1815 г. грандиозные взрывы выбросили пепел на высоту 20 км. Обломки пемзы размером до 13 см падали на расстоянии 40 км от вулкана. У его подножья толщина слоя пепла достигала 1,5 м. На острове Ломбок (150 км к западу от вулкана) и в районе Бима (90 км к востоку) толщина этого слоя доходила до 50 см. Общий объем выбросов составил около 100 км³. На всей территории Сумбавы и Ломбока посе- вы были почти полностью уничтожены, в несколько меньшей степени – на островах Флорес и Бали. На Ламбоке от голода и болезней погибло около 44 тыс. человек, а на Сумбаве умерло 48 тыс. человек – частично от голода, а частично в результате самих вулканических явлений. Таким образом, общее количество жертв в результате извержения Тамбора в 1815 г. превысило 100 тыс. человек.

Площадь вулкана составляет около 1400 км², диаметр кальдеры после взрыва – 6 км, ее глубина – 600–700 м, диаметр образовавшегося нового кратера – 100 м. Абсолютная высота вулкана до взрыва 1815 г. – около 4000 м. После катастрофического извержения в 1812 г. отмечено несколько более слабых извержений вулкана Тамбора, произошедших в 1819 и между 1847 и 1913 гг.

Вулкан Кракатау (Болт, Хорн, Макдоналд и др., 1978, с. 168, 169; Гущенко, 1979, с. 61) извергался неоднократно. Его извержения отмечены в 416, 1680–1681, 1883–1884, 1927–1947, 1949–1950, 1953, 1958–1960, 1972–1973 гг. После сейсмической «подготовки» и нескольких достаточно слабых извержений, начавшихся в мае 1883 г., 26 августа начался катаклизм, который, в сущности, завершился уже к 28 августа. Он состоял из серии гигантских взрывов, сильнейший из которых утром 27 августа был слышен на расстоянии до 4800 км. Пепел был выброшен в стратосферу на высоту 80 км. В радиусе 150 км воздушной волной были разбиты все окна. На близлежащих островах Ланг и Фарлатен 15-метровый слой выпавшего из воздуха пепла (и пемзы) был перекрыт 60-метровым слоем отложений палящих лавин. Большие куски плавающей пемзы загродили пролив. Всего было выброшено около 16 км³ пепла и пемзы, и значительной толщины слой пепла покрыл площадь более 750 тыс. км². Тонкий пепел распространился по всему земному шару. Сами острова Кракатау были необитаемы, но в соседних районах Явы и Суматры в результате этого извержения погибли (главным образом утонули во время цунами) 36 тыс. человек.

Вулкан Кракатау представляет собой группу вулканических островов, составляющих край кальдеры диаметром около 7 км. Прежний (до взрыва в 1883 г.) центральный конус высотой 2000 м был разрушен, оставив кальдеру, окруженную тремя островами. На восточном краю кальдеры находится вулкан Раката. После пароксизмального взрыва 1883 г. исчезли вулканы Перватан, Данан и половина Ракаты. В результате извержения 1927 г. образовался новый остров – Анак Кракатау.

Извержению вулкана Санторин в 1500 г. до н. э. (Болт, Хорн, Макдоналд и др., 1978, с. 169–171; Гущенко, 1979, с. 10), как считают ученые, в полной мере были присущи все последствия описанных выше современных извержений, в значительной степени (в 10–1000 раз) превышающие их по энергии, интенсивности и, следовательно, по возможной социальной значимости. Общий объем выброшенных при взрыве Санторина продуктов извержения, по оценкам И.В. Мелекесцева (Новейший..., 2005, с. 53, 54), составил 25–30 км³, что привело к покрытию слоем пепла толщиной 1 см и более (в среднем 10–15 см) площади около 0,2–0,3 млн км² (прямоугольник со сторонами 500 × 500 км).

Таким образом, число «прямых» потерь в результате катастрофического взрыва вулкана-острова Санторин и предварявших и сопровождавших его многочисленных

сильных землетрясений, более слабых извержений, сильных и слабых цунами в наше время могло составить не менее 1–2 млн человек. Учтем более слабую в то время (около 3,5 тыс. лет тому назад) защищенность людей, а также всех растений и животных как продуктов питания человека, от внешних обстоятельств. В первую очередь это следует отнести к практически полной незащищенности дыхательных путей живых существ от попадания в них мелких пепловых частичек, представляющих собою, по сути, дробленое стекло с острыми краями и потому вызывающих отек легких и неминуемую смерть. Таким образом, общее число жертв санторинской (1500 г. до н. э.) катастрофы могло достигнуть 10–20 млн человек.

3–4 тыс. лет тому назад на всей планете проживало не более 50–100 млн человек. Поэтому в 1500 г. до н. э. при взрыве острова-вулкана Санторин, расположенного в центре в то время самого благоприятного для развития жизни мира, гибель минойской цивилизации в рамках представлений нашего времени – в масштабе конца XX – начала XXI вв. можно интерпретировать как *гибель большого государства* или, возможно, *нескольких рядом расположенных государств*. По классификации российского ученого-геофизика Н.В. Шебалина, такая катастрофа по VI-балльной системе соответствует II категории – «Континентальное бедствие», расположенной между I категорией – «Всемирное бедствие» и III категорией – «Национальное бедствие» (Шебалин, 1997, с. 502–517).

Помпеи, Геркуланум, предыдущие и возможные последующие события. «Землетрясения продолжались 16 лет, завершившись знаменитым извержением» вулкана Везувий, «которое 29.08.79 г. погребло г. Помпеи» (Гир, Шах, 1988, с. 193), частично разрушило и засыпало пеплом г. Геркуланум и привело к гибели не менее 12 тыс. человек (Искусство..., 2004).

Город Помпеи возник в V в. до н. э. на берегу Тирренского моря на лавовом плато, расположенном на южном склоне вулкана Везувий. В IV в. до н. э. начинается его разрастание. В результате его удачного географического расположения Помпеи вступают во II в. до н. э. в период бурного экономического расцвета. В результате раскопок, начатых в 1748 г., к настоящему времени полностью открыт античный город с остатками городских стен (V–IV вв. до н. э.), форумов (VI и II вв. до н. э.), храмов, палестр (школ), театров, терм (бань), рынков, жилых домов и вилл (III в. до н. э. – I в. н. э.) с многочисленными красочными мозаиками и великолепными фресками, выполненными, несомненно, выдающимися художниками. К их числу относятся многочисленные высокохудожественные произведения, являющиеся шедеврами поистине мирового уровня (например, мозаичная картина, представляющая битву Александра Великого (Македонского) с Дарием, и фреска, изображающая свадьбу Марса и Венеры), хранящиеся в Национальном музее в Неаполе. В районе частных вилл выделяется дом Фавна, роскошью и размерами соперничавший с царскими дворцами эллинского Востока (Искусство..., 2004).

На автора, побывавшего Италии в 2005 г., античные Помпеи произвели впечатление культурного процветающего самодостаточного города, прочно связанного торговыми путями с другими мировыми культурными и торговыми центрами планеты того времени, например Самаркандом, в который жители Помпеи поставляли вино и оливковое масло.

Во второй половине I в. н. э. в г. Помпеи проживало 12 тыс. человек. Именно роскошь и великолепие этого большого и процветающего города, видимые «невооруженным глазом» даже через 17 веков (только публичных домов в городе насчитывалось 25), и воодушевили Карла Брюллова, посетившего раскопки Помпеи в конце 20-х гг. XIX в., на создание в 1830–1833 гг. одной из лучших его картин «Последний день Помпеи». В настоящее время античный г. Помпеи, расположенный рядом с современным городом с таким же названием и с населением примерно в два раза большим, практически полностью раскопан и в значительной степени восстановлен в первоначальном виде.

Город Геркуланум, который располагался недалеко от Помпеи на восточном склоне вулкана Везувий, рядом с современным Неаполем, также полностью раскопан. Он был частично разрушен и засыпан пеплом извержения 79 г. В ходе раскопок были также

обнаружены великолепные жилые кварталы, термы, театр, форум и другие достопримечательности (Советский..., 1985, с. 294).

Приведенные данные позволяют сделать вполне определенные выводы о причинах фактического исчезновения с лица Земли двух благоухающих в роскоши городов, жители одного из которых полностью погибли.

Извержение произошло в полдень, в разгар рабочего дня. Все жители Помпеи – гончары, пекари, торговцы, проститутки, воины, знатные люди и другие – были заняты своими обычными каждодневными делами. В результате извержения они были застигнуты врасплох и умерли мгновенно от ядовитых газов гигантской палящей тучи, внезапно обрушившейся на город (Грицак, 2004). Их окаменевшие тела в естественных позах были обнаружены в результате раскопок, проведенных почти через 17 веков. Сами же города сразу после этого были засыпаны многометровым слоем пепла, местами достигавшим несколько десятков метров. Продукты направленного взрыва извержения и дувший при этом ветер создали условия, при которых наибольший слой пепла отложился именно на южном склоне вулкана, тем самым полностью засыпав г. Помпеи и лишь частично г. Геркуланум, расположенный на восточном склоне вулкана.

Согласно сохранившемуся преданию, услышанному автором из уст гида, проводившего экскурсию в античный г. Помпеи, на помощь жителям, проживавшим вблизи извергавшегося Везувия, спешил римский писатель и ученый Плиний Старший (Plinius Major, 23 или 24–79 гг.) во главе специально снаряженной морской экспедиции. Но помощь опоздала – г. Помпеи исчез с лица Земли, а руководитель экспедиции – 55-летний автор 37-томной «Естественной истории» погиб, изучая извержение Везувия в 79 г.

Вероятно, значительная, но продолжительная по времени (16 лет!) сейсмическая подготовка «успокоила» жителей Помпеи и Геркуланума. Они «свыклись» и с частыми сильными землетрясениями, и с беспокойной жизнью вулкана, не приняли во внимание, по-видимому, все же имевшие место предвестники большой катастрофы и не покинули город, как это успели сделать, например, жители минойских городов за 15 столетий до них и жители о. Матуа через 19 веков после них. В настоящее время районы античных городов Помпеи и Геркуланум, по сути, являются пригородами гигантского многомиллионного мегаполиса Неаполя. И катастрофа, аналогичная взрыву вулкана Везувий в 79 г., случись она неожиданно сейчас, неизбежно унесет миллионы человеческих жизней.

Впрочем, имеется и другая точка зрения, согласно которой достаточно богатые жители Помпеи покинули город. В нем остались только их слуги для присмотра за домами (Грицак, 2004).

Извержение 79 г. было не единственным сильным извержением вулкана Везувий. Примерно 3780 лет назад имело место более сильное извержение этого вулкана – его называют авелинским, или «первыми Помпеями». Как установили ученые, во время авелинского извержения выброс расплавленной породы и вулканического пепла в стратосферу происходил со скоростью 100 тыс. т в секунду на высоту 35 км – это примерно в три раза выше, чем полет современного пассажирского самолета. Даже на расстоянии 15 км от вулкана воздух был настолько горяч, что закипала вода. Недавно удалось установить, что извержение 1780 г. до н. э. разрушило большую часть территории теперешнего Неаполя (Везувий..., 2007). Но и это еще не предел.

Извержения Везувия типа 79 г. и 3780 г. до н. э. являлись следствием весьма «недавней» (в геологическом смысле) катастрофы, происшедшей примерно в этом же месте. Имеющиеся данные показывают, что в результате извержения расположенных, как и Везувий, к западу от Неаполя Флегрейских полей, происшедшего около 33 тыс. лет тому назад, было выброшено около 100 км³ пирокластики. Пепел этого извержения толщиной в несколько сантиметров был обнаружен на расстоянии 1500 км от места взрыва вблизи гг. Пенза – Тамбов – Харьков – Ростов-на-Дону. Общая площадь, покрытая пеплом толщиной 1 см и более, составила 2,5–3 млн км (Новейший..., 2005, с. 46–55).

Согласно построениям И.В. Мелекесцева события, связанные с извержением Флегрейских полей, схематично можно представить следующим образом. В конце верхнего плейстоцена, вероятнее всего около 35 тыс. лет назад, в районе современного Неаполитанского залива произошла резкая активизация тектонических процессов, приведшая к коренной перестройке его геологического строения и рельефа. В результате в этом месте образовалось сопровождавшееся сильнейшими землетрясениями «мини-поднятия Дарвина» – куполообразная возвышенность площадью в сотни квадратных километров, разбитая густой сетью разрывных сейсмovolкано-тектонических нарушений. Через многочисленные трещины и жерла было излито огромное количество ювенильной пироклаستيку. Часть этого материала пошла на формирование вблизи эруптивных центров пирокластических покровов объемом до 200 км³, а часть (объемом около 150 км³) в виде тефры унесена далеко за их пределы, в том числе и на территорию юго-западной части бывшего СССР. Впоследствии на месте главных эруптивных центров возникли вулканы Везувий и уникальное вулканическое образование Флегрейских полей с многочисленными (около 40) кратерами и кальдерами обрушения размером до 3 × 4,5 км.

Полученные данные и проведенные оценки показывают следующее. По своим параметрам (масса как ювенильного материала порядка 10¹² т, выделившейся в виде паров воды порядка 10⁹ т, суммарной энергии – до 10²⁸ эрг) катастрофическое извержение Флегрейских полей относится к типичному климатообразующему явлению. Такое извержение по своим последствиям в 20–25 раз превосходило описанное выше извержение Кракатау 1883 г.

Извержение Флегрейских полей не было в то время единственным подобным извержением. В позднем плейстоцене происходили сопоставимые с ним по масштабу или даже превышающие его однотипные (т. е. с образованием в каждом случае «мини-возвышенностей» Дарвина) климатообразующие извержения в других вулканических областях земного шара: на Камчатке, в Японии, Индонезии, Центральной Америке и др. Вполне вероятно, что именно такого рода климатообразующие катастрофические извержения глобального позднеплейстоценового (30–40 тыс. лет назад) пароксизма эксплозивного (взрывного) вулканизма и послужили одной из причин похолодания климата Земли и, как следствие, последующей экспансии ледников с максимумом 18–20 тыс. лет назад (Новейший..., 2005, с. 46–55). Согласно классификации Н.В. Шебалина климатообразующая катастрофа такого масштаба, как и катастрофа, связанная с образованием современного Тихоокеанского огненного кольца, может быть отнесена к максимально возможной на нашей планете I категории – «Всемирное бедствие» (Шебалин, 1997, с. 502–517).

Обобщая все имеющиеся данные, приходим к выводу, что наиболее сильные извержения Везувия (в тыс. чел): 33 (извержение Флегрейских полей); 25; 22,5; 17; 15; 11,4; 8; 3,8 (авелинское извержение) – имели место почти 2 тыс. лет назад (извержение, которое привело к гибели Помпеи и Геркуланума). Такие катаклизмы, как показывают приведенные данные, случаются каждые две тысячи лет (Везувий..., 2007). Когда же следующее?

Как видим, все без исключения достаточно масштабные катастрофы «наследуют» заложенные в основы их механизмов ротационные процессы планетарного масштаба. Именно такие ротационные процессы в конечном итоге приводят к интенсивным тектоническим явлениям, проявляющимся в том числе в виде разрушительных землетрясений, катастрофических извержений вулканов и опустошительных цунами.

Землетрясения, из-за которых переносились столицы. К катастрофическим землетрясениям относятся землетрясения 854 – 1319 гг. на Кавказе, в результате которых неоднократно переносилась столица Армении и погибли десятки тысяч человек (Никонов, 1989).

Средневековые армянские историки сообщают, что древняя столица Двин разрушалась «страшными землетрясениями» в 854, 858, 863, 869 и 893 годах. Последнее землетрясение считается сильнейшим – оно до основания разрушило древнюю столицу Армении. И как ни прекрасна была древняя столица Армении Двин, которая находилась в

великолепной Араратской долине, но после катастрофы 893 г. столицу пришлось перенести в г. Ани, расположенный на Карском плоскогорье, в долине р. Ахурян (ныне Турция). Пережив огромные потери, набеги полчищ Чингисхана, город уже не выдержал разрушительного землетрясения 1319 г. Значительная часть жителей отправилась на поиски новых земель. Тогда-то и были основаны армянские колонии в Крыму, Приазовье и Прикарпатье, а новой столицей Армении стал город Ереван. Отметим, что древний Ани располагался менее чем в 40 км от нынешнего Ленинакана. Приведенные данные собраны А.А. Никоновым (Никонов, 1989).

8 декабря 1988 г. на территории Армении случилась новая катастрофа – вблизи г. Спитак произошло очень сильное землетрясение (Землетрясения..., 1989). При этом был полностью разрушен г. Спитак и близкорасположенные населенные пункты. Из 30 тыс. жителей города погибли 12 тыс. человек. Сильно пострадал г. Ленинакан. Из 927 зданий города были разрушены и подлежали сносу около 40%, при этом оказались разрушенными практически все каркасно-панельные здания. Из 280 тыс. жителей города погибли почти 14 тыс. человек. В меньшей степени пострадал еще один крупный город Армении – 220-тысячный Кировакан. Общее число погибших при Спитакском землетрясении, по официальным сообщениям, составило около 25 тыс. человек.

Как видим, история повторилась. За ошибку ученых и строителей, которые не смогли дать правильную оценку последствиям прошлых катастроф на территории Армении, пришлось заплатить дорогой ценой. Гнетущее впечатление, запомнившееся на всю жизнь, произвело на нас тяжелое психическое состояние людей, с которыми мы встречались в эпицентральной зоне землетрясения.

Главный урок Спитакской трагедии, по-видимому, можно сформулировать словами российского ученого-сейсмолога Н. В. Шебалина, одного из ведущих российских сейсмологов: «Эта катастрофа потрясла не только всю толщу земной коры, но и всю толщу нашего общества. Рухнуло все, что прогнило: неоправданно оптимистическая схема сейсмического районирования Армении и намеренно удешевленные конструкции многоэтажных зданий, зарегулированная система гражданской обороны и беспомощная система местной администрации. И сколько бы ни митинговали люди, никуда не деться от факта, что десятки тысяч армян убиты теми, кто украл цемент и тем самым сделал бетон рассыпчатой трухой, теми, кто не заварил должным образом арматурные стыки, из-за чего железобетонные панели из опор превратились в надгробия. Свой крест, свою вину будем нести и мы, члены редакционной коллегии Карты общего сейсмического районирования СССР (ОСР-78), допустившие то, что на Кавказе были приняты заниженные оценки сейсмической опасности» (Викулин, Дроздюк, Семенец и др., 1997, с. 27, 28).

Вообще, по мнению доктора наук А.А. Никонова (Никонов, 1989), с Двинскими землетрясениями IX в. еще много неясного. С точностью, не превышающей 20 км, они помещаются в одну эпицентральною область и называются Двинскими только потому, что древние авторы упоминали единственный пункт, подвергшийся разрушению, – Двин. Не потому ли, что он был столицей? Но при сильных землетрясениях разрушения в Двине могли происходить и в случае, если эпицентр располагался в десятках километров. Тогда и основные параметры землетрясений, включая интенсивность и энергию (магнитуду), окажутся более высокими.

Несовпадение эпицентров Двинских землетрясений (или части из них) представляется вполне вероятным еще и потому, что изучение подобных событий более близкого времени почти не дает примеров такого скопления последовательных разрушительных землетрясений в одном месте. А вот цепочки мигрирующих очагов землетрясений хорошо известны. Тогда ничто не мешает допустить, что эпицентр одного или нескольких разрушительных землетрясений IX в. мог оказаться на месте Еревана. Этих данных вполне достаточно, чтобы не строить в 50 км от этого места атомную электростанцию, что было сделано за 20 лет до Спитакского землетрясения. Однако и этот шанс использования исторических данных для правильной оценки сейсмичности Армении был упущен.

Как видим, в случае Спитакского землетрясения мы не только не учли уроков прошлых трагедий на территории Армении и других стран, но усугубили их неподготовленностью общества противостоять грозной природной стихии, возведением в ранг закона наших недостаточных знаний о природе и просто преступной халатностью в строительстве.

Характерные движения грунта при землетрясении. Одной из отличительных особенностей Спитакской катастрофы являются крутильные колебания поверхности грунта, наблюдаемые при землетрясении. Данные о таких движениях собраны Г.И. Аносовым, Т.Г. Константиновой и И.Ф. Делеменем (Аносов, Константинова, Делемень, 2004). Такое движение грунта проявилось в Спитаке в виде многочисленных поворотов со сдвигом и поддвигом архитектурных памятников и надгробных камней, а также в виде поворота и сдвига верхней части часовни при хорошем качестве цементного раствора. Крутильное движение проявилось в наклонах зданий в противоположные стороны, в наклонах и разворотах зданий, сдвигах поперечных стен в вертикальной плоскости относительно друг друга. Во многих случаях наблюдалась вращательная деформация торцевых частей зданий вокруг горизонтальной оси. При этом нередко деформации происходили вокруг оси, соответствующей средней части здания. Такого рода повреждения наблюдались, кроме Спитака, в городах Ленинакан, Кировакан, Степанован, а также во многих поселках Армении, расположенных вокруг эпицентральной зоны Спитакского землетрясения.

Механизм возникновения вращательных колебаний мало изучен. Тем не менее уже сейчас можно сделать вывод о том, что выделяется несколько типов вращательных деформаций в системе «здание – основание». Такие движения можно разделить на качательные (в вертикальной плоскости) и крутильные (в горизонтальной плоскости) вращательные деформации. Кроме того, следует различать вращательные колебания и вращательные неупругие деформации. Последние могут быть индуцированы сейсмическими крутильными колебаниями. Согласно данным К.В. Егупова аналогичные движения наблюдались и при землетрясении в Турции 27 июня 1998 г. (Аносов, Константинова, Делемень, 2004).

Такие движения могут быть связаны с визуально видимыми «горбами» земной поверхности, которые распространялись из очагов сильнейших землетрясений 1923 г. (Япония), 1960 г. (Чили), 1959 г. (Камчатка), 1985 г. (Мексика) (Викулин, 2005). Согласно оценкам американского ученого-сейсмолога С. Ломниц такие движения должны соответствовать гравитационным сейсмическим волнам крутильной поляризации. Аналогом подобного движения являются волны, распространяющиеся вдоль поверхности океана после сильных землетрясений, – цунами.

Инструментально-крутильные упругие колебания были зарегистрированы совсем недавно при землетрясении Chi-Chi (Чи-Чи) на Тайване в 1999 г. (Викулин, 2005) сейсмологами М. Такео (Takeo, 1998) и Б. Хуангом (Huang, 2001). Такая «поздняя» регистрация крутильных сейсмических колебаний связана со следующими обстоятельствами. Во-первых, в рамках классической теории упругости в «обычном» (однородном, не блоковом) твердом теле таких колебаний не должно быть вовсе. Поэтому факт регистрации крутильных колебаний в земной коре при землетрясениях подтверждает вывод о блоковом (иерархическом) строении земной коры. Во-вторых, только совсем недавно были преодолены конструктивные трудности, связанные с регистрацией крутильных колебаний в твердом теле. По этим причинам регистрация упругих волн крутильной поляризации в настоящее время возможна пока в единичных специальных случаях (Аносов, Константинова, Делемень, 2004).

Пространственный расчет реально существующего пятиэтажного здания в Петропавловске-Камчатском, выполненный главным конструктором Института «Камчатгражданпроект» В.Н. Дроздюком, показал, что учет крутильных колебаний приводит к значительному увеличению сейсмической нагрузки на торцевые рамы, которая более чем в два раза превышает нагрузку на рамы, расположенные в середине здания (Дроздюк, 2004).

Эти расчеты подтверждаются наблюдаемыми разрушениями, имевшими место при некоторых сильных землетрясениях, в том числе при тех, о которых говорилось выше – в Спитаке в 1988 г. и Турции в 1998 г. (Болт, 1981; Землетрясения..., 1989), а также в других странах (Европейская..., 1996; Клячко, 1999; Неймар, 1899, с. 32–329).

Как видим, учет крутильных колебаний имеет большое значение для расчета реальной сейсмостойкости зданий и сооружений. На практике это вынуждает ученых и конструкторов идти «вразрез» с общепринятыми в настоящее время представлениями классической теории упругости, разрабатывать новые, на первый взгляд «экзотические» и нереальные модели геофизической среды и в рамках таких моделей проводить необходимые расчеты с целью уменьшения материального ущерба и сохранения человеческих жизней.

Китай – самая сейсмоопасная страна. Сильнейшее по количеству жертв – 830 тыс. человек! – за всю историю человечества землетрясение в Шэнси случилось 23.01.1556 г. Землетрясение произошло ночью в густонаселенном районе вокруг Сианя. В результате его образовались оползни на склонах холмов, сложенных мягкими породами, что и привело к большому числу жертв, так как многие люди обитали в пещерах (Гир, Шах, 1988).

Приведенная оценка количества жертв при землетрясении 1556 г. в Шэнси представляется, на первый взгляд, маловероятной. По имеющимся оценкам, в то время на нашей планете проживало около 500 млн человек. Из этого количества людей, по видимому, не более 10–20%, или 50–100 млн человек, могли проживать в Китае. В таком случае при землетрясении в Шэнси погибло около 1–2% населения всей страны.

Катастрофа 1556 г. в Шэнси по количеству человеческих жертв является абсолютным «лидером» среди всех известных нам природных катастроф в течение всей истории человечества. Возникает естественный вопрос: «А не является ли это число завышенным?» Трагедия, повторившаяся в Китае через 420 лет, отвечает на этот вопрос однозначно: «Нет, не является».

Катастрофические землетрясения для Китая не редкость. Перечислим землетрясения, жертвами которых в этой стране стали десятки и сотни тысяч человек (цифры даны в тыс. чел.): 27.09.1290 г. – залив Бохайвань (100); 17.09.1303 г. – Шэнси (15); 23.01.1556 г., Шэнси (830); 25.10.1622 г. (12); 21.07.1654 г. (десятки тыс.); 22.09.1679 г. (десятки тысяч); 18.05.1695 г., Шэнси (30); 19.06.1718 г. (40); 03.01.1739 г., Нинся (50); 23.10.1815 г. (13); 12.09.1850 г., Сычуан (21); 01.07.1879 г. (десятки тысяч); 13.02.1918 г., Гуандун (10); 16.12.1920 г., Ганьсу, массовые обрушения густонаселенных пещерных селений (190); 23.05.1927 г., Ганьсу (41); 11.08.1931 г. (10); 26.12.1932 г., Ганьсу (70); 05.01.1970 г. (16); 11.05.1974 г., Юньнань (20).

Замыкает эту цепочку трагических событий в Китае Таньшанское землетрясение, произошедшее 21.07.1976 г. Крупнейший индустриальный центр Китая – город Таньшань, в котором проживало несколько миллионов человек, оказался *полностью* разрушенным. В результате землетрясения, по официальным данным, погибло 243 тыс. человек (Гир, Шах, 1988), по неофициальным оценкам иностранных (не японских) специалистов – 650 тыс. человек при числе пострадавших до 780 тыс. человек (Болт, 1981, с. 173, 174). Известны публикации, в которых сообщалось *до одного миллиона погибших* (Вокруг..., 2007).

В середине 70-х гг. прошлого века, по данным средств массовой информации, Китай, в котором тогда уже проживало более 1 млрд человек, переживал значительные экономические и социальные трудности, в том числе сообщалось и о *массовой* гибели людей в результате голода. Страна была «закрыта» и практически не посещалась иностранцами. Поэтому опубликованные в некоторых мировых изданиях сведения о количестве жертв при Таньшанском землетрясении – до 1 млн человек – могут быть вполне близкими к действительности. Это косвенно подтверждает и «неофициальную» оценку числа жертв и пострадавших при Таньшанском землетрясении, и невероятную, на первый взгляд, оценку количества жертв при землетрясении 1556 г. в Шэнси.

Таким образом, можно принять, что во втором тысячелетии в Китае в результате только землетрясений погибло 2,5 – 3 млн человек.

Сравнительный анализ китайских сейсмических катастроф, в особенности двух из них, произошедших более чем через четыре столетия – в 1556 и 1976 гг., свидетельствует, что показателем развитости общества является не просто вид, архитектура или красота жилища людей, а степень их сейсмозащищенности. Именно сейсмостойкость зданий и сооружений, рассматриваемая совместно с их архитектурой и удобствами для проживания и работы людей, в современном обществе является показателем его цивилизованности. 12 мая 2008 г. в провинции Сычуань произошло катастрофическое землетрясение, в результате которого, по предварительным данным, погибли десятки тысяч человек.

Б.Б. Голицын как основоположник современной сейсмологии. Становление современной сейсмологии как науки – и наблюдательной, и теоретической – было предопределено важными событиями, произошедшими на рубеже XIX – XX вв., которые в первую очередь связаны с именем русского ученого-сейсмолога Б.Б. Голицына. Этим событиям на рубеже веков предшествовали многие столетия и тысячелетия, в течение которых человек не просто ощущал землетрясения и переживал приступы панического животного страха, но сначала научился классифицировать последствия этого стихийного бедствия, затем – количественно регистрировать сейсмические волны и в конце концов приступил к изучению природы их излучающих очагов и строения планеты.

По мнению некоторых ученых, только древнеримское общество с его склонностью ко всяческой упорядоченности и классификации оставило нам следы системного подхода к описанию землетрясений (Шебалин, 2003, с. 63–64). Восточные деспотии такой мелочью, как разрушительные землетрясения, попросту пренебрегали. Бюрократический Китай накапливал сведения о разрушительных землетрясениях чуть ли не с 3000 г. до н. э., но не предпринял никаких попыток хоть как-то упорядочить эти сведения.

Особое место в истории макросеймики занимают легендарные или полуполулегендарные сообщения о землетрясениях, сопровождавших некоторые ключевые моменты библейской истории. Достоинно серьезного внимания то обстоятельство, что в арабских источниках эти события описаны иногда более подробно, чем в самой Библии и у западных ее комментаторов. По-видимому, следует с бóльшим вниманием и ответственностью отнестись к фактам библейской истории.

В Европе первые сообщения о землетрясениях относятся еще к IX–X вв., однако серьезный рост общественного интереса к землетрясениям происходит в конце XIV или в начале XV вв.

Следует отметить, что и до появления классификаций землетрясений люди изобретали способы защиты зданий и сооружений от их разрушительных воздействий. На это указывают, например, средневековые храмы Сванетии в Грузии (и в других сейсмоопасных государствах), построенные с использованием антисейсмических приемов. В качестве одного из них на Кавказе, по данным А.А. Никонова, использовались пироны – свинцовые бруски (Никонов, 1989).

Шкалы балльности (Медведев, 1968; Шебалин, 2003, с. 83–93). Вопрос о классификации землетрясений, основанный на информации об их интенсивности, является наиболее старым в сейсмологии. Еще в античной литературе, а также в литературе эпохи Возрождения и русских летописях при описании сейсмических катастроф интенсивность землетрясений характеризовалась самыми различными способами. Только начиная с XVII в. начинают предприниматься последовательные попытки унификации способов классификации землетрясений по их интенсивности. Способ разделения землетрясений на четыре типа был предложен в 1757 г. М.В. Ломоносовым (Ломоносов, 1986).

В конце XVIII и в XIX вв. для классификации землетрясений появляется большое число разных описательных шкал, составлявшихся в процессе изучения последствий землетрясений: шкалы Д. Пигнаторо (1783), Д. Брукса (1811), П. Эгена (1828), П. Мак-

фарлана (1839), А. Петермана (1856), Р. Маллета (1858), Р. Вильямсона (1870) и др. В 1883 г. М. Росси (Италия) и Ф. Форель (Швейцария) совместно составили 10-балльную шкалу, которая получила распространение в конце XIX и начале XX вв. в ряде европейских стран. В 1900 г. в Японии Ф. Омори предложил 7-балльную шкалу, в которой каждому баллу была приписана величина максимального ускорения почвы. В 1904 г. А. Конкани предлагает величину максимальных ускорений почвы для шкалы Д. Меркали, представление которой в печати состоялось в 1897 г. Кроме того, 12-балльная шкала Меркали – Конкани была рассмотрена на II сейсмологическом конгрессе в Страсбурге. Позже А. Зиберг, внося в описательную часть шкалы Меркали уточнения и поправки, дал более подробные, чем у Меркали, описания характерных последствий землетрясений.

Почему в качестве меры интенсивности ощущаемых при землетрясении колебаний предлагается ускорение, физически ясно: зная ускорение, можно найти в соответствии со вторым законом Ньютона и величину силы, действующей на сооружение или его некую часть с известной массой, и, как следствие, рассчитать возможные последствия воздействия землетрясения на это сооружение, разработать соответствующие инженерные решения и способы защиты зданий от повреждений и разрушений.

Исправленная шкала, названная шкалой Меркали – Конкани – Зиберга (MKS), была рассмотрена Международной ассоциацией сейсмологии в 1917 г. В настоящее время в ряде европейских стран пользуются этой шкалой. Позже, в 1931 г., американскими учеными Г. Вудом и Ф. Ньюманом была предложена 12-балльная шкала, применяемая до настоящего времени. Эта шкала в американской литературе обычно называется модифицированной шкалой Меркали (ММ).

В Японии в 1920 г. Ф. Омори ввел усовершенствования в составленную им ранее шкалу. В 1932 г. для каждого балла этой шкалы М. Ишимото предложил величины ускорений колебаний почвы. Более поздняя редакция этой шкалы как 10-балльная шкала Японского метеорологического общества (Japan Meteorology Agency, JMA) была предложена в 1950 г.

В 1931 г. в СССР была утверждена в качестве стандарта 12-балльная шкала ОСТ ВКС-4537. Эта шкала была очень близка к шкале Меркали – Конкани – Зиберга. В 1952 г. в СССР в Институте физики Земли (ИФЗ АН СССР) С.В. Медведевым была составлена новая 12-балльная сейсмическая шкала, принятая затем в качестве стандарта (ГОСТ 6249–52). Принципы этой шкалы были использованы при построении шкалы сейсмической интенсивности MSK-64.

В Китае в 1956 г. была составлена Се Юй-шоу и принята Академией наук Китая 12-балльная сейсмическая шкала, по своему построению и содержанию сходная со шкалой ИФЗ АН СССР. Различием является то, что китайская шкала построена с учетом конструктивных и планировочных особенностей зданий и сооружений в Китае.

Сейсмическая шкала MSK-64 (шкала С.В. Медведева (Москва), В. Шпонхойера (Sponheuer, Иена) и В. Карника (Karnik, Прага), версия 1964 г.) представляет собой усовершенствование и развитие шкал Меркали – Конкани – Зиберга, ММ, ИФЗ АН СССР и других близких шкал. Она составлена на основании материалов полевого изучения последствий землетрясений и анализа литературных данных.

Для характеристики интенсивности землетрясений в шкале MSK-64 используется несколько признаков. Главным признаком является степень повреждения зданий и сооружений. Кроме того, применяются и такие признаки, как остаточные явления в грунтах, изменение режима грунтовых вод (уровень воды в колодцах), ощущение колебаний и др.

В основах действующих в настоящее время в разных странах сейсмических шкалах баллы совпадают, т. е. шкалы являются параллельными. Исключение составляет лишь японская 10-балльная шкала. Однако шкалы различаются между собой по степени детальности описания последствий землетрясений и отражают строительные, а также грунтовые особенности, присущие постройкам в разных странах.

В настоящее время шкалы продолжают совершенствоваться (Европейская..., 1996; Сильные..., 1975; Шерман, Бержинский, Павленов и др., 2003). Например, при землетрясениях в Японии и на Дальнем Востоке России выделяется, как правило, большее количество энергии, чем при землетрясениях в Европе. Следовательно, наиболее сильные японские и дальневосточные российские землетрясения являются и более продолжительными – до 2-3 минут и более. Например, Большое Камчатское землетрясение 4.11. 1952 г. длилось в течение трех интенсивных фаз, каждая продолжительностью по 5 минут, как и землетрясение 17.10.1737 г., которое «с четверть часа продолжалось волнами так сильно, что многие камчатские юрты обвалились и балаганы попадали» (Крашенинников, 1755, с. 171, 172). Сравним это землетрясение с европейскими землетрясениями, у которых фаза наиболее интенсивных колебаний продолжается до 10–20 секунд, а колебания наибольшей интенсивности при Спитакском землетрясении 7 декабря 1988 г. продолжались 15 секунд (Землетрясения..., 1989). Более продолжительные по времени нагрузки накладывают и более жесткие требования к применяемым способам усиления зданий и сооружений, в основном к их конструктивным стыковочным узлам.

Весь длинный ряд шкал макросейсмической интенсивности позволяет выделить две основные идеи, владевшие умами составителей шкал: обособить по возможности одну градацию от другой и распределить весь интервал явлений, известных составителю шкалы или используемых им, более или менее поровну между заданным числом градаций. В этом смысле исследователи интуитивно стремились к тому, чтобы их шкала была как можно ближе к идеальной, строго равномерной шкале интервалов. Ни первое, ни второе условие полностью соблюсти не удалось никому (Шебалин, 2003, с. 83).

Появление классификаций сейсмических событий сделало возможным переход на следующий этап сейсмологических исследований – составление *каталогов землетрясений*, содержащих информацию о координатах гипоцентров и интенсивностях сотрясений в очагах землетрясений, что, в принципе, и отличает каталоги землетрясений от существовавших ранее *списков сотрясений* в тех или иных местах. Переход на такой уровень описания сейсмичности с развитием инструментальной сейсмологии позволил в дальнейшем для каждого землетрясения определить величину упругой энергии, выделяемую в его очаге.

Инструментальные наблюдения (Артемов, 2003, с. 179–185; Оноприенко, 2002). Как уже отмечалось выше, страной, в наибольшей степени страдающей от землетрясений, является Китай, каталог землетрясений которого включает данные о сейсмических событиях последних нескольких тысяч лет. Видимо, именно по такой «сейсмической» причине в Китае во время правления династии Хань в 132 г. в Сиане был изобретен Чжан Хэном *первый в мировой практике сейсмический прибор* – сейсмоскоп, позволяющий определять направление на очаг землетрясения. На марке Китайской Народной Республики с портретом Чжан Хэна изобретатель представлен как ученый-астроном, который занимался прогнозом погоды и землетрясений. С тех пор сейсмология и метеорология сотрудничают самым тесным образом. Полностью созданный Чжан Хэном прибор реконструирован и находится в Лондоне в Геологическом музее (Викулин, Дроздук, Семенец и др., 1997).

Во второй половине XIX в., предположительно около 1880 г., появились первые соответствующие современному определению сейсмографы, позволяющие регистрировать колебания поверхности грунта при землетрясениях. К сожалению, правильно определять амплитудно-частотные характеристики таких приборов и, как следствие, количественно измерять параметры зарегистрированных сейсмических волн научились несколько позже. Тем не менее уже первые полученные сейсмограммы качественно правильно воссоздавали представления о волновой природе сейсмического поля вокруг очага землетрясения (Викулин, Семенец, Широков, 1989).

В начале 1889 г. геодезист Ребер-Пашниц установил в подвале Потсдамской обсерватории горизонтальные маятники, чтобы следить за периодическими колебаниями отвесной линии под влиянием лунно-солнечного притяжения. 18 апреля 1889 г. на плавной кривой, которую воспроизводил маятник, появились сильные колебания, длившиеся в

течение 1,5–2 часов. Была высказана гипотеза, согласно которой указанные колебания были вызваны проходящими упругими волнами, возникшими в земной коре в результате землетрясения, происшедшего в Японии на удалении около 9000 км от обсерватории. Эта гипотеза достаточно быстро нашла свое подтверждение. Тем самым была доказана возможность регистрации землетрясений на больших расстояниях. Стало очевидным, что для записи землетрясений и изучения процессов, протекающих в их очагах, необходимо создавать сети сейсмических станций (Онопrienко, 2002).

Создание сети сейсмических станций, охватывающих весь земной шар, началось в конце XIX в. В 1896–1898 гг. первая такая сеть сейсмических станций, оснащенных сейсмографами системы Милна, была создана в Японии (Викулин, Дроздук, Семенец и др., 1997; Викулин, Семенец, Широков, 1989).

В конце XIX – начале XX вв. при активном и непосредственном участии Б.Б. Голицына в России также начинает создаваться сеть сейсмических станций (первые сейсмические станции в России начали свою работу в Морской астрономической обсерватории в Николаеве в 1892 г., в Харьковской и Юрьевской астрономических обсерваториях при университетах в 1893 г.).

Особенно актуальной в то время была задача создания достаточно чувствительной сейсмической станции для записи удаленных землетрясений. Существовавшие в то время типы сейсмических приборов (сейсмографы систем Вихерта, Милна, Вицентини и др.) не решали этой задачи. Например, для того чтобы исключить влияние трения пишущего пера на бумагу, наиболее совершенные в то время приборы Вихерта с механической регистрацией при увеличении около 100–200 раз требовали только маятников с массой порядка 1,5 тонны. Дальнейшее увеличение прибора могло быть достигнуто только путем соответствующего увеличения массы маятника, что значительно снижало технические возможности использования таких приборов в массовом порядке при создании сети станций.

Уже в 1902 г. Б.Б. Голицын разработал основные принципы конструирования необходимых для регистрации землетрясений приборов и предложил использовать гальванометрический метод регистрации с электродинамическим преобразованием перемещений маятника в электрические токи. Гальванометрический метод позволяет получать большее разнообразие в частотных характеристиках приборов по сравнению с прямыми методами (оптическим или механическим) и, следовательно, решать более широкий круг задач. При этом достигается значительно большее увеличение и легкое его регулирование путем введения в электрический контур маятника – гальванометра специальных «загрубляющих» сопротивлений. С помощью гальванометрического метода оказалось возможным отделить место наблюдения от места регистрации и тем самым устанавливать приемную аппаратуру (маятники) в наиболее спокойных местах, а регистрирующую аппаратуру – в наиболее удобном месте. Кроме того, приборы Б.Б. Голицына имели ряд других важных технических преимуществ, что позволило осуществлять регистрацию удаленных землетрясений в крупных городах, таких как Москва, Иркутск, Ташкент и др. В результате Б.Б. Голицыну удалось создать и длиннопериодный вертикальный сейсмограф, что ранее не удавалось никому. С помощью этого сейсмографа стало возможным определить не только расстояние до очага землетрясения, но и направление, в котором этот очаг расположен, и таким образом вычислить его географические координаты по данным одной лишь станции.

Результаты этой большой работы позволили Б.Б. Голицыну выступить на Манчестерском съезде Международной сейсмологической ассоциации в 1911 г. с серией докладов: «Новая организация сейсмической службы в России», «Об определении положения эпицентра землетрясения по наблюдениям одной сейсмической станции», «О вертикальном сейсмографе с гальванометрической регистрацией», «О результатах наблюдений с вертикальным сейсмографом и об определении угла выхода сейсмической радиации», «О рациональной динамической шкале для оценки макросейсмических дви-

жений». Ученые всего мира сразу оценили преимущества приборов системы Б.Б. Голицына. В результате все главнейшие сейсмические станции во всех частях света очень быстро были оборудованы сейсмографами его системы.

В 1915 г. начинается регистрацию самая восточная в России сейсмическая станция второго класса в г. Петропавловске-Камчатском. В этом году в мире насчитывалось 60 сейсмических станций, а в России, составляющей одну шестую часть суши, их было 12 – каждая пятая. Как видим, в начале XX в. ведущая и по значению, и по масштабам роль инструментальных сейсмологических наблюдений в мире принадлежала именно России (Викулин, Семенец, Широков, 1989).

Гальванометрический способ регистрации, предложенный Б.Б. Голицыным, оказался долгожителем в геофизическом приборостроении, и развитие сейсмометрии в мире в XX в. проходило под «знаменем» идей физика-сейсмолога Б.Б. Голицына.

В последующем региональные сети сейсмических станций неуклонно расширялись и совершенствовались, постепенно объединяясь в единую мировую сеть сейсмических станций. Появилось большое количество самых разнообразных приборов, позволяющих проводить запись сейсмических сигналов в большом амплитудно-частотном и динамическом диапазонах. В настоящее время сейсмические сигналы регистрируются в гигантском динамическом диапазоне, превышающем 140 децибел и позволяющем «перекрыть» практически весь амплитудно-частотный диапазон упругих колебаний – от «тепловых» шумов до собственных колебаний планеты.

Завершение создания мировой сети сейсмических станций позволило Б. Гутенбергу в 1945 г. ввести в рутинную практику сейсмометрических измерений магнитуду землетрясения – количественно определяемую величину упругой энергии, выделяемой в его очаге (Викулин, 2003, с. 6, 7). С введением магнитуды завершается количественное определение очага землетрясения. Для его описания используются такие параметры, как время в очаге, координаты гипоцентра, магнитуда, которые полностью определяют процесс землетрясения как физического явления.

Введение энергетической характеристики землетрясения завершило описание географии планетарной сейсмичности, что позволило ввести концепцию *сейсмических поясов*, узкими зонами простирающимися вдоль всей поверхности планеты на многие тысячи и десятки тысяч километров.

Развитие наблюдательной сейсмометрии в конце XX в. привело к обнаружению принципиально нового вида упругих колебаний *крутильной поляризации*, излучаемых из очагов сильных землетрясений. Упругие сейсмические колебания такой поляризации начали регистрироваться практически одновременно российскими и японскими учеными (Халчанский, 1998; Huang, 2001; Takeo, 1998).

Теоретическая сейсмология (Онопrienко, 2002). Достигнутые Б.Б. Голицыным успехи в области инструментальной сейсмометрии, практическим результатом которой явилось создание сети сейсмических станций на гигантской по масштабам территории России, предопределили и его громадный вклад в область теоретической сейсмологии.

Диапазон научных интересов Б.Б. Голицына, как первого из первых, был широк. Им решались следующие задачи: физическая природа сейсмических волн и траектория их распространения внутри Земли; внутреннее строение Земли; определение координат эпицентра землетрясения по одной станции; сейсмическая дисперсия; поляризация упругих волн; угол выхода сейсмической радиации; деформации почвы в эпицентре; динамическая шкала ускорений частиц почвы; микросейсмические пульсации; сейсмическая разведка, прогноз землетрясений. Разработав теорию упругости и методы регистрации и интерпретации сейсмических наблюдений, основы теории распространения упругих колебаний и применения этой теории для изучения землетрясений и строения земного шара, он тем самым заложил основы *теоретической сейсмологии*.

Б.Б. Голицыным был создан оригинальный метод изучения внутреннего строения Земли по наблюдениям над углами выхода сейсмического луча. Эта задача была им реше-

на после установки на сейсмических станциях первого класса вертикального сейсмографа с гальванометрической регистрацией. Границы раздела внутри Земли, выявленные Б.Б. Голицыным по углам выхода, не утратили своего значения по истечении многих десятилетий. Такова, например, обнаруженная Б.Б. Голицыным в 1913–1915 гг. граница на глубине 492 км, с которой связывают залегание слоя с повышенным градиентом скорости.

«Лекции по сейсмометрии» (Голицын, 1960), прочитанные и написанные, так сказать, по случаю подготовки научных кадров для сейсмических станций, оказались главным трудом Б.Б. Голицына, переведенным за рубежом и широко использовавшимся на протяжении более полувека. Для науки XX в. с ее стремительным развитием это, безусловно, рекорд. Несмотря на то что в 1912 г. развитие сейсмологии, основанной на точном наблюдательном материале, только начиналось, идеи Б.Б. Голицына не утратили своего значения спустя десятилетия. Он правильно предвидел значение некоторых исследований, которые при нем только начинались, а часть их еще не решена до сих пор.

Б.Б. Голицын задолго до постановки и проведения сейсмогеологических исследований указывал на роль современных геологических дифференциальных движений. Землетрясения, полагал он, приурочиваются к областям значительных медленных деформаций. К такой категории движений он относил, например, медленные поднятия и опускания материков или вообще медленные относительные смещения одних масс горных пород по отношению к другим.

Одним из первых Б.Б. Голицын указал на необходимость решения проблемы прогноза землетрясений. Он считал также целесообразным осуществление наблюдений над изменениями упругих модулей среды предполагаемого очага возможного землетрясения и над изменением режима источников подземных вод в сейсмоактивных зонах, что могло бы способствовать выявлению предвестников землетрясений. Впоследствии эти мысли были взяты на вооружение при прогнозах землетрясений.

Б.Б. Голицын указывал на необходимость использовать при построении макросейсмических изосейст (изолиний) исключительно инструментальные данные. Эта задача спустя десятилетия приобрела огромное значение, стала важнейшим практическим направлением сейсмологии, результаты которого применяются при сейсмическом районировании и разработке способов сейсмостойкого строительства. Вопрос об инструментальных наблюдениях над разрушительными колебаниями при землетрясениях продолжает оставаться весьма актуальным и еще далек от своего эффективного разрешения.

Исключительное значение для дальнейшего развития разведочной геофизики имели предвидения Б.Б. Голицына о возможности создания метода сейсмической разведки геологических структур и глубинного сейсмического зондирования.

Результаты, полученные Б.Б. Голицыным в области сейсмологии, сразу получили мировое признание в научном сообществе. Более того, несомненно и то, что именно с именем Б.Б. Голицына связаны *все успехи сейсмологии XX в.*: предложенный гальванометрический способ с электродинамическим преобразованием для регистрации землетрясений и, как результат, заложенные им основы теоретической сейсмологии.

Уже первые результаты исследования сейсмичности позволили достаточно убедительно подтвердить замеченное ранее рядом исследователей ее свойство *миграции*, т. е. закономерного перемещения во времени и пространстве сейсмического пояса (Рихтер, 1963; Тараканов, 1961; Mogi, 1968). В 1975 г. Ш.А. Губерман выдвигает идею о *волновой природе миграции землетрясений* (Губерман, 1975).

Было отмечено, что наиболее сильные землетрясения часто имеют тенденцию группироваться в эпохи, в течение которых они практически одновременно наблюдаются на всей поверхности Земли и при этом редко происходят в интервалах времени между ними (Могги, 1988; Мушкетов, Орлов, 1893; Тамразян, 1962). Для всех сейсмоактивных регионов Земли было показано свойство группировки землетрясений по величине их сейсмической энергии (Викулин, 1992а, 2003).

Существование таких явлений группировки землетрясений и их миграции позволяет предположить наличие между их очагами вполне определенной связи, по сути, взаимодействия (Кузнецова, 1974), физика которого определяется свойствами пространственно-временного и энергетического распределения землетрясений (Викулин, 2003).

Приведенные данные указывают на то, что *совокупность землетрясений*, рассматриваемая в пространстве и времени с учетом взаимодействия между их очагами, может рассматриваться как вполне определенный *физический процесс планетарного масштаба* (Викулин, 2003).

Прогноз землетрясения возможен. Приведенные выше данные показывают: в течение второго тысячелетия в Китае от землетрясений погибло наибольшее количество человек – около 2,5–3 миллионов. Видимо, поэтому китайцы первыми изобрели сейсмоскоп и в реальном времени предсказали Ханченгское землетрясение 04.02.1975 г.

Согласно данным научных работ (Болт, 1981; Соболев, 1993) район вокруг Ханченга в провинции Ляонин на северо-востоке Китая находился под пристальным вниманием сейсмологов, поскольку некоторые признаки указывали на то, что в ближайшем будущем здесь может произойти сильное землетрясение. Были установлены приборы для регистрации наклонов земной поверхности, флуктуаций магнитного поля, изменений электрического сопротивления грунтов и изменений содержания хлора и радона в подземных водах. Анализировались и другие предвестники землетрясений – сейсмические (форшоки, рои), а также странные запахи, туман, повышение температуры почвы и свечение. Население просили отмечать изменения уровня воды в колодцах и сообщать о любых странностях в поведении животных. В районе разлома Чинжоу в провинции Ляонин земная поверхность стала подниматься в 20 раз быстрее обычного: за 9 месяцев высота местности увеличилась примерно на 2,5 мм. Были замечены аномальные флуктуации геомагнитного поля, а также изменения высотных отметок вдоль побережья Ляодунского полуострова. В январе 1975 г. люди были предупреждены о возможном землетрясении и получили инструкции о том, как надо вести себя в случае землетрясения.

С учетом всех этих событий общая тревога была объявлена 2 февраля 1975 г. в 14 часов. Были мобилизованы спасательные средства, закрыты магазины и учреждения, больные вынесены из клиник во временные укрытия, большинство жителей выведено из домов. Вечером в 19 часов 30 минут, т. е. через 5,5 часов после объявления общей тревоги, произошло катастрофическое землетрясение, в результате которого сильно пострадал г. Ханченг со стотысячным населением. Были разрушены сотни домов, фабрики, но поскольку все жители находились вне зданий, то число жертв было небольшим – около 1000 человек.

В 1976 г. в Китае вслед за Ханченгским землетрясением были последовательно предсказаны еще три. Перед каждым из них ученые выдавали долгосрочный прогноз, основанный на изучении и анализе предвестников землетрясений. Оперативный прогноз для каждого из этих землетрясений был сделан своевременно и составлял от нескольких часов до нескольких дней. В каждом случае принимались меры безопасности, а однажды была даже проведена массовая эвакуация населения. Казалось бы, что проблема прогноза землетрясений практически решена. Но прогноз катастрофического Таньшанского землетрясения 21.07.1976 г., несмотря на наличие явных предвестников, тем не менее не был сделан. В результате, как отмечено выше, целиком был разрушен многомиллионный промышленный г. Таньшань и погибли сотни тысяч человек.

По мнению известного японского ученого-сейсмолога К. Моги (Моги, 1988), среди специалистов существуют разные мнения о возможности прогноза землетрясений в ближайшем обозримом будущем, и эти мнения меняются со временем. Иногда преобладает крайний пессимизм, иногда – крайний оптимизм. Пессимизм в основном связан с принципиальной невозможностью в рамках физики разрушения предсказать с более или менее близкой к нуждам практики точностью время образования трещины в материале, находящемся под нагрузкой. Большая неопределенность такого предсказания связана как с большим количеством факторов, от которых зависит процесс разрушения, так и с

достаточно низкой точностью, с которой мы можем количественно определять характеризующие эти факторы параметры.

Возникающий же время от времени оптимизм в решении прогноза землетрясений связан, как правило, с высокой точностью определения того или иного предвестника землетрясения, которая со временем по непонятным причинам начинает изменяться. Так было, например, с отношением скоростей продольных и поперечных волн, относительная величина которого, по данным советских ученых в начале 60-х гг. XX в., перед землетрясением уменьшалась на большое для предвестников значение (10–15%). Землетрясение происходило, когда это значение возвращалось к «нормальному» значению, равному 1,73. Повторение этого результата учеными многих «сейсмоопасных» стран, в первую очередь учеными Японии и США, привело к созданию новой модели процессов в очаге землетрясения – дилатантно-диффузионной модели, в рамках которой нашло свое количественное объяснение изменение со временем некоторых предвестников землетрясения. На волне такого оптимизма и произошло предсказанное Ханченгское землетрясение в Китае. Как видим, вследствие благоприятной «атмосферы» появление «новой теории» привело к совершенно безудержному оптимизму по отношению к возможности прогноза землетрясений. Однако когда скорость сейсмических волн, возбужденных взрывами, стали измерять многократно и с большой точностью, то выяснилось, что больших изменений скорости, о которых сообщалось по наблюдениям естественных землетрясений, не происходит.

Весьма пессимистическое отношение к разрешимости проблемы прогноза землетрясений появилось в последнее время в США. Одной из причин стало то, что перед землетрясением в районе Койоте-Лейк в центральной части Калифорнии 6 августа 1979 г. не было отмечено никаких предвестников, хотя в этом многомиллионном районе американскими учеными проводился большой комплекс дорогостоящих исследований по данной проблеме.

Несколько другой точки зрения на проблему прогноза землетрясения придерживается российский ученый, член-корреспондент РАН Г.А. Соболев (Соболев, 1993). Он убежден, что даже на настоящем уровне наших знаний прогноз землетрясения возможен с определенной вероятностью. Более надежен сейчас среднесрочный прогноз с заблаговременностью в несколько лет или месяцев. Значительно большие трудности предстоит преодолеть для того, чтобы сделать краткосрочный прогноз за несколько суток или часов до землетрясения. Тем не менее разрушительное, но без жертв, спрогнозированное Ханченгское землетрясение 04.02.1975 г. является путеводной вехой, позволяющей надеяться на успешное в дальнейшем осуществление предсказания всех сильных землетрясений.

В настоящее время на многих полигонах мира осуществляется прогноз землетрясений в реальном времени. Случаев удачного прогноза можно привести достаточно много. Некоторые из них рассмотрены в наших предыдущих книгах (Викулин, Дроздюк, Семенец и др., 1997; Викулин, Семенец, Широков, 1989), а также в работе (Завьялов, 2006; Соболев, 1993).

География землетрясений и «цена» их прогноза. Из приведенных выше данных сейсмические «рейтинги» стран могут быть расставлены следующим образом. Самой сейсмоопасной страной является Китай, в котором произошло три землетрясения с числом жертв более 100 тыс. человек при общей численности жертв при землетрясениях второго тысячелетия 2,5–3 млн. человек. Следующей страной является Индия, где число жертв превышает 100 тыс. человек в результате трех землетрясений (в 893, 1737 и 1876 гг.) при общем числе жертв во втором тысячелетии около 800 тыс. человек. В Японии такие землетрясения наблюдались дважды: в 1730 и 1923 гг. при общем количестве жертв около 0,5 млн человек. По одному разу такие землетрясения наблюдались в Сирии в 1138 г., в Италии в 1908 г. (землетрясение в Мессине), в бывшем СССР в 1948 г. (землетрясение в Ашхабаде), в Индонезии в 2004 г. (землетрясение на о. Суматра). В Эквадоре и Колумбии при землетрясении и цунами 16.08.1868 г. погибло 70 тыс. человек. В Малой Азии (Силиджия) при землетрясении в 1268 г. погибло 60 тыс. человек. В Португалии в ре-

зультате сильнейшего землетрясения и последовавшего за ним катастрофического цунами 1 ноября 1755 г. погибло 30–70 тыс. человек (Болт, 1981; Гир, Шах, 1988; Клячко, 1999). Сами португальцы количество жертв оценивают в 40 тыс. человек (Португалия, 2006б).

Природная катастрофа в Индийском океане 26 декабря 2004 г. причинила многомиллиардный материальный ущерб и унесла более 300 тыс. человеческих жизней. Она потрясла не только районы своего прямого воздействия на территориях и акваториях Юго-Восточной Азии, но и весь цивилизованный мир, заставив по-новому взглянуть на проблему опасности страшных «прихотей» природы для населения планеты.

Комментарии специалистов, опубликованные и в СМИ, и в научной печати, оставили впечатление отрывочности и недосказанности прежде всего относительно закономерности произошедшего события именно для данного места и, что еще более важно, возможности его прогнозирования. Декабрьская трагедия 2004 г. свидетельствует: разработанные в XX в. методы долгосрочного, среднесрочного и краткосрочного прогноза так и не смогли обеспечить решение задачи безопасности цивилизованного общества начала XXI в. даже в минимально необходимом объеме. Настало время кардинально изменить стратегию подхода к изучению и прогнозу катастрофических явлений, как эндогенных, так и экзогенных, регулярно потрясающих нашу планету.

Как видим, география землетрясений обширна, цена его прогноза внушительна. Действительно, к сказанному выше можно добавить следующее. Землетрясения составляют 13% от общего числа природных катастроф, происшедших в мире во второй половине XX в., занимая третье место среди всех природных катастроф по количеству жертв. По данным Национального центра информации о землетрясениях (США), в течение XX в. людские потери от землетрясений составили 1,4 млн человек. Только в Турции, по данным сейсмологической обсерватории Кандилии Университета Богазичи, в течение XX в. погибли 81 952 человека (в среднем 820 человек в год) и было разрушено и повреждено 558 279 строений (Завьялов, 2006). Проблеме числа жертв при землетрясениях посвящено большое количество литературы (Писаренко, Родкин, 2003; Шебалин, 1997, 2003).

Землетрясения и другие стихийные бедствия и их последствия, как и войны, уже стали вполне «обычной» и неотъемлемой частью жизни человечества, пронизывающей все ее стороны: культуру, науку, политику и все социальные сферы. Решение такой всеобъемлющей и всезатрагивающей проблемы, как прогноз стихийного бедствия, возможно лишь при «комплексном» использовании всех без исключения достижений человеческого общества, в первую очередь науки, включая и такие, на первый взгляд, «экзотические» направления, как ротационные, вихревые и волновые.

Оптимизм 60–70 гг. прошлого века относительно возможности решить проблему прогноза землетрясений, как отмечалось выше, сменился в конце 80-х – начале 90-х гг. глубоким пессимизмом. Почему это произошло?

К концу 60-х гг. прошлого века уже были разработаны теоретические модели землетрясения: теория лавинно-неустойчивого трещинообразования – в нашей стране и теория дилатации – за рубежом. Они описывали основные стороны процесса и давали качественное объяснение большинству известных предвестников землетрясений. Казалось бы, для надежного предсказания землетрясений осталось решить чисто технические задачи: повысить плотность сейсмических станций и оснастить их хорошими приборами. При этом предполагалось получить «количественную» привязку предвестников к конкретным землетрясениям.

Однако эксперименты, проведенные как у нас, так и на рубежных сейсмологических полигонах, показали, что распределение предвестников представляет собой мозаичную картину. Иными словами, увеличение плотности наблюдательной сети (повышение точности наблюдений) привело не к локализации предвестников в пространстве и во времени, а к их «размыванию».

Полученный результат имеет, на наш взгляд, фундаментальное значение. Предвестники существуют – это факт. Но связаны они не с конкретными землетрясениями, как предполагалось, а с их совокупностями, т. е. с некоторым общим физическим процессом планетарного масштаба, завершающимся иногда землетрясениями, иногда извержениями вулканов, иногда тайфунами и наводнениями.

Сейсмические вехи

Земля как планета

(Викулин, Дроздюк, Семенец и др., 1997; Оноприенко, 2002; Проблемы..., 2000; Соболев, 1993; Шебалин, 2003)

100–70 млн лет назад в юго-западной части Тихого океана произошло разрушение возвышенности Дарвина. При этом имели место массовые излияния базальтов гигантских объемов, которые сопровождалась вдоль всей окраины океана многочисленными (непрерывными) извержениями вулканов, сильнейшими землетрясениями и катастрофическими цунами. Это была катастрофа планетарного масштаба. В результате сформировалась окраина, в пределах которой начался современный тектонический процесс.

3600 лет назад произошел взрыв вулкана Санторин в Эгейском море, сопровождавшийся многочисленными сильными землетрясениями и цунами. По мнению многих ученых, эти явления привели к гибели минойской цивилизации – число погибших, по нашим оценкам, составило около 10 млн человек. Некоторые ученые с этим событием связывают гибель Атлантиды.

132 г. Китайский астроном Чжан Хэн создал первый в мире сейсмический прибор, способный определять направление на очаг землетрясения.

854–893, 1319 гг. Серия катастрофических землетрясений сопровождалась многочисленными жертвами и большими разрушениями, что привело к изменению мест расположения столицы Армении (Двин, Ани, Ереван).

IX–X вв. Появились первые сообщения о землетрясениях в Европе.

XI в. Крупнейшее научное достижение макросеймики этого периода: арабские ученые установили, что сейсмические проявления в разных, порой достаточно удаленных друг от друга местах могут относиться к одному и тому же землетрясению.

10 мая 1230 г., 7 часов утра. Сильные сотрясения «по всей Земле в один час» ощущались в Киеве, Переславле, Новгороде, Суздале, Владимире-Суздальском и других местах. Автор Лаврентьевской летописи, в которой было приведено сообщение о землетрясении в этих городах, по сути, повторил открытие арабских ученых.

XIV–XV вв. Серия сильных землетрясений, захвативших многие области в Европе, – Виллах (Австрия), 1348 г.; Базель (Швейцария), 1390 г.; Восточные Пиренеи, 1427 г., – привела к серьезному росту общественного интереса к землетрясениям в Европе.

XV–XVI вв. Появление первых специализированных трактатов о землетрясениях.

23 января 1556 г. Сильнейшее по количеству жертв за всю историю человечества землетрясение в Шэнси (Китай), в результате которого погибло около 830 тыс. человек.

01 ноября 1755 г. Землетрясение и цунами в Лиссабоне, при котором погибло 30–70 тыс. человек, привело к новому росту общественного интереса в Европе к проблемам сейсмологии. Сами португальцы число жертв оценивают в 40 тыс. человек. Начиная с этого времени многочисленные упоминания о землетрясениях обнаруживаются в самых различных архивах стран Южной и Центральной Европы.

Первая половина XIX в. Сложился определенный стереотип «хорошего» каталога землетрясений, который отличает достаточно четкое описание основных событий и явлений при землетрясении, более или менее аккуратная пространственная привязка событий и ссылки на первоисточники сообщений.

Вторая половина XIX в. К этому времени накопился огромный объем макросейсмических данных, что и привело к созданию первых макросейсмических шкал М. Росси (1875) и Ф. Фореля (1881). Созданы первые в современном понимании сейсмографы.

18 апреля 1889 г. С помощью горизонтальных маятников, следящих за периодическими колебаниями отвесной линии под влиянием лунно-солнечного притяжения, геодезист Ребер-Паншиц зарегистрировал в Потсдамской обсерватории сейсмические волны, пришедшие от землетрясения в Японии, на удалении около 9000 км. Тем самым была доказана возможность регистрации землетрясений на больших расстояниях и стало очевидно, что для записи землетрясений и изучения процессов, протекающих в их очагах, необходимо создавать сети сейсмических станций.

1896–1898 гг. Создана первая сеть сейсмических станций в Японии, оснащенных сейсмографами Милна.

1902 г. Б.Б. Голицыным разработан гальванометрический метод регистрации землетрясений с электродинамическим преобразованием перемещений маятника в электрические токи, определивший направление развития сейсмометрии в мире.

25 января 1906 г. Сильнейшее землетрясение, разрушившее Сан-Франциско (США). Анализ последствий этого землетрясения позволил Ф. Рейду в 1910–1911 гг. сформулировать положения, которые впоследствии были положены в основу теории очага землетрясения.

18 февраля 1911 г. Сильнейшее землетрясение на Памире. Анализ сейсмограммы этого землетрясения, полученной на сейсмической станции Пулково (вблизи г. Санкт-Петербурга), позволил Б.Б. Голицыну в 1915 г. предложить способ определения величины сейсмической энергии, выделяющейся в очагах землетрясений.

1911 г. Состоялся съезд Международной сейсмологической ассоциации в г. Манчестер (Англия), на котором Б.Б. Голицын выступил с *серией* докладов: «Новая организация сейсмической службы в России», «Об определении положения эпицентра землетрясения по наблюдениям одной сейсмической станции», «О вертикальном сейсмографе с гальванометрической регистрацией», «О результатах наблюдений с вертикальным сейсмографом и об определении угла выхода сейсмической радиации», «О рациональной динамической шкале для оценки макросейсмических движений», которые, по сути, обозначили основные направления развития всей мировой сейсмологии в XX в.

1912 г. «Лекции по сейсмометрии» Б.Б. Голицына, прочитанные и написанные по случаю подготовки научных сейсмологических кадров, переведенные и опубликованные во многих странах, оказали решающее влияние на становление и развитие мировой сейсмологии в XX в.

Первая половина XX в. Завершение создания мировой сети сейсмических станций позволило в 1945 г. Б. Гутенбергу ввести в рутинную практику сейсмометрических исследований определение магнитуды землетрясения.

60–70-е гг. Во многих странах создаются геофизические полигоны с целью изучения физики очага землетрясения и его прогноза.

04 февраля 1975 г. Произошло сильное землетрясение, разрушившее г. Ханченг (Китай). Этому землетрясению предшествовал достаточно длительный процесс изучения и анализа предвестников землетрясений. Впервые в мировой практике оно было предсказано, что позволило избежать больших человеческих жертв.

27 июля 1976 г. Произошло сильное землетрясение, разрушившее многомиллионный промышленный г. Таньшань. Число жертв составило около 650 тыс. человек. Это землетрясение, происшедшее в соседней (по отношению к Ханченгскому землетрясению 1975 г.) провинции Китая, которому также предшествовал длительный этап изучения предвестников землетрясений, тем не менее не было предсказано.

24 декабря 2004 г. Землетрясение Суматра в Индонезии и возникновение цунами привели к гибели более 300 тыс. человек в Индонезии, Индии, Таиланде и Австралии.

Резюме. Несомненно, тот гигантский прогресс, который имел место в науке и технике в течение последних веков, в том числе в сейсмологии и сейсмостойком строительстве, тем не менее оказался недостаточным для построения надежных схем прогноза сейсмических бедствий и разработки методов защиты от них. Требуются новые, более действенные усилия мирового научно-технического сообщества, которые, вне всякого сомнения, должны быть объединены единой планетарной программой исследований стихийных бедствий.

Япония

(Викулин, Викулина, 1989; Викулин, Дроздюк, Семенец и др., 1997; Проблемы..., 2000; Рикитакэ, 1979; Шебалин, 2003)

27 ноября 684 г. Произошло первое сильное землетрясение, сведения о котором содержатся в известном каталоге японских землетрясений, составленном Ф. Омори: «Сильное землетрясение в префектурах (с запада на восток) Эхиме, Коти, Токусима, Вакаяма, Нара, Миэ, Айти и Сидзуска. Особенно сильными землетрясения были в префектуре Коти. Возникло цунами, которое было наиболее интенсивным на побережье префектуры Коти. Около 12 км² земли ушло под воду вместе с двумя деревнями. Где это произошло, неизвестно, но, возможно, на побережье залива Тоса, в районе бухты Урадо».

Из приведенного описания видно, что область, затронутая землетрясением, простирается не менее чем на 600–700 км.

22 февраля 1880 г. Достаточно слабое ($M = 5,4$, повреждены дымовые трубы) землетрясение в Йокогаме послужило, тем не менее, толчком к созданию *сейсмологического общества в Японии*.

28 октября 1891 г. Сильное ($M = 8,4$) Нобийское землетрясение, унесшее жизни 7273 человек и разрушившее 142 177 зданий, стимулировало образование *Императорского комитета по изучению землетрясений*.

01 сентября 1923 г. Катастрофическое ($M = 8,2$) землетрясение в Канто. Горизонтальные перемещения при землетрясении в районе Токио достигали 2 м и более, интенсивность колебаний грунта доходила до 8–9 баллов по японской шкале JMA. Разрушена и сожжена столица Японии – г. Токио, погибло 142 807 человек, ранено 104 000 человек, сгорело около 600 000 зданий. Через два года после этого землетрясения правительство Японии учредило *Сейсмологический институт при университете г. Токио*.

20–60-е гг. Произошла серия сильнейших землетрясений в Японии, сопровождавшихся многочисленными жертвами и большим материальным ущербом.

7 марта 1927 г. В результате землетрясения в Танго погибло 3017 человек, разрушено и сожжено 15 594 дома.

1944–1945 гг. Землетрясения Тонанкай и Микава унесли жизнь 2959 человек, разрушили 46 950 домов, цунами смыло 3059 строений.

21 декабря 1946 Землетрясение Нанкай, в результате которого погибло 1443 человека, разрушено и смыто цунами 4049 домов и строений.

04 марта 1952 г. Землетрясение вблизи о. Хоккайдо, в результате которого погибло 33 человека, смыто цунами 92 человека, разрушено 615 домов.

16 июня 1964 г. Землетрясение разрушило г. Ниигата.

Эти катастрофы привели к тому, что в начале 60-х гг. была разработана общенациональная программа исследований по прогнозу землетрясений. В 1963 г. создается подкомитет по предсказанию землетрясений. Наконец, в 1964 г. правительство принимает решение о финансировании долгосрочной программы работ по поиску предвестников землетрясений.

16 мая 1978 г. Сильное ($M = 7,8$) землетрясение Токати-оки, в результате которого значительно пострадала северная часть Японии. На правительственном уровне было предложено сконцентрировать больше усилий на проблеме прогноза землетрясений. Общество требует не исследований по предсказанию землетрясений, а реальных прогнозов, где это возможно. *Для обработки данных по предвестникам создано три общенациональных центра.*

17 июня 1973 г. Сильное ($M = 7,9$) землетрясение с очагом на Южных Курилах (т. е. фактически в России), в результате которого на севере о. Хоккайдо были небольшие жертвы и незначительные разрушения. Тем не менее в Японии *создается новая программа*, включающая оснащение аппаратурой нового типа. *Расходуются значительные средства на обучение населения действиям при сильных землетрясениях.*

17 января 1995 г. Сильное ($M = 7,2$) землетрясение в Кобэ. Погибло более 5300 человек, ранено 27 тыс. человек, лишились крова 300 тыс. человек, разрушено 11 тыс. домов.

Японское правительство отказалось от международной помощи. Это было сделано не только из гордости, но и от сознания того, что созданная на государственном уровне мощная система по ликвидации последствий от стихийных бедствий сработает четко и быстро. Действительно, в очень короткое время были восстановлены все поврежденные транспортные магистрали и морской порт, крупнейший не только в Японии, но и в мире. Факты свидетельствуют – Кобэ выстоял.

Сейсмические «достопримечательности» и прогноз (Япония) (Викулин, 1992а, 2003; Викулин, Викулина, 1989)

В пределах желоба Нанкай в 684–1946 гг. произошло 15 землетрясений с $M \geq 7,9$, расположение очагов которых обнаруживает ряд характерных особенностей (рис. 28), а именно:

1. Сейсмофокальный объем можно разбить на три зоны, границы которых фиксированы во времени. Размеры зон примерно равны по протяженности и составляют 270 ± 30 км.

2. Очаги землетрясений объединяются в цепочки, в пределах которых они мигрируют из одной зоны в другую в направлении с северо-востока на юго-запад. При этом в пределах одной миграционной цепочки очаги землетрясений захватывают две или три зоны.

3. Интервалы времени между землетрясениями в миграционной цепочке изменяются в пределах от нуля (в случае землетрясений 1605 и 1707 гг., представленных двумя практически одновременными толчками с очагами, расположенными в соседних зонах) до одного дня (23 и 24.12.1854 г.), 3–4 лет (1096 и 1099 гг.) и 23 лет (1923, 1944 и 1946 гг.).

4. Повторяемости землетрясений в пределах каждой из зон близки и в среднем равны одному такому событию в течение $T_1 = 128 \pm 44$ г.

5. В пределах каждой из зон очаги землетрясений мигрируют в сторону береговой линии. Значения скоростей миграции для каждой зоны близки друг другу, составляя в среднем $V_1 = 0,17 \pm 0,04$ км/год.

Выявленные особенности пространственно-временного распределения очагов землетрясений с $M \geq 7,9$ позволили построить прогноз для желоба Нанкай. Этим прогнозом определяется не только вероятный временной интервал следующих таких землетрясений (2070 ± 40 лет), но и их макросейсмический эффект, который по шкале MSK-64 должен быть на $1,0 \pm 0,5$ балла больше, чем при последних сильнейших землетрясениях 1923, 1944 и 1946 гг.

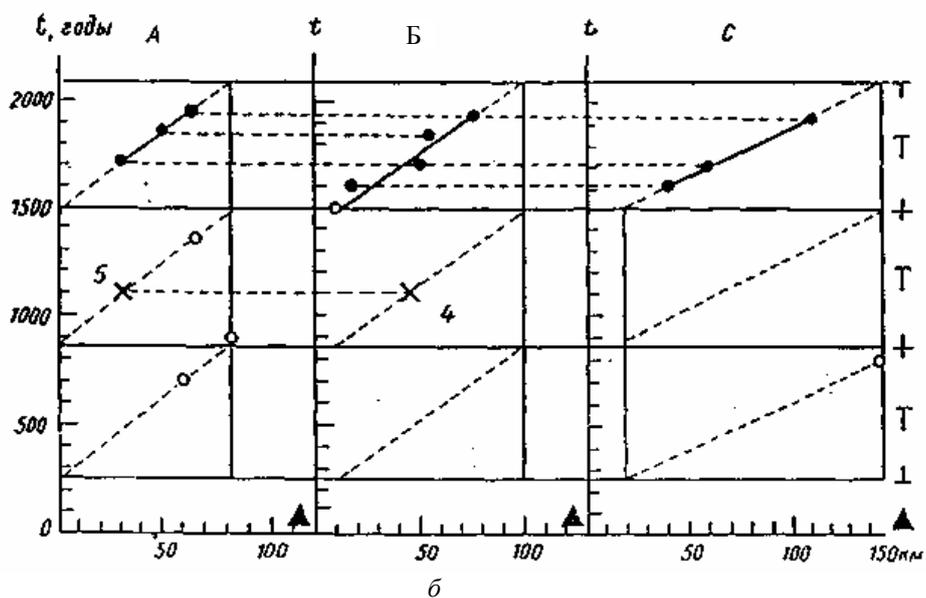
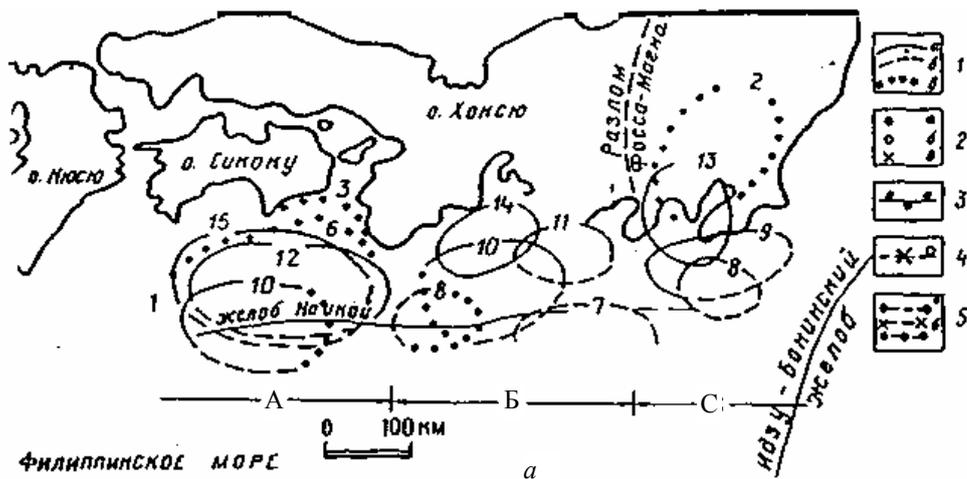


Рис. 28. Расположение очаговых областей землетрясений 684–1946 гг. с $M \geq 7,9$ в районе желоба Нанкай (а) и их пространственно-временная карта (б) (Викулин, 2003): 1 – участки границ очаговых областей землетрясений; 2 – значения, определяющие величину расстояния от оси желоба до ближайших к берегу участков очаговых областей землетрясений; 3 – миграционные цепочки, рассчитанные для каждой из трех зон (А, Б, С) методом наименьших квадратов и объединяющие очаговые области землетрясений 1605–1946 гг.; 4 – такие же цепочки, продолженные в интервале времени 648–1498 гг.; 5 – пары и тройки землетрясений (цифры 1–15 обозначают следующие землетрясения: 1 – 27.11.684 г., $M = 8,0-8,4$; 2 – 818 г., $M = 7,9$; 3 – 26.08.887 г., $M = 8,6$; 4 – 21.02.1099 г., $M = 8,0$; 5 – 17.12.1096 г., $M = 8,4$; 6 – 03.08.1361 г., $M = 8,4$; 7 – 20.09.1498 г., $M = 8,6$; 8 – 31.01.1605 г., $M = 7,9$; 9 – 31.12.1703 г., $M = 8,2$; 10 – 28.10.1707 г., $M = 8,4$; 11 – 23.12.1854 г., $M = 8,4$; 12 – 24.12.1854 г., $M = 8,4$; 13 – 01.09.1923 г., $M = 8,2$; 14 – 07.12.1944 г., $M = 8,0$; 15 – 21.12.1946 г., $M = 8,0$)

В частности, для столицы Японии г. Токио ближайшее землетрясений с $M \geq 7,9$ по этому прогнозу ожидается в 2051 ± 44 г. При этом город, как и при предыдущем землетрясении Канто в 1923 г., будет фактически располагаться в очаговой области прогнозируемого землетрясения, что определит колебания при землетрясении интенсивностью 9–10 баллов по шкале MSK-64 или до 8–9 баллов по принятой в Японии шкале JMA. По-видимому, наиболее близким аналогом по расположению прогнозируемого для района г. Токио сильнейшего землетрясения может являться землетрясение 818 г. ($M = 7,9$), описание которого, согласно каталогу Ф. Олюри, гласит: «Сильное землетрясение в префектурах Токио, Сайтама, Ибараки, Гимма, Тотиги. Цунами в заливе Сагами».

Россия

(Викулин, Семенец, Широков, 1989; Ломоносов, 1986; Медведев, 1968; Новый..., 1977; Оноприенко, 2002; Проблемы..., 2000; Шебалин, 2003; Уломов, Шумилина, 1998)

2000 г. до н. э. В это время на территории бывшего СССР произошли первые землетрясения, отмеченные в Новом каталоге землетрясений: землетрясение в Западной Туркмении с $M = 7,1$, сильно разрушившее г. Ак-Тепе, и землетрясение в Прибайкалье с $M = 7,2$, выявленное и датированное по сейсмодислокации во второй половине XX в.

1757 г. В августе этого года выходит в свет работа М.В. Ломоносова, в которой автор высказал свои взгляды на геологические процессы и попытался дать объяснение причинам землетрясений, предложив одну из первых в мире их классификацию по четырём типам.

08 июня 1887 г. Произошло сильное ($M = 7,3$) землетрясение, полностью разрушившее г. Верный (Средняя Азия). Основной толчок в течение 5 минут сопровождался 5-балльным форшоком, что вынудило многих спящих уже жителей покинуть дома и тем самым спастись. Это землетрясение было тщательно обследовано геологом И.В. Мушкетовым (1850–1902), по предложению и председательством которого в этом же году в Императорском русском географическом обществе создается *Сейсмическая комиссия*. В 1890 г. она разрабатывает *программу наблюдений за землетрясениями*.

1892–1893 гг. Сначала в Морской астрономической обсерватории г. Николаева (1982), а затем в Харьковской и Юрьевской астрономических обсерваториях (1893) при университетах *начинают работу первые три сейсмические станции в России*.

1893 г. Под редакцией И.В. Мушкетова был издан «Каталог землетрясений Российской империи» (авторы И.В. Мушкетов, А.П. Орлов), который содержал перечень и описание землетрясений в России и сопредельных государствах с древнейших времен. Каталог содержит сведения о 2574 землетрясениях и широко используется сейсмологами вплоть до наших дней.

04 февраля 1898 г. В Петербургской академии наук состоялось первое заседание Комиссии по организации наблюдений над сейсмическими явлениями, на котором присутствовали представители Академии наук Русского географического общества, Главной физической обсерватории и Военно-топографического отдела.

Комиссия признала необходимым:

1) учредить при Академии наук для руководства сейсмическими наблюдениями в России постоянную сейсмическую комиссию при участии российских университетов, Русского географического общества, Военно-топографического отдела Главного штаба и Главного гидрографического управления;

2) для выбора аппаратуры для сейсмических станций произвести сравнительные испытания существующей аппаратуры;

3) организовать сейсмические наблюдения в Иркутске и Тифлисе.

На следующем заседании комиссии было предложено организовать сейсмические наблюдения во Владивостоке, Хабаровске, Томске, Омске, Екатеринбурге, Верном, а при Тифлисской, Ташкентской и Иркутской обсерваториях – *сеть пунктов*, оборудованных простейшими сейсмоскопами.

25 января 1900 г. В России создается Постоянная центральная сейсмическая комиссия (ПЦСК), в работе которой самое активное участие принимает *физик* Б.Б. Голицын (1862–1916). Центральное бюро ПЦСК, возглавляемое Б.Б. Голицыным, начинает реализовывать проект организации сейсмической службы, инициатором и вдохновителем которой он сам и являлся.

1910 г. Б.Б. Голицын добивается ассигнования на оборудование сейсмических станций и утверждения *постоянного бюджета* ПЦСК. Кроме того, отпускаются значительные средства на изготовление сейсмографов системы Голицына для станций первого и второго классов и на строительство специальных павильонов на сейсмических

станциях. Для станций первого класса изготавливается семь комплектов горизонтальных и вертикальных сейсмографов с магнитным затуханием и гальванометрической регистрацией системы Голицына. Для сейсмических станций второго класса Б.Б. Голицыным разрабатываются тяжелые маятники с механической регистрацией. Станции снабжаются превосходными регистрирующими аппаратами и вспомогательным оборудованием для определения постоянных. Приобретаются контактные маятниковые часы высокого качества. Производится строительство специальных зданий и павильонов для установки аппаратуры на Центральной сейсмической станции в Пулково, а также на станциях в Баку, Иркутске, Ташкенте, Тифлисе, Екатеринбурге, Кабанске, Самарканде, Боржоми, Оше, Пятигорске и других местах.

1911 г. Для подготовки научного персонала станций Б.Б. Голицын в 1911 г. впервые прочел свои знаменитые «Лекции по сейсмометрии».

20-е гг. Восстановление сейсмической службы в СССР после революционных «преобразований» возглавил ученик Б.Б. Голицына профессор П.М. Никифоров (1884–1944), руководитель сейсмического отдела Физико-математического института АН СССР.

22 октября 1926 г. Произошло землетрясение в Ленинакане. В 44 селах пострадало 6018 хозяйств, было полностью разрушено 4246 домов, полуразрушено – 985, частично разрушено – 739. В селах погибло 355, ранено 387 человек, а в Ленинакане погибло 15 и ранено 100 человек. Были полностью разрушены 12 деревень и 15 пострадали частично. В Ленинакане остались без крова 57 000, а в селах – 93 750 жителей. Результаты проведенного обследования показали, что в Ленинакане разрушены полностью 40% домов, частично – 35%, легко – 25%.

1927 г. Создается Геофизический институт Академии наук СССР (ныне Институт физики Земли Российской АН – ИФЗ РАН). Первым директором института стал О.Ю. Шмидт. До настоящего времени все работы по регистрации землетрясений в России проводятся под научным руководством Института физики земли РАН.

1938 г. Г.С. Горшковым разработана первая карта общего сейсмического районирования территории СССР. В последующем такие карты совершенствовались в 1963, 1978 и 1997 гг.

05 октября 1948 г. Произошло землетрясение, полностью разрушившее г. Ашхабад и рядом расположенные населенные пункты. В результате землетрясения погибло около 100 тыс. человек. На изучение последствий этого землетрясения уехали практически все сейсмологи Геофизического института.

Это землетрясение послужило началом *качественного* (скачкообразного) изменения отношения государства к работам по изучению землетрясений. В России и республиках бывшего СССР начался заметный подъем сейсмологических исследований. Начало процесса, как это было и раньше во многих странах, связано именно с тяжелейшими, катастрофическими последствиями Ашхабадского землетрясения.

1949 г. После Ашхабадского землетрясения были отпущены значительные средства на развитие сети сейсмических станций бывшего СССР и на научные исследования по сейсмологии как в Москве, так и во многих периферийных научных центрах. В результате в Средней Азии (в городах Гарм и Талгар), а впоследствии и в других сейсмоактивных регионах России создаются комплексные сейсмологические экспедиции для изучения землетрясений.

Удивительным образом этот период совпал с рядом крупных научных событий, из которых можно выделить три: создание Ч. Рихтером и Б. Гутенбергом в США и внедрение в отечественную сейсмологическую практику шкалы магнитуд; разработка С.В. Медведевым шкалы макросейсмической интенсивности первого поколения; открытие связи между магнитудой и макросейсмическими характеристиками очага землетрясения, выполненное почти одновременно рядом ученых.

04 ноября 1952 г. Произошло катастрофическое ($M = 8,5$) Камчатское землетрясение. Цунами смыт г. Северо-Курильск. Погибло около 3000 человек. Все данные по этому землетрясению были рассекречены только в канун 50-летней годовщины этой трагедии – в самом начале XXI в.

Землетрясение обратило внимание правительства СССР и на проблемы сейсмо- и цунами-опасности Дальнего Востока. В результате в конце 50-х – начале 60-х гг. на Дальнем Востоке были созданы региональные сети сейсмических станций, а впоследствии в крупных городах Дальнего Востока – Южно-Сахалинске, Владивостоке, Хабаровске, Петропавловске-Камчатском, Магадане и других были созданы научно-исследовательские институты, которые в настоящее время объединены в рамках Дальневосточного отделения РАН. Это привело к созданию на Дальнем Востоке России мощного научного центра, способного самостоятельно решать крупные научно-исследовательские проблемы.

1957 г. Создается Сибирское отделение АН СССР. Начинается ускоренное развитие науки на Дальнем Востоке СССР.

08 декабря 1988 г. Сильное ($M = 7,2$) землетрясение в Армении, разрушившее г. Спитак. Пострадали города Ленинакан, Кировакан, Степанован. Погибло около 25 тыс. жителей. Это землетрясение, очаг которого был удален «всего» на 100–200 км от очагов разрушительных землетрясений 854–1319 гг., завершает пока цепочку катастроф в Армении и в полной мере отражает недоучет их влияния.

Восстановительные работы, в организации которых приняли активное участие все союзные республики, начались быстро. Но разваливающийся СССР уже не смог, а может быть, и не хотел обеспечить тот достаточно высокий уровень восстановительных работ, который имел место при предыдущих сейсмических катастрофах в 1948 г. в Ашхабаде, в 1952 г. – на Курильских островах и Камчатке, в 1966 г. – в Ташкенте.

После Спитакского землетрясения Правительством СССР принято решение о создании Федеральной системы сейсмологических наблюдений и прогноза землетрясений (ФССН). Создание этой структуры во многом способствовало сохранению сейсмологических наблюдений на территории России в период развала СССР и в течение «трудных» 90-х гг. прошлого века.

1991–2004 гг. *08 марта 1991 г.* произошло Хаилинское ($M = 7,0$) 8-балльное землетрясение, вообще говоря, не очень сильное, без жертв и особых разрушений, но происшедшее в *асейсмичном* районе, в котором согласно действующей на тот момент карты Общего сейсмического районирования (ОСР) 1978 г. «допускались» сотрясения не более 5 баллов. Три балла – это *очень большая ошибка карты ОСР-78*.

По инициативе администрации Корякского автономного округа (КАО), на территории которого произошло это землетрясение, в течение ряда лет проводились комплексные исследования. Главным итогом проведенных работ явилась разработка принципиально новой методики сейсмического районирования.

1997 г. В результате комплексных исследований, выполненных под общим руководством ИФЗ РАН в 1991–1997 гг. по проблеме «Сейсмичность и сейсмическое районирование Северной Евразии» в рамках государственной научно-технической программы «Глобальные изменения природной среды и климата», построен с использованием принципиально новых подходов комплект новых карт ОСР, разграничивающих зоны разной балльности для фиксированных интервалов времени $t = 50, 100, 1000$ лет с 90%-ной вероятностью непревышения (или 10%-ной вероятностью превышения) расчетной интенсивности. В основе карт ОСР-97 была заложена методика, предложенная и отработанная на Хаилинском землетрясении 1991 г.

2004 г. Авторский коллектив карт ОСР-1997 был удостоен Государственной премии России.

1994 г. Вместо Единой сети сейсмических наблюдений СССР была образована Геофизическая служба РАН, в которую по Постановлению Президиума РАН от

31 мая 1994 г. № 107 были включены сейсмические станции европейской части России, Сибири и Дальнего Востока.

4 декабря 1994 г. Произошло Шикотанское ($M = 8,0$) землетрясение. Имелись человеческие жертвы и разрушения зданий в населенных пунктах на Южных Курильских островах.

В рамках Министерства по чрезвычайным ситуациям для ликвидации последствий стихийных бедствий создана служба быстрого реагирования.

28 мая 1995 г. Землетрясение ($M = 7,0$), сопровождавшееся сотрясениями до 9–10 баллов, практически полностью разрушило г. Нефтегорск на о. Сахалин. Из 3197 человек, проживавших в этом городе на момент землетрясения, 2068 человек (около 70%) погибли.

Уже через сутки после землетрясения в спасательных работах было задействовано 13 самолетов, 11 вертолетов и 66 единиц наземной техники. Всего в спасательных работах было задействовано 25 самолетов и 24 вертолета. На четвертые сутки количество техники составляло 267 единиц. Сразу после землетрясения к спасательным работам приступили 500 человек, число спасателей быстро увеличивалось. Кроме оперативной группы МЧС, личного состава Министерства обороны и специалистов гражданской обороны России к работе было привлечено 27 поисково-спасательных отрядов, оперативно прибывших из более чем 10 областей России, включая и такой отдаленный от Сахалина регион, как Урал. Всего в работах по ликвидации последствий землетрясения приняли участие более 1500 человек. Благодаря усилиям спасателей были извлечены из завалов в общей сложности 2364 человека, из которых 406 остались живы.

Служба быстрого реагирования была создана в сжатые сроки и оперативно, что позволило спасти жизни нескольких сотен людей. В последующие годы эта служба хорошо проявила себя при различных стихийных бедствиях, происходивших как на территории нашей страны, так и за рубежом.

Конец 90-х гг. Японская и сахалинская трагедии (катастрофические землетрясения 1995 г. в Кобэ и Нефтегорске) привели к объединению усилий японских и дальневосточных российских ученых в исследованиях природы землетрясений, проводимых в рамках совместной российско-японской программы «Исследования сейсмотектоники региона Охотоморской плиты».

21 апреля 2006 г. Олюторское ($M = 8,0$) землетрясение на территории КАО сопровождалось 9-балльными сотрясениями и значительными разрушениями. Это первое разрушительное землетрясение в «новой» России. На ликвидацию последствий государством были выделены большие средства. В результате два поселка – Тиличики и Корф – по соображениям высокой сейсмо- и цунами-опасности были «закрыты». Начато строительство нового поселка. Зону бедствия в 2006 г. посетил первый заместитель Председателя Правительства России Д.А. Медведев.

Олюторское землетрясение подтвердило справедливость новой карты ОСР-97 для территории КАО.

Камчатка

(Викулин, Дроздюк, Семенец и др., 1997; Викулин, Семенец, Широков, 1989; Гущенко, 1979; Новейший ..., 2005; Предварительный ..., 1968; Проблемы ..., 2000)

1696 г. В результате похода, предпринятого В. Атласовым из Анадырского острога, Камчатка была присоединена к России.

1697–1698 гг. Произошло первое отмеченное людьми извержение вулкана Ключевского на Камчатке: «Из горы, подобной сенному стогу, днем идет дым, а ночью искры и зарево».

1727–1731 гг. Наблюдаются землетрясения и извержения Ключевской сопки: «Вулкан сей горел постоянно, при чем земля беспрерывно колебалась».

1737–1742 гг. Природная катастрофа на Камчатке сопровождалась сильными извержениями многих вулканов и серией сильнейших ($M \approx 8$ и более) землетрясений.

1737 г. Лето – сентябрь. Началась катастрофа летом двумя сильными извержениями Авачинского и Ключевского вулканов, которые сопровождались ощутимыми землетрясениями, и следующим образом были описаны С.П. Крашенинниковым: «Самое страшное ея (Авачи) возгорание в 1737 г. ... в летнее время, ..., а окончилось извержением великой тучи пеплу, которым окололежащие места на вершок (4,5 см – **А.В.**) покрыты были», «Сей ужасный пожар (Ключевской сопки. – **Авт.**) начался сентября 25 числа и продолжался с неделю с такой свирепостью, что жители, которые близко горы на рыбном промысле были, ежечасно к смерти готовились, ожидая кончины. Вся гора оказалась раскаленным камнем. Пламя, которое внутри ея сквозь расщелины было видно, устремлялось иногда вниз, как огненные реки, с ужасным шумом. В горе слышан был гром, треск и будто сильными мехами раздувание, от которого все ближние места дрожали... Конец пожара был обыкновенный, то есть извержение множества пеплу, из которого, однако ж, немного на землю пало, для того, что всю тучу унесло в море» (Крашенинников, 1775).

13 октября. Произошло, по-видимому, самое сильное ($M \approx 9,0$) из всех камчатских землетрясений, сведения о которых сохранились людьми: «Октября 6 числа пополудни в третьем часу началось и с четверть часа продолжалось волнами так сильно, что многие камчатские юрты обвалились и балаганы попадали... Перед каждым трясением слышен был под землею страшный шум и стенание..., в некоторых местах луга холмами и поля морскими заливами сделались... А продолжалось оно до самой весны 1738 году» (Крашенинников, 1775).

О сильнейших деформациях береговой зоны тихоокеанского побережья Камчатки в районе г. Петропавловска-Камчатского, обусловленных этим землетрясением, свидетельствуют и другие результаты. Так, по данным И.В. Мелекесцева, прибрежная полоса Авачинского залива Тихого океана к северо-востоку от города (35-километровый Халактырский пляж) была поднята на 4 м, дельта и низовье долины р. Авача – на 2–3 м.

Это землетрясение сопровождалось самым мощным за все историческое время на Камчатке цунами с высотой заплеска более 60 м: «Учинился на море ужасный шум и волнение, и вдруг взлилось на берега воды в вышину сажени на три (одна сажень равна 2, 14 м. – **Авт.**)... Потом вторично земля всколебалась, воды прибыло против прежнего, но при отливии столь далеко она взбежала, что море видеть невозможно было. В то время усмотрены в проливе на морском дне между первым и вторым Курильским островом каменные горы, которые до того никогда не виданы. ... С четверть часа после того спустя последовали валы ужасного и несравненного трясения, а при том взлилось воды на берег в вышину сажен на 30. ... От сего наводнения тамошние жители совсем разорились, а многие бедственно скончали живот свой» (Крашенинников, 1775).

4 ноября случилось землетрясение в Камчатском заливе: «Октября 23 дня часах в 7 пополудни началось в Нижнем остроге (располагавшемся в 40 км от устья р. Камчатка. – **Авт.**) трясение земли, которое было волнистое, и три вала прошли невдолге один после другого так сильно, что едва хоромы не попадали, а печи в избах и балаганах падали и колокола звонили. Оное трясение с перемежкой продолжалось до весны 1738 года, только легко» (Крашенинников, 1775).

17 декабря. В море, южнее мыса Лопатка, произошло сильное ($M = 7,5$) землетрясение, сопровождавшееся, возможно, цунами.

8–24 (и позже) декабря 1740 г. Произошло предварявшееся и сопровождавшееся сильными ощутимыми землетрясениями многоцентровое извержение в виде серии шлаковых конусов на склоне вулкана Плоский Толбачик типа трещинного извержения 1975–1976 гг., но более скромное по масштабам.

1737–1742 гг. По данным тефрохронологических и геолого-вулканических исследований, проведенных И.В. Мелекесцевым и его сотрудниками, предполагается, что в это время произошли сильные извержения вулканов Мутновский и Горелый.

1741 г., февраль. Произошло сильное землетрясение на о. Медном.

18 февраля 1742 г. Сильное землетрясение на островах Беринга и Медном сопровождалось двумя ощутимыми афтершоками: «Сотрясения земли были настолько сильными, что подпорки нашего подземелья подломились» (Стеллер, 1999).

1742 г. Г.В. Стеллером отмечены извержения вулканов Камбальный, Кошелевский (на юге Камчатки) и Кроноцкий.

18 ноября 1742 г. Сильное ($M = 7,5$) землетрясение с очагом против о. Парамушир сопровождалось цунами.

Как видим, в течение 1737–1742 гг. сильные извержения и сильнейшие землетрясения происходили вдоль всей Восточной сейсмовулканической зоны Северных Курильских островов и Камчатки общей протяженностью около 900 км. Сильно извергались или находились в стадии повышенной активности как минимум 15 вулканов вдоль всей зоны. Суммарный объем продуктов извержений только пяти изученных вулканов (Авачинский, Ключевской, Плоский Толбачик с Толбачинской зоной шлаковых конусов, Мутновский и Горелый) составил более 1 км^3 лавы. В это же время С.П. Крашенинниковым была отмечена и исключительно высокая деятельность гидротерм на Южной и Восточной Камчатке. Сейсмически активными были по очереди то южное (13.10.1737 г., 17.12.1737 г., 18.11.1742 г.), то северное (4.11.1737 г., 1740–1741–18.02.1742 г.) окончания зоны. Такое «согласованное» во времени и пространстве поведение сейсмической и вулканической активности показывает, что в 1737–1742 гг. интенсивные тектонические движения захватили одновременно всю 900-километровую зону – от Северных Курил до Камчатского залива и Командорских островов.

1914–1915 гг. Сейсмическая станция в Петропавловске-Камчатском была организована очень оперативно.

18 февраля 1914 г. От председателя Постоянной центральной сейсмологической комиссии Б.Б. Голицына в адрес губернатора Камчатской области отправляется письмо: «Стремясь к всестороннему изучению сейсмических явлений, сейсмическая комиссия при Академии наук остановила свое внимание на Камчатке – единственной области в России, на которой и поныне не утасла еще вулканическая деятельность, сопряженная с землетрясениями своеобразного характера ... Сейсмическую станцию 2-го разряда предполагается учредить на Камчатке скорее в Петропавловске как центре культурной жизни. Сейсмическая станция, снабженная необходимым ассортиментом самопишущих приборов, должна иметь небольшое уединенное помещение ... вдали от усиленного движения и езды ... участок земли мерою до 100 квадратных сажен... Для наблюдения за приборами наблюдатель должен ежедневно в заранее выбранный час посещать помещение станции ... а также периодически отсылать в Петербург сейсмограммы с записями землетрясений».

1914 г., июнь. В соответствии с рекомендациями Б.Б. Голицына представительная комиссия для организации сейсмостанции выбирает участок земли на окраине Петропавловска, в 100 м к северо-востоку от радиостанции (ныне железобетонное строение, расположенное по ул. Радиосвязи между домами № 9 и 14).

1915 г., май. Из Петербурга прибыли приборы для устройства сейсмостанции. Согласно описи, составленной первым наблюдателем станции А.А. Пуриным, узнаем: «2 сейсмографа со штативами – 440 руб., 2 регистрационных аппарата с двумя запасными барабанами – 440 руб., контактные часы фирмы «Штрассер-Родэ» – 260 руб., 1500 листов бумаги (на два года) – 27 руб., 3 элемента лекланше с запасом нашатыря и цинков – 7 руб., 3 фунта звонковой проволоки – 2 руб. 70 коп. ... 16 ящиков (68 пудов)».

18 июля 1915 г. Начало работы сейсмостанции – в Петербург отправлена первая сводка о записи землетрясения: «18 июля 01 ч 33 мин в продолжение часа сейсмографы описывали колебание почвы, максимальное отклонение на канале север – юг 24 мм».

Именно идея создания сети сейсмических станций «прорубило окно» из столицы России на ее окраины.

30 января 1917 г. Произошло землетрясение с интенсивностью до 8 баллов на о. Беринга. Впервые на Камчатке получена инструментальная запись сильного землетрясения и собраны макросейсмические данные.

Летом этого года А.А. Пуриным (1887–1952) в Петропавловске издается брошюра о землетрясениях Камчатки, в которой описаны собранные им последствия сильного январского землетрясения и высказаны соображения о том, что «если не предсказывать, то, по крайней мере, наметить пределы времени, между которыми следует ожидать наступление крупной катастрофы, можно и теперь».

1918 г. А.А. Пурин просит Совет народных депутатов Петропавловска выделить спирт, который требовался для растворения канифоли и закрепления сейсмограмм, и получает отказ, вследствие чего передает сейсмостанцию Асаевичу.

1919–1929 гг. Работу сейсмостанции пытается поддерживать П.Т. Новограбленов (14.08.1892–1937 г.) – первый камчадал с высшим образованием (в 1918 г. окончил Томский учительский институт), первый краевед Камчатки. Им подробно описаны последствия сильных камчатских землетрясений и цунами в 1923 г. Но наладить постоянную работу станции ему не удается.

П.Т. Новограбленовым составлены первые достаточно подробные каталоги вулканов и горячих источников Камчатки.

Судьба первых наблюдателей сейсмической станции в Петропавловске-Камчатском трагична. А.А. Пурин, как первый демократически избранный руководитель Камчатки (председатель Областного комитета в 1917–1919 гг.), с возвращением в Петропавловск «красных» в 1922 г. был интернирован в Японию. Впоследствии он проживал в Чехии и Шанхае, был арестован в Китае и 17.06.1952 г. передан в УМГБ по Хабаровскому краю. Умер 10.08.1952 г. в тюремной больнице г. Хабаровска. Посмертно реабилитирован. П.Т. Новограбленов в 1919–1922 гг. – гласный Петропавловской городской думы. В 20–30-х гг. в Петропавловске неоднократно арестовывался и в 1937 г. был репрессирован (фактически утоплен в бухте Бабия). В 1956 г. посмертно реабилитирован.

Вот так причудливо переплелись судьбы первых сейсмологов Камчатки с революционными событиями в России.

1935 г. В Ключах открывается Камчатская вулканологическая станция лаборатории вулканологии АН СССР. Ее создатель – академик А.Н. Заварицкий (1884–1952), первый начальник – профессор В.И. Влодавец (15.07.1883–27.01.1993 г.). Начинается систематическое изучение вулканов Камчатки, в первую очередь Ключевской группы вулканов.

40-е гг. Начало новой эпохи сейсмологических исследований на Камчатке.

29 декабря 1946 г. По инициативе Б.И. Пийпа (1906–1966) начинает работу станция в пос. Ключи. Ценнейшие данные были получены на этой станции во время катастрофического извержения вулкана Безымянный в 1955–1956 гг.

1958 г. Открывается станция в п. Козыревск.

1960 г. Начинает работать сейсмическая станция Апахончич – завершается создание сети за слежением активности Ключевской группы вулканов.

1951 г. Оснащенная новыми современными приборами, возобновляет свою работу сейсмическая станция в Петропавловске-Камчатском как опорная станция Единой сети сейсмических наблюдений СССР.

17–30 ноября 1952 г. Б.И. Пийпом и А.Е. Святловским (07.09.1912 г. – 25.08.1998 г.) на гидрографическом судне проведено обследование последствий цунами на Северных Курилах – Южной Камчатке после катастрофического ($M = 8,5$) Камчатского землетрясения 04.11.1952 г. Хроника происходящих на Камчатке и Северных Курилах событий, последовавших за этими землетрясением и цунами, достаточно подробно описана в очерке А. Смышляева «Ночь океана. Хроника тихоокеанского цунами 1952 года», ко-

торый опубликован в его книге «Время красной рыбы», вышедшей в свет в 2003 г. Число погибших составило 3 – 5 тыс. человек. Смыт ряд населенных пунктов на Северных Курилах и Камчатке.

Конец 50 – начало 60-х гг. Становление науки на Камчатке.

1958 г. С целью слежения за гидротермальным месторождением в пос. Паужетка начинает работу сейсмическая станция.

04 мая 1959 г. Произошло сильное ($M = 7,6$) землетрясение с очагом в Кроноцком заливе, на побережье которого оно ощущалось как 9-балльное. Сотрясения в Петропавловске-Камчатском достигали 8 баллов. Сильный ($M = 7,0$) афтершок этого землетрясения, происшедший 18 июня, разрушил бетонные строения в пос. Жупаново.

1959 г. Постановлением Президиума АН СССР были созданы Камчатская комплексная экспедиция Совета по изучению производительных сил АН СССР и Камчатская геолого-геофизическая обсерватория СО АН СССР, в которой проводились сейсмологические исследования. Начальником экспедиции и директором обсерватории стал Б.И. Пийп.

1961 г., ноябрь. На Камчатке начинает работу региональная сеть, состоящая из 15 сейсмических станций. Регистрация и обработка параметров землетрясений проводится под руководством С.А. Федотова, будущего академика, и П.И. Токарева.

Построена карта сейсмического микрорайонирования г. Петропавловска-Камчатского.

1962 г. Образование Института вулканологии АН СССР на базе Камчатской комплексной экспедиции и Камчатской геолого-геофизической обсерватории.

1963–1965 гг. На материале землетрясений Курило-Камчатской зоны и Северо-Восточной Японии С.А. Федотовым разработана долгосрочная схема прогноза мест расположения очагов сильнейших курило-камчатских землетрясений, которая впоследствии была применена и к другим участкам окраины Тихого океана.

1971 г. Происходят два сильных землетрясения, значительно «потрясших» Камчатку.

24 ноября. Землетрясение ($M = 7,2$) на глубине 100 км прямо под городом, что вызвало 7–8-балльные колебания. Землетрясение повредило многие дома, несколько человек погибло.

15 декабря. Сильное ($M = 7,8$) землетрясение в Усть-Камчатке. Повреждены некоторые дома.

1975 г. Выходит в свет книга «Сильные камчатские землетрясения 1971 года», в которой опубликованы результаты изучения последствий сильных землетрясений в 1971 г.

1986 г. Данные детальных сейсмологических исследований и результаты обследования сильных землетрясений 1971 г. предопределили распоряжение Совмина СССР о заблаговременном укреплении зданий и сооружений г. Петропавловска-Камчатского и области, которое впоследствии (1995 г.) переросло в федеральную программу «Сейсмозащита».

1979 г., июнь. Выделение из Института вулканологии лаборатории сейсмологических исследований в самостоятельное подразделение – Опытную-методическую сейсмологическую партию (ОМСП) Института вулканологии (с 1994 г. – ОМСП ГС РАН). Начало качественного изменения уровня сейсмологических наблюдений на Камчатке.

Конец 80 – начало 90-х гг. Обобщение данных по миграции землетрясений позволило А.В. Викулину привнести временной аспект в разработанную в начале 60-х гг. С.А. Федотовым методику прогноза мест сильнейших землетрясений. В результате разработана долгосрочная методика прогноза мест и времени сильнейших землетрясений северо-западной части Тихого океана. Последующие сильнейшие землетрясения региона происходили в соответствии с этой долгосрочной пространственно-временной схемой прогноза.

После Спитакского (1988 г.) землетрясения и начавшихся в стране перемен резко изменилось отношение к работам по сейсмоусилению. В начале 90-х гг. в Петропавловске-Камчатском благодаря усилиям камчатских ученых впервые в нашей стране проводится паспортизация всех зданий и сооружений города и начинаются работы по их массовому сейсмоусилению. Такая «благоприятная» для города ситуация была создана усилиями администрации области и важными результатами, полученными в сейсмологии и сейсмостойком строительстве сотрудниками научно-технических учреждений города.

18 марта 1991 г. Произошло Хаилинское ($M = 7,0$) землетрясение, которое в 5-балльном по карте ОСР-78 районе сопровождалось 8-балльными сотрясениями. Незначительные повреждения зданий и сооружений.

По инициативе администрации Корякского автономного округа, на территории которого произошло это землетрясение, в течение ряда лет проводились комплексные исследования Камчатской опытно-методической партией Геофизической службы РАН (руководитель А.В. Викулин). Было показано, что территория КАО является зоной повышенной опасности, в пределах которой возможны сильные землетрясения, катастрофические цунами, размывы берегов в устьях рек и песчаных кос, по амплитуде достигающие многих и многих метров. В работах приняли участие камчатские ученые (КОМСП ГС РАН, ИВ ДВО РАН, ИВГиГ ДВО РАН), ученые из Москвы (МГУ, ИФЗ РАН) и Новосибирска (ВЦ СО РАН), а также ученые из Японии и Норвегии.

Одним из основных итогов проведенных работ явилась разработка принципиально новой методики сейсмического районирования, которая и была использована при составлении новой для территории всей России карты ОСР-1997. За составление этой карты коллектив ее авторов в 2004 г. был удостоен Государственной премии России.

21 апреля 2006 г. Произошло Олюторское ($M = 8,0$) 9-балльное землетрясение, в результате которого сильно пострадали поселки Тилички, Корф и Хаилино.

Сейсмические «достопримечательности» и прогноз (Камчатка – Курильские острова)

(Викулин, 1992а, 2003; Викулин, Викулина, 1989;
Викулин, Дроздук, Семенец и др., 1997; Проблемы ..., 2000)

Полученные сейсмологические данные и проведенные исследования позволяют построить для Камчатки и Курильских островов схемы долгосрочного прогноза землетрясений:

1. Карты сейсмического районирования Камчатки. На рис. 29 приведены все карты сейсмического районирования территории Камчатки, построенные в 1938, 1963, 1978 и 1997 гг. Видно, что для района г. Петропавловска-Камчатского за эти годы балльность изменялась следующим образом. В 1938 г. она составляла 8 баллов, ближе к 7; в 1963 г. – тоже 8 баллов, но гораздо ближе к 9; в 1978 г. – 9 баллов, и в 1997 г. расчетная балльность составила уже 9,52 балла, или 10 баллов. Как видим, по мере накопления данных и степени изученности территории можно принять, что сотрясаемость территории г. Петропавловска-Камчатского в 30 – 90-х гг. XX в. увеличивалась в среднем на один балл в 20 лет. Предел ли это? Данные, приведенные в работе (Викулин, Мелекесцев, 1989), позволяют предположить отрицательный ответ.

2. Положение очагов сильнейших ($M \geq 7,6$) северо-курильских и камчатских землетрясений, происшедших в XX в., показывает, что сейсмофокальная зона, как и для района желоба Нанкай, может быть разбита на 9 блоков (рис. 30).

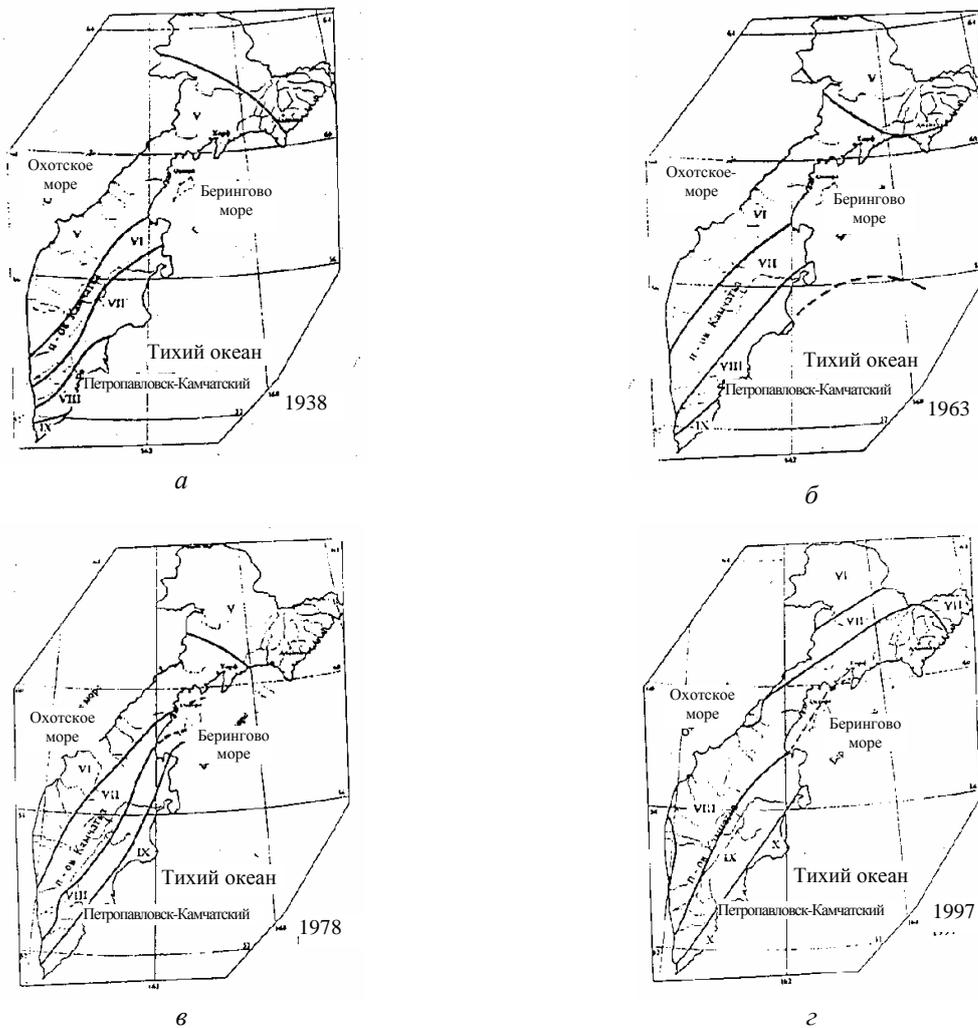


Рис. 29. Карты общего сейсмического районирования Камчатки в 1938 (а), 1963 (б), 1978 (в) и 1997 (г) гг. (Проблемы ..., 2000)

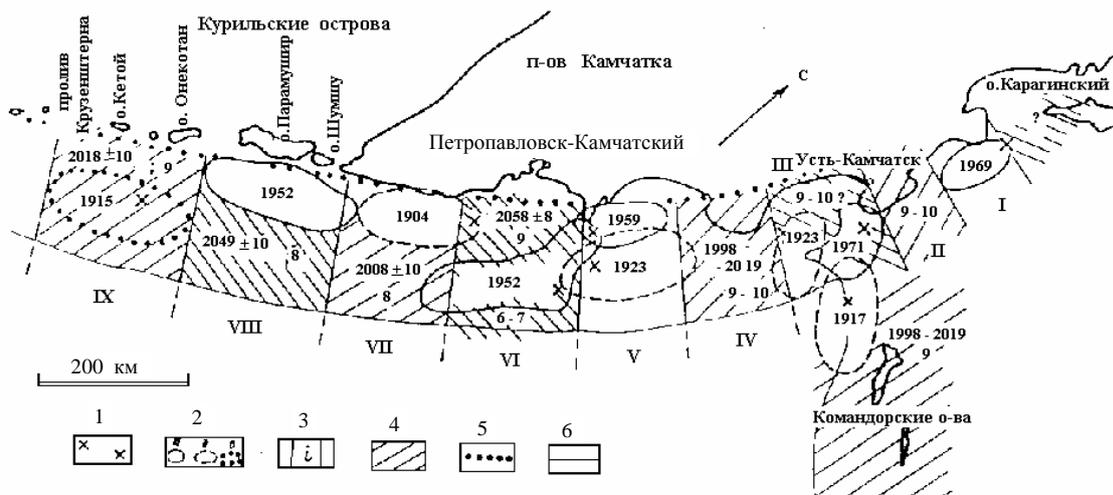


Рис. 30. Блоковое строение сейсмофокальной зоны и прогнозная карта расположения очагов сильнейших камчатских и северокурильских землетрясений в будущем: 1 – эпицентры сильнейших землетрясений; 2 – границы очаговых областей сильнейших землетрясений XX в. (цифра обозначает год сильнейшего землетрясения); 3 – границы между блоками сейсмофокальной зоны ($i = I - IX$); 4 – места вероятного расположения очагов сильнейших землетрясений в будущем (цифрами обозначены год ожидаемого землетрясения, временной интервал и максимальное значение балльности на берегу при землетрясении); 5 – западная граница сейсмофокальной зоны; 6 – ось глубоководного желоба (Викулин, 2003)

Кроноцкое землетрясение 5 декабря 1997 г. ($M = 7,5 - 8,0$) с очагом в IV блоке подтвердило правильность построенной схемы прогноза. Следующим местом, в котором согласно построенной схеме прогноза следует ожидать расположение очага сильнейшего землетрясения, является Южно-Камчатский VII блок. Ожидаемый «тревожный» интервал времени для этого блока составляет 2008 ± 10 лет с вероятностью около 70% и 2008 ± 20 лет с вероятностью около 95%. Сотрясения в г. Петропавловске-Камчатском при этом землетрясении на средних грунтах не будут превышать 7 баллов. Более сильное землетрясение, интенсивность колебаний при котором в городе может составлять до 9 баллов, ожидается в 2058 ± 8 лет с вероятностью около 70%.

Прогноз возможен, но...

Завершая обзор, в котором были рассмотрены последние вулканические и сейсмические катастрофы планетарного и регионального масштабов, хотелось бы подвести некоторые итоги.

Главный итог, на взгляд автора, заключается в следующем. Несмотря на очевидные достижения в решении ряда важных научных (например, овладение ядерной энергией), технических (все убыстряющееся освоение космоса) и политических (договор о всеобъемлющем запрещении ядерных испытаний и меры по контролю за его выполнением) проблем человечество в целом еще не «доросло» до понимания важности предотвращения природных катастроф. Ярким примером тому служит последняя (пока) катастрофа в Юго-Восточной Азии в декабре 2004 г., когда от цунами, возникшего после одного из самых сильнейших за последнее столетие землетрясений, погибло более 300 тыс. человек. Весь мир наблюдал на экранах своих компьютеров *в реальном времени* распространение волны цунами в Индийском океане. Но осуществить какие-то *конкретные* действия по предотвращению катастрофы или хотя бы по уменьшению ее возможных последствий, пусть в небольшой части побережья, ни одно из пострадавших государств так и не смогло.

Второй пример, меньший по масштабу затронутой катастрофой территории, но существенно более масштабный по числу ее жертв – это Китай. Можно попытаться понять причины гибели 830 тыс. человек при землетрясении 1560 г. в Шэнси – они в силу тех или иных, но вполне понятных обстоятельств жили в пещерах, которые при землетрясении обвалились, похоронив большую часть погибших. Но как понять почти такое же по масштабу количество жертв при Таньшаньском землетрясении 1976 г., происшедшем через 400 лет после землетрясения в Шэнси, менее чем через год после успешного прогноза Ханченгского землетрясения 1975 г.?

Китай во все времена был самым густонаселенным государством. Наверное, поэтому жизнь человека там ничего не стоила. Например, после одного из побоищ под г. Чанпином в 20 г. до н. э. воины царства Цинь только живьем закопали 400 тыс. (!) сдавшихся в плен воинов. Но по уровню научно-технической мысли Китай всегда был впереди. Вспомним: бумага, порох, компас, шелк, фарфор, механические часы, технология горячей обработки металлов, добыча нефти и газа – все это впервые появилось именно в Китае. По-видимому, не случайным событием был и первый в мире прогноз Ханченгского землетрясения с последующей эвакуацией жителей из опасной зоны *до происшедшего землетрясения*. Так по какой шкале ценностей совместить могущество научно-технической мысли, с одной стороны, и полное пренебрежение *конкретной* человеческой жизнью – с другой?

Вывод из сказанного может быть только один – в научно-техническом плане человечество вполне «созрело» для решения проблемы прогноза землетрясений и извержений вулканов. Однако в силу политических мотивов передовые страны пока не могут объединиться для решения такой грандиозной проблемы.

Лиссабонское землетрясение

Нет, и в церкви все не так,
Все не так, ребята!

В. Высоцкий

Печально известное, происшедшее более двух с половиной веков тому назад (1 ноября 1755 г.) Лиссабонское землетрясение и его последствия, казалось бы, уже подробно описаны в многочисленных источниках и достаточно полно исследованы (Болт, 1981; Гир, Шах, 1988; Клячко, 1999; Неймар, 1899; Никонов, 2005; Рихтер, 1963).

Тем не менее данные, которые можно услышать об этом землетрясении от экскурсоводов, почерпнуть из туристических путеводителей (Испания, 2007; Португалия, 2006а, 2006б) и увидеть своими глазами, свидетельствуют о том, что последствия Лиссабонского землетрясения и его особенности изучены еще недостаточно полно.

Проведем обзор и критический анализ известных данных о Лиссабонском землетрясении, которые совместим с наблюдениями и выводами автора, полученными им в ходе туристической поездки летом 2007 г. по маршруту Барселона – Сарагоса – Саламанка – Порту – Лиссабон – Толедо – Мадрид – Барселона.

Обзор данных и их анализ. Данные, приведенные ниже, базируются в основном на опубликованных в работах (Клячко, 1999; Неймар, 1899; Никонов, 2005; Рихтер, 1963) показаниях очевидцев событий, происшедших в 1755 г.

Лиссабон. Это началось 1 ноября 1755 г. в 9 часов 50 минут, когда большая часть населения самой богатой и обширной столицы Европы (по разным оценкам, 250–500 тыс. человек) в День всех святых собралась к утренней молитве в многочисленных церквях Лиссабона.

Вдруг земля сильно заколебалась, и менее чем за минуту колебания сменились мощными толчками, которые, нарастая, следовали один за другим в течение 8 минут (Клячко, 1999, с. 17; Неймар, 1899, с. 313, 314). Капитан, оказавшийся в морском порту, наблюдал, как каменные постройки Лиссабона медленно, величественно начали качаться из стороны в сторону, «как пшеничное поле от легкого ветра», в направлении от моря в северо-восточном направлении (Никонов, 2005, с. 23, 24).

Потом все ненадолго успокоилось. Примерно через 20 минут земля опять затряслась и волновалась около 8 минут. Во время второго сильнейшего толчка, по разным источникам, произошло два процесса, «разнонаправленных» относительно невозмущенного уровня моря. По одним данным (Клячко, 1999, с. 18; Неймар, 1899, с. 314), имело место опускание в море новой лиссабонской набережной. По другим данным, море вначале отступило далеко от набережной, обнажив морское дно на несколько километров, а затем внезапно нахлынуло (Португалия, 2006а, с. 63). После этого в течение целого часа сохранялось затишье (Неймар, 1899, с. 314, 314).

В результате этих двух толчков были полностью разрушены 12 тыс. из 20 тыс. домов Лиссабона, а кроме того, еще 59 церквей, 90 монастырей, более 50 дворцов (Клячко, 1999, с. 19; Никонов, 2005, с. 25). Последние оценки у разных исследователей несколько отличаются: у одних они относятся только к Лиссабону (Никонов, 2005), у других (Клячко, 1999), по-видимому, к нескольким пострадавшим при толчках 1755 г. городам. Например, в книге (Португалия, 2006а, с. 63, 64) сообщается о 300 разрушенных дворцах и 110 церквях. Вероятно, здесь имеются в виду потери, имевшие место в пределах всей Португалии. Лиссабон же был полностью разрушен на 2/3 – это признается всеми источниками. В результате, по разным оценкам, только в Лиссабоне погибло от 30 до 60 тыс. человек, при этом из 20 тыс. духовных особ осталась в живых только половина (Клячко, 1999, с. 19; Неймар, 1899, с. 323, 324; Никонов, 2005, с. 21; Рихтер, 1963, с. 103). Сами португальцы сообщают о 40 тыс. погибших в Лиссабоне (Португалия, 2006б, с. 22).

На долю третьего мощного толчка уже почти ничего не осталось. В почве возникли многочисленные трещины. Дальнейшее очевидцы были не в силах внятно описать (Клячко, 1999, с. 19; Неймар, 1899, с. 314). По мнению крупнейшего специалиста в этой области А.А. Никонова, людям, не переживавшим сильные землетрясения в большом городе, почти невозможно представить этот «армагеддон». Боевые генералы, прошедшие войну 1941–1945 гг., признавались, увидев уничтоженный землетрясением 1948 г. Ашхабад (100 тыс. погибших), что «это совершенно ни с чем несравнимо» (Никонов, 2005, с. 24).

Частые интенсивные толчки продолжались до вечера, и через три часа относительного спокойствия, около 11 часов, во многих местах города *одновременно* показался огонь. Его невозможно было потушить. Пожар «свирепствовал» в течение 5 суток, в результате чего выгорел весь город (Клячко, 1999, с. 17; Неймар, 1899, с. 313-314; Никонов, 2005, с. 25).

В течение ноября и декабря толчки повторялись. Отдельные из них продолжали производить разрушения. Самый сильный афтершок случился 9 декабря (Клячко, 1999, с. 19 – 11 декабря). Он ощущался по всей Португалии, в Испании, Северной Ирландии, Южной Франции, Швейцарии и Южной Германии. Сейсмическая активность в районе продолжалась в течение 10 месяцев, но возобновлялась и позже, вплоть до 1762 г. (Никонов, 2005, с. 25).

Общая макросейсмическая картина, отображающая проявления Лиссабонского землетрясения в Европе и Африке, представлена на рис. 31.



Рис. 31. Область, затронутая Лиссабонским землетрясением 01.11.1755 г. в Европе и Африке (III, VIII – границы областей, в пределах которых ощущались колебания с интенсивностью 3 и 8 баллов по 12-бальной шкале) (Рихтер, 1963, с. 104)

Более детальная картина (только в Испании было обследовано 3000 населенных пунктов), построенная на основе нескольких тысяч опросных листов, не уступающая современным аналогам, представлена в работе (Никонов, 2005, с. 26, 28). Из этих достаточно подробных и детальных макросейсмических данных следует принципиальной

важности вывод, а именно: все португальское побережье протяженностью 350 км от Лиссабона (мыса Рока) до г. Фару и далее до пограничного испанского г. Аямонт подверглось сотрясениям с интенсивностью 9 баллов и более. При этом в пределах его юго-восточной 100-километровой части максимально зарегистрированные сотрясения *заведомо достигали 10 баллов*. Следовательно, в эпицентральной области они должны были соответствовать 11 баллам, если не более (Никонов, 2005, с. 28). Другими словами, разрыв, образовавшийся при землетрясении, несомненно, вышел на поверхность земной коры на морском дне и землетрясение должно было сопровождаться цунами.

Другие города и селения. В Португалии было полностью разрушено множество прибрежных городов (Португалия, 2006а, с. 32). Не менее 16 городов Португалии подверглись разрушениям в разной степени (Никонов, 2005, с. 21, 25). В г. Фару, где сотрясения достигали 10 баллов, разрушения и затопление в связи с цунами повлекли за собой гибель 3000 человек. Разрушения были в западной части Испании: в Севилье (более 8 баллов), Малаге (около 6 баллов) и др.; в Аямонте (9 баллов) и его окрестностях (до 10 баллов) погибло от цунами около 2000 человек: «из Кадикса (7 баллов) пришла весть, что и там творятся такие же (как и в Лиссабоне. – Авт.) ужасы. Два города в Европе понесут огромные убытки в торговле» (Неймар, 1899, с. 314). О подобных явлениях сообщали и с Гибралтара (6–8 баллов) – все укрепления разрушены, из Марокко (6–8 баллов) – в одной только деревушке под оползнем погибло до 8–10 тыс. человек. Жертвы в сельских местностях Португалии и Африки неизвестны.

Воздействие катастрофы на умы (Никонов, 2005, с. 21, 25, 26). Катастрофа в Лиссабоне привела в сильное возбуждение всю Европу. Свои соболезнования прислали И. Кант и Вольтер. Огромное количество брошюр, статей политических сочинений, проповедей, стихотворений наводнили литературу (Неймар 1899, с. 320; Рихтер, 1963, с. 103). Так, И. Гете называл это землетрясение «ужасным мировым событием», М.В. Ломоносов писал о «жестокой Лиссабонской судьбине». Землетрясение использовал в своем памфлете Ж.Ж. Руссо, эпизод с Лиссабонским землетрясением Вольтер вставил в свою блестящую сатирическую повесть «Кандид». Конечно, именно Лиссабонское землетрясение имеется в виду в пьесе Оливера Уэнделла Холмса «Шедевр архитектора, или Чудесная одноколка».

Наряду с французской революцией это было самое сенсационное событие XVIII в. (Неймар, 1899, с. 320). На *таком* фоне для философов и естествоиспытателей катастрофа стала поводом к смятению и уходу из «теоретического» романтизма в «более практический» прагматизм. В то время разрушенным виделся не только Лиссабон, но *вообще прошлое* (Никонов, 2005, с. 26). Немудрено, что возбужденная фантазия многих из последующих интерпретаторов происшедшей катастрофы доверяла многому, чего не было вовсе, и что все необычайные явления, приблизительно совпавшие с днем катастрофы, были поставлены в связь с грозным землетрясением (Неймар, 1899, с. 320).

Как видим, в оценке некоторых последствий катастрофы в тех реальных условиях, которые были в Европе, вполне возможны преувеличения в сторону их максимальных значений. Причиной тому, на наш взгляд, являются чисто психологические факторы, которые могут быть объяснены, с одной стороны, «слишком уж глубоким» философским отношением к катастрофе, с другой – отсутствием достаточно ясных и физически объяснимых механизмов землетрясения. По сути, об этом же пишет и А.А. Никонов в заключительном разделе своей великолепной статьи (Никонов, 2005). Вспомним: первая классификация землетрясений по четырем типам была дана М.В. Ломоносовым спустя два года после Лиссабонской катастрофы – только в августе 1757 г. в статье (Ломоносов, 1986), в которой он высказал свои взгляды на геологические процессы и попытался, весьма примитивно с современной точки зрения, дать объяснение причин землетрясений.

Именно с таких позиций, на наш взгляд, и стоит подходить к оценке некоторых параметров катастрофы, и в первую очередь к высоте цунами в Лиссабоне, которые, на наш взгляд, сильно завышены.

Высота цунами в Лиссабоне при катастрофе. Сразу отметим, что нам неизвестны данные, которые бы прямо указывали на большое значение высоты цунами в Лиссабоне. Действительно, «Лиссабонская газета» от 6 ноября 1755 г. писала: «1-е число текущего месяца останется навечно в нашей памяти из-за землетрясения и пожаров, разрушивших большую часть города...», «Среди ужасных последствий землетрясений...отметим разрушение высокой башни Томбо, где хранились государственные архивы» (Клячко, 1999, с. 17; Никонов, 2005, с. 23). Как видим, здесь ни слова не говорится о якобы страшном и разрушительном цунами.

Из описания очевидца землетрясения в Лиссабоне: «После этого (после второго толчка. – **Авт.**) целый час было затишье. В это время распространился слух (через час после сильного цунами распространился только слух? – **Авт.**), что вода в море страшно поднялась. ... Наша таможня...низверглась в море вместе с большой площадью. Многие из *трехсот* (выделено мной. – **Авт.**) кораблей, стоявших в гавани, поднялись с якорей (на них была команда, они были целыми! – **Авт.**); одни потонули, другие были уничтожены. Голландское судно было выброшено в город и стояло на суше. Но...нахлынула другая волна, подхватила корабль и, не повредив его, отнесла в море» (Неймар, 1899, с. 314).

В Лиссабоне отступление моря далеко от набережной с обнажением морского дна на несколько километров и последующего прилива к берегу повторялось трижды (Португалия, 2006а, с. 63). По данным того же источника, сильно пострадал г. Кашкайш, находящийся в 26 км к западу от Лиссабона, и почти полностью разрушен г. Сетабул (50 км к юго-востоку от Лиссабона). Как видим, сведения о цунами для этих прибрежных городов, по сути пригородов столицы, отсутствуют.

«1 ноября 1755 г. цунами Лиссабонского землетрясения достигло города около 10 часов утра через 20 минут после первого толчка. На португальском побережье (не в Лиссабоне. – **Авт.**) его высота во многих местах возросла до 20 футов, а кое-где до 50 футов (до 6 и 15 метров соответственно. – **Авт.**)» (Рихтер, 1963, с. 112). Ясно, что цунами имело такую большую высоту и гигантскую кинетическую энергию в португальском порту Фару, испанском атлантическом порту Кадиксе и Гибралтаре (Неймар, 1899, с. 314; Никонов, 2005, с. 25; Португалия, 2006а, с. 257), расположенных соответственно в 230, 350 и 450 км к юго-востоку от Лиссабона. Известно, что волна прошла через весь Атлантический океан и достигла берегов Америки (Неймар, 1899, с. 318).

Один из важных аргументов в пользу нашей точки зрения о завышенном цунами в Лиссабоне заключается в следующем. Согласно данным обстоятельной работы (Никонов, 2005, с. 24) материальные потери в г. Лиссабоне после землетрясения 1755 г. составили поистине фантастическую даже по современным меркам сумму – более 1 млрд франков золотом. Но в этой сумме никак не отражены и не выделены потери, связанные с гибелью кораблей, не говоря уже о флоте в целом: 800 млн франков – потери драгоценностей, 114 млн франков – разрушение строений и 100 млн франков – потери казны и частных лиц от гибели и повреждений имущества. Как видим, если и пострадали корабли, то, очевидно, в незначительном количестве.

Кафедральный собор в Лиссабоне, расположенный практически на берегу – на удалении от него не более 1 км, при катастрофе *совершенно* не пострадал и тем самым сохранил жизнь *всем* людям, находившимся в нем (Португалия, 2006а, с. 77). Отметим, что, по словам гида, были повреждены только входные ворота, которые при службах всегда открыты. Собор не только не пострадал после первого сильного толчка – в нем была *возобновлена* служба. В случае же большого цунами жертвы в соборе были бы неизбежны в результате его затопления, да и сам собор должен был в результате подмыва просесть хотя бы на один из своих углов.

Наконец, Лиссабон расположен в 17 км от Атлантического океана на правом берегу р. Тежу, ширина которой в районе города составляет также около 17 км. Река образует обширную просторную бухту, значительно более широкую, чем, например,

Авачинская бухта, на берегу которой расположен г. Петропавловск-Камчатский. В Лиссабоне просто не могло быть значительного по высоте цунами от очага, расположенного в океане: из очевидных соображений следует, что высокая волна не может зайти в бухту, не разрушившись ввиду достаточно узкого устья реки. Для геофизика, видевшего как расположение Лиссабона, так и конфигурацию бухты своими глазами, это совершенно очевидно. Например, при Большом Камчатском землетрясении 04.11.1952 г. ($M_S = 8,5$, $M_W = 9,0$) при высоте цунами в акватории Авачинского залива до 10 м и более высота волны в бухте не превышала 1–2 м (Соловьев, 1978, с. 74–77). Она не обладала большой кинетической энергией и имела характер медленной волны-подтопления (Викулин, Дроздук, Семенец и др., 1997). Данные очевидцев подтверждают, что именно такие и по характеру, и по высоте волны наблюдались и в лиссабонской бухте в ноябре 1755 г.

Таким образом, несомненно, имело место совпадение во времени двух явлений: второго сильного толчка и прихода первой, достаточно малой по амплитуде и медленной волны. Данные о гигантском шестиметровом цунами (Клячко, 1999, с. 19) или первой волне высотой 12–15 м через 20 минут после первого толчка (Никонов, 2005, с. 24), которые были результатом подвижки морского дна в момент первого толчка, являются явно преувеличенными.

Относительно механизма образования как первой, так и последующих волн, приходивших на побережье лиссабонской бухты, нет единого мнения. С одной стороны, очаг землетрясения, вне всякого сомнения, генерировал мощнейшее цунами, и приведенные выше данные убедительно продемонстрировали это. С другой стороны, «безусловно, речь идет о крупном оползне прибрежного участка во время второго толчка» (Никонов, 2005, с. 24, 25). Все эти данные не дают ответа на вопрос о природе волн, наблюдавшихся в лиссабонской бухте в 1755 г., а также на вопрос: опустилась или поднялась городская набережная при землетрясении? На наш прямой вопрос относительно направления движения набережной при катастрофе гид дал четкий ответ: берег при землетрясении поднялся.

Тем не менее можно заметить следующее. Гипотеза А.А. Никонова о возникновении цунами *внутри бухты* в результате обвала одного из *ее* подводных склонов (Никонов, 2005, с. 25) не бессмысленна и требует проверки. Такая гипотеза, например, имеет место для Петропавловска-Камчатского, вблизи которого на крутых берегах Авачинской бухты на высоте 10 м найдены останки, интерпретируемые И.В. Мелекесцевым именно как следы цунами.

Процессы в очаге. Сейсмичность Португалии. Землетрясение 01.11.1755 г. было не единственным в регионе. В научной литературе содержатся сведения о сильном толчке в 1356 г., разрушительном в 1531 г. и об одном из шести толчков в 1722 г. (Клячко, 1999, с. 17, 18), ощущавшихся в течение пяти лет перед землетрясением 1755 г. Землетрясения происходили, происходят и будут происходить как на Азорских островах, расположенных к западу от Португалии, так и в соседней Испании.

На рис. 32 нанесены эпицентры всех сильных землетрясений, происшедших в XII–XXI вв. ($30^{\circ}W \leq \lambda \leq 0$, $32^{\circ}N \leq \varphi \leq 40^{\circ}N$), данные о которых содержатся в мировом каталоге. Видно, что совокупность эпицентров землетрясений, в основном определяющих сейсмичность Португалии (прямоугольный выделенный участок), является составной частью всего субширотного альпийского тектонического пояса, протягивающегося через Индонезию, Тибет, Среднюю Азию, Кавказ, Турцию, Средиземное море к Азорским островам. Выделенный на рис. 32 район, «ответственный» за сейсмичность Португалии, связан с тектонической структурой, протягивающейся в северо-восточном направлении от архипелага Мадейра в сторону Лиссабона. Данные о землетрясениях этого района приведены в табл. 4.

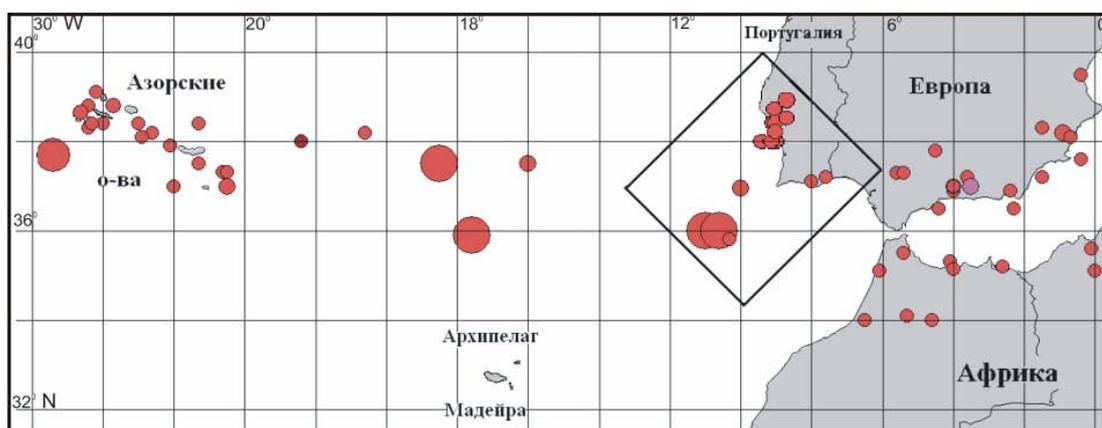


Рис. 32. Сейсмичность западного окончания ($30^{\circ}W \leq \lambda \leq 0$) субширотного альпийского тектонического пояса, простирающегося на 160° между Тихим и Атлантическим океанами, по данным мирового каталога за 2000 г. до н. э. – 2007 г. (Викулин, Водинчар, Мелекесцев и др., 2007). Нанесены эпицентры всех ($N = 83$) известных землетрясений до XIX в. включительно и с $M_S > 6$ инструментального периода наблюдений в XX – XXI вв. Эпицентры землетрясений с $M_S \geq 8$ изображены большими кружками. Квадратом выделена часть пояса, определяющая в основном сейсмичность Португалии

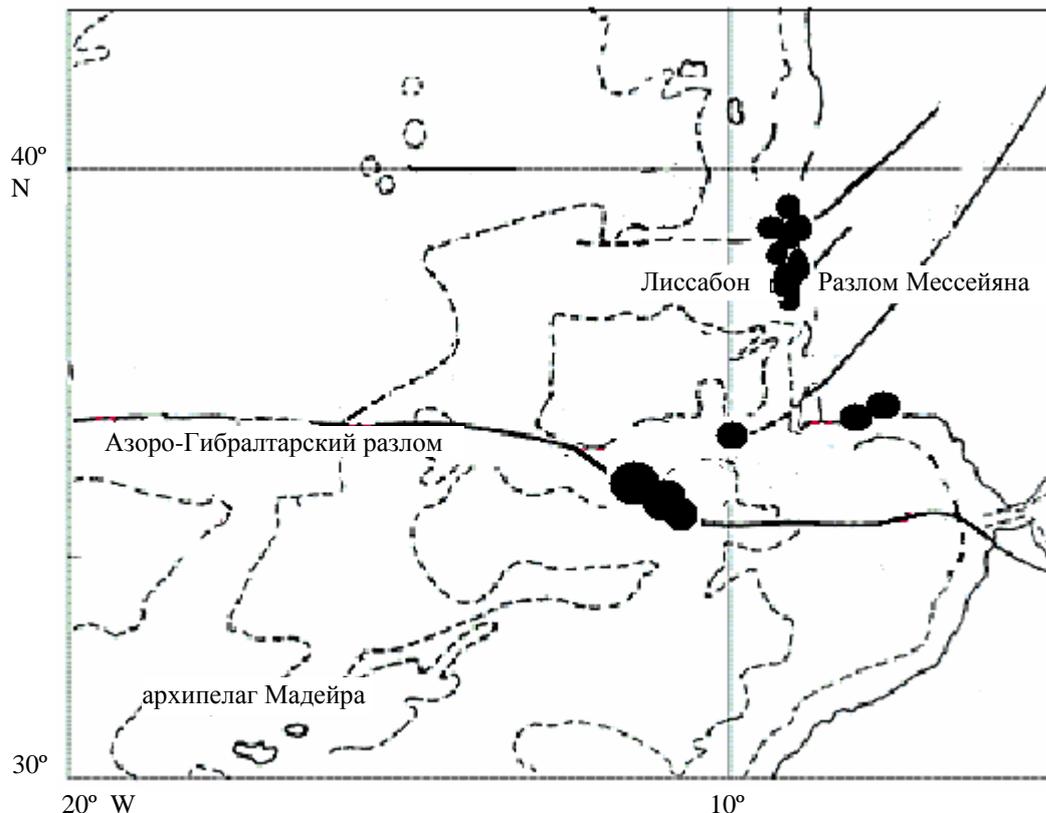
Таблица 4

Параметры определяющих сейсмичность Португалии сильных землетрясений XII–XXI вв., позаимствованные из мирового каталога (Викулин, Водинчар, Мелекесцев и др., 2007), составленного на основе списков землетрясений в ISC, NEIC и CEC

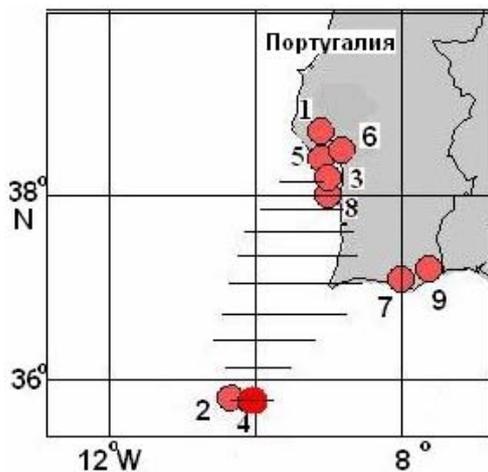
№ п/п	Годы	Месяцы	Дни	Часы	Минуты	Широта N	Долгота W	Глубина, км	Магнитуда M_S
1	1151	–	–	–	–	38,7	9,1	–	–
2	1320	12	9	–	–	36,0	10,7	–	–
3	1344	–	–	–	–	38,0	9,0	–	–
4	1356	8	24	–	–	36,0	10,7	–	–
5	1531	1	26	–	–	38,4	9,1	–	–
6	1551	1	28	–	–	38,4	9,1	–	–
7	1587	11	–	–	–	37,1	8,0	–	–
8	1597	7	28	–	–	38,0	9,0	–	–
9	1722	12	27	–	–	37,2	7,6	–	–
10	1755	11	1	9	50	36,0	11,0	–	8,4–8,9
11	1755	11	1	10	16	37,0	10,0	–	–
12	1755	11	1	11	16	38,0	9,0	–	–
13	1858	11	11	7	15	38,2	9,0	–	–
14	1858	11	11	7	30	38,5	8,8	–	–
15	1909	4	23	17	40	38,9	8,8	33	6,6
16	1969	2	28	2	40	36,0	10,6	22	8,0
17	2007	2	12	10	35	35,8	10,3	10	6,2

Положение очага Лиссабонского (1755 г.) землетрясения. Форшоки. Всего в пределах португальской структуры в течение последних девяти веков произошло 17 сильных (ощуцавшихся населением) землетрясений: первое в 1151 г. в том месте, куда примерно через 100 лет «переедет» столица Португалии (Португалия, 2006б, с. 22), и последнее (пока) в феврале 2007 г. Эпицентры всех землетрясений в совокупности представлены на рис. 33, а, на котором батиметрия и положение тектонических разломов позаимствованы из работы (Никонов, 2005). Видно, что сильные землетрясения вблизи Португалии происходят в пределах тектонической структуры, которая на суше продолжается системой разломов северо-восточного простирания, а в море прослеживается до архипелага Мадейра,

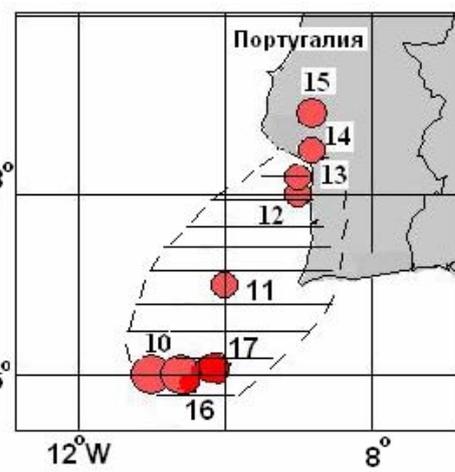
примерно под прямым углом пересекая Азоро-Гибралтарский разлом. На рис. 33, б представлены эпицентры землетрясений, произошедших в районе до Лиссабонской катастрофы в 1151–1722 гг., а и на рис. 33, в – эпицентры катастроф, произошедших в 1755 г. – 2007 гг.



а



б



в

Рис. 33. Сейсмичность Португалии по данным за XII–XXI вв. (а), до катастрофы 1755 г. (б), во время катастрофы и в последующие периоды (в). Тектонические разломы и батиметрия позаимствованы из работы (Никонов, 2005). Кружки большого (малого) диаметра отражают положение эпицентров землетрясений с $M_S \geq 8$ ($6 < M_S < 8$). Заштрихованная область обозначает положение сейсмической бреши (б) и очага Лиссабонского землетрясения 1755 г. (в).

Цифры соответствуют номерам землетрясений в табл. 4

Как можно видеть из данных, представленных на рис. 33, б, эпицентры землетрясений 1151–1722 гг. оконтурили «пустую» (заштрихованную) зону, протяженность которой составила 300–350 км. Такие «пустые» зоны – зоны сейсмического затишья, оконтурен-

ные областью с высокой сейсмичностью – К. Моги назвал сейсмическими брешами первого рода (Викулин, 2003). При этом имела место следующая закономерность в распределении «краевой» сейсмичности: толчки по очереди происходили на противоположных краях сейсмической брешы. Действительно, толчки 1151, 1344, 1531–1551–1597 гг. происходили на северо-восточном краю брешы, а толчки 1320 и 1356 гг. – на юго-западном краю. Эффект чередования краевой сейсмичности отмечен в очагах многих сильнейших землетрясений планеты (Викулин, 2003). Как видим, очаг Лиссабонского землетрясения 1 ноября 1755 г. с магнитудой $M_S = 8,4 - 8,9$ ($M_W \approx 9$) располагался в таком месте, которое сейсмотектоническим процессом «готовилось» в течение как минимум пяти веков.

Следует отметить, что анализ имеющихся данных, выполненный через четверть века, позволил сделать вывод о существовании предвестникового сейсмического затишья в течение нескольких лет перед Лиссабонской катастрофой (Никонов, 2005, с. 27).

Наиболее сильные из предварявших катастрофу 1755 г. толчков отмечены в 1356 и 1531 гг. Они в Лиссабоне сопровождались соответственно сильными колебаниями и разрушениями (Клячко, 1999, с. 17–18; Португалия, 2006а, с. 77). Это позволяет предположить, что место очага будущей катастрофы было «обозначено» уже за 250 лет до того, как она случилась. Последний сильный форшок, сопровождавшийся наиболее сильными ощутимыми колебаниями в г. Фару, произошел в 1722 г. (Португалия, 2006а, с. 257) на восточном краю области сейсмического затишья за 33 года до катастрофы.

Миграция афтершоков. Развитие сейсмического процесса в очаге Лиссабонского землетрясения отчетливо прослеживается расположением в пространстве и времени его афтершоков в 1755 г. и толчков в последующие годы (рис. 33, в). Видно, что в течение длительного времени в северо-восточном направлении происходила миграция эпицентров землетрясений. Процесс миграции проявился сразу же после главного толчка его афтершоками в 1755 г. и продолжился последующими толчками в 1858 и 1909 гг.

Скорость миграции афтершоков в 1755 г. по порядку величин достигает большой величины $V \approx 0,1$ км/с, что в соответствии с установленной в работе (Викулин, 2003; Викулин, Водинчар, Мелекесцев и др., 2007) зависимостью $V(M)$ позволяет оценить их магнитуду: $M_S = 7,5 - 8,0$. Миграция афтершоков является характерной особенностью сейсмического процесса, отражающей направление его развития в очагах сильнейших землетрясений и их размеры (Викулин, 2003, 2005). Например, многочисленные афтершоки с магнитудами $7,5 \leq M_S \leq 8,3$, инструментально зарегистрированные после Чилийского землетрясения 22.05.1960 ($M_W = 9,5$), мигрировали вдоль сейсмического пояса и определили тем самым и положение, и размеры очага главного толчка (Duda, 1963).

На миграцию афтершоков в сторону Лиссабона указывают также и многочисленные данные о сильных моретрясениях: «людей на палубе подбрасывало», «палуба сильно пострадала» (Никонов, 2005, с. 26). Они могли происходить только в случае нахождения кораблей непосредственно над образовавшимся разрывом. При эпицентре главного толчка, расположенного в 300–350 км от Лиссабона, такой силы моретрясения ощущались на кораблях, находившихся от столицы на расстояниях от 50 лье, или 220–280 км (Никонов, 2005, с. 26), до 60 миль, т. е. 100 км (Неймар, 1899, с. 314).

На основании этих данных можно предполагать, что очаг Лиссабонского ($M_S = 8,4-8,9$) землетрясения располагался в пределах заштрихованной области, «обозначенной» его двумя афтершоками, и его протяженность составила 300–350 км (рис. 33, в). Как видим, столица Португалии, ее окрестности и примыкающее к ним западное атлантическое побережье оказались расположенными в пределах краевой зоны очаговой области, что и объясняет высокую интенсивность колебаний в этом районе и, как следствие, большие разрушения от сотрясений. Большая продолжительность колебаний (до 8 минут), отмеченная при первом и втором толчках, является следствием масштабности процесса. Например, сильнейшие камчатские землетрясения 17.10.1737 г. и 04.11.1952 г. с $M_W \approx 9$, макросейсмические области которых простирались на 600–800 км, ощущались в виде трех интенсивных волн продолжительностью до 5 минут каждая. Для землетрясений Ев-

ропы такая большая продолжительность интенсивных колебаний, которая имела место при Лиссабонском землетрясении 01.11.1755 г., нехарактерна.

Об источнике цунами. Направление распространения разрыва при катастрофе 1755 г. в северо-восточном направлении объясняет имеющиеся место особенности распределения высот цунами: его малую интенсивность в направлении Лиссабона и, наоборот, высокую интенсивность в перпендикулярном направлении – как в направлении атлантического испанского побережья, так и в сторону Америки. Эти данные показывают, что причины цунами в лиссабонской бухте в ноябре 1755 г. следует увязать в соответствии с гипотезой А.А. Никонова именно с подводными обвалами в пределах ее акватории.

Нарисованная нами схема процессов в очаге Лиссабонского землетрясения в принципе отличается от схемы, построенной в работе (Никонов, 2005), в которой основные движения в очаге были связаны с движениями вдоль Азоро-Гибралтарского разлома. Для уточнения сейсмического сценария возможной будущей катастрофы в районе Лиссабона, очевидно, требуется проведение целого комплекса дополнительных исследований.

О периоде повторения катастроф в районе Лиссабона. В туристических справочниках содержатся данные о землетрясении, неизвестного в мировых каталогах и списках землетрясений. О нем упоминается в книге (Португалия, 2006а, с. 159): «В V в. на южном берегу р. Саду римляне основали рыбацкое поселение Цетобрига – современная Троя. В 412 г. его разрушило землетрясение. Спустя 1000 лет здесь находилась королевская резиденция, исчезнувшая во время катастрофы 1755 г.». Данные об этом землетрясении могут иметь принципиальное значение при количественной оценке величины сейсмической опасности.

Землетрясения, происходящие в районе Лиссабона, как уже отмечалось выше, относятся к западному окончанию субширотного альпийского сейсмического пояса. В пределах только «средиземноморского» сегмента этого пояса произошло большое количество катастроф. Из них «наибольшую известность» получили землетрясение 536 г. в Сирии и Малой Азии (120 тыс. погибших), Сицилийское землетрясение 1693 г. (60 тыс. человек), Лиссабонская катастрофа (40–70 тыс. человек) (Неймар, 1899, с. 324) и землетрясение в итальянском г. Мессина в 1908 г. (120 тыс. человек).

Для кавказского сегмента этого пояса ранее была получена оценка повторяемости сильнейших в одном месте землетрясений, которая оказалась близкой одному событию в 1000 ± 700 лет (Викулин, 1992б). Отметим, что именно такой силы землетрясения и привели к переносу столицы Армении из Ани сначала в Двин, а затем и в Ереван (Никонов, 1989). Но, к счастью, этого не произошло с Лиссабоном – нашелся такой человек, как Себастьян-Жозе ди Карвалью, маркиз и министр Помбал (1699–1782), который в той непростой ситуации не только посмел перечить португальскому королю, но и в короткий срок смог восстановить столицу (Никонов, 2005; Португалия, 2006а, с. 63, 64, 83; Португалия, 2006б, с. 22, 23) Этот факт можно назвать феноменом не только в португальской (Никонов, 2005), но и в мировой практике.

Примерно такая же по величине оценка повторяемости сильнейших землетрясений следует и из макросейсмических данных для центральной части Альпийского сейсмического пояса: «21.07.365 г. землетрясение в Александрии унесло 50 тыс. жизней и частично разрушило Фаросский маяк, причислявшийся к семи чудесам света. Этот маяк был построен в III в. до н. э., имел 180 м высоты и представлял собою гигантскую мраморную башню, на вершине которой постоянно поддерживался огонь. Впоследствии маяк сильно пострадал от землетрясения 400 г. и был окончательно «добит» землетрясением 1375 г. (т. е. примерно через 1000 лет. – Авт.). От него осталось только название фары» (Вокруг ..., 2005).

Приведенные данные позволяют предположить, что величина повторяемости сейсмических катастроф в одном месте в пределах всего западного сектора субширотного тектонического пояса составляет примерно одно событие в 1000 лет. К этим данным можно добавить то, что характерные сейсмические периоды ΔT с близкой продолжи-

тельностью выявлены при анализе каталогов землетрясений Китая ($\Delta T = 1000$ лет), Кавказа ($\Delta T = 800 - 950$ лет) и Японии ($\Delta T = 1200$ лет) (Викулин, 2003).

Для подтверждения гипотезы о характерном периоде повторения сильнейших катастроф в пределах Альпийского пояса, к западному окончанию которого относится Португалия, требуется проведение дальнейших исследований.

Приведенные на рис. 33, в данные показывают, что сейсмотектонический процесс разрядки накопленных напряжений в очаге Лиссабонского землетрясения, начавшийся 1 ноября 1755 г. около 10 часов утра, продолжался миграционной цепочкой землетрясений в северо-восточном направлении в течение более 150 лет вплоть до начала XX в. (землетрясение 23 апреля 1909 г.). Последние сильные землетрясения в португальском районе произошли в конце XX – начале XXI вв. – это землетрясения 1969 и 2007 гг. Предпоследнее из них имело большую для района магнитуду $M_S = 8$. Его эпицентр располагался вблизи главного толчка, и оно считается уменьшенным аналогом Лиссабонского землетрясения 01.11.1755 г. (Никонов, 2005, с. 28). По-видимому, можно принять, что подготовка следующей катастрофы в португальском районе, которую, как показали приведенные выше данные, можно ожидать в $1755 + 1000 = 2755 \pm 700$ г., уже началась.

Об источниках пожара в Лиссабоне и радиоактивности почвы. Вопрос о причинах быстрого, интенсивного, начавшегося во многих местах и практически одновременно пожара большого города, выгоревшего дотла, остается невыясненным. Действительно, согласно работе (Клячко, 1999, с. 17) «А. Гумбольдт в своем «Космосе» более 100 лет спустя утверждал «со слов очевидцев», что столб огня и дыма вырвался из появившейся в скале Алвидрас, что на краю города, трещины. Более поздний и очень серьезный исследователь этого землетрясения сейсмолог Франсишку Луидж Перейра де Соуза приписывал пожар «радиоактивности почвы». Попытки людей остановить пожар оказались неудачными». В работе (Клячко, 1999) данные о причинах пожара и радиоактивности почвы оцениваются как слухи.

Пожар как одна из основных причин нанесенного землетрясением ущерба, как уже цитировалось выше, рассматривается всеми очевидцами (Клячко, 1999; Неймар, 1899) и исследователями (Болт, 1981; Гир, Шах, 1988; Клячко, 1999; Неймар, 1899; Рихтер, 1963). В свете полученных данных и результатов обследования очаговых областей последних катастрофических землетрясений предположения А. Гумбольта и Ф.Л. Перейра де Соуза, на первый взгляд фантастические, тем не менее находят вполне разумное объяснение. Отметим, что не доверять выводам Ф.Л. Перейра де Соуза, собравшему и проанализировавшему все известные данные о Лиссабонской катастрофе и издавшему их в своем капитальном труде (Никонов, 2005), нет оснований.

Согласно данным, представленным в работе (Войтов, Попов, 1989), состояние проблемы заключается в следующем.

Подземные водогазоносные системы, несмотря на их кажущуюся региональную изолированность, представляют собой единое целое. Следовательно, возникающие в очаге землетрясения в ходе деформации пород трещины, сколы, разрывы неизбежно распространяются на всю систему. Достигнув поверхности Земли, они проявляются в изменении химического состава вод и газов, интенсивности источников глубинных минеральных вод. Это означает, что геохимические и гидродинамические признаки, а такие признаки были установлены и для Лиссабонского землетрясения (Никонов, 2005)), могут являться важной характеристикой происшедшей катастрофы.

Впервые связь между землетрясениями и нарушениями в «работе» глубинных источников отметил еще в 1912 г. основоположник русской сейсмологии Б.Б. Голицын. Тогда же он предсказал неизбежные газовые аномалии и изменения химического состава вод в источниках, связанных с землетрясениями. В.И. Вернадский примерно в то же время, размышляя о газовом обмене земной коры, сформулировал представления о газовых струях, существующих в геодинамически активных областях и несущих к поверх-

ности Земли и в атмосферу газы из глубин. Одним из доказательств этого предположения является радиоактивность приземного слоя атмосферы.

Существенные изменения концентрации газов отмечены в очагах многих сильных землетрясений. При этом в очагах ряда сильных Газлийских землетрясений в составе газа регулярно регистрировался водород, концентрация которого заметно увеличивалась сразу после сейсмических ударов. Зафиксирован и другой эффект – регистрация β -распада короткоживущих продуктов распада радона в зоне глубинного Северо-Ферганского тектонического разлома. Установлено, что радон мог быть вынесен из глубины только потоком других газов. Выявлено содержание радия в воде одной из скважин в зоне Предкопетдагского сейсмогенного разлома.

В очагах Ташкентского землетрясения и его афтершоков также наблюдалось заметное увеличение концентрации радона, которое, как оказалось, коррелирует с изотопным отношением урана (U^{234}/U^{238}) в минеральных водах (Ташкентское ..., 1971, с. 188, 198).

Как отмечалось выше, Лиссабон располагался в пределах очаговой области землетрясения 1755 г. и на его территории при землетрясении образовалось большое количество трещин, в том числе и достаточно глубоких. По образовавшимся трещинам из недр земли в достаточно большом количестве мог поступать горючий газ (например, водород), что может объяснить как появление *многочисленных* очагов возгорания, так и невозможность их тушения и, как следствие, выгорание города дотла. Выходящий из недр газ, как показали приведенные данные, мог выносить с собой и радиоактивные элементы, которые «осели» в породе и которые через 100 лет после землетрясения мог обнаружить Ф.Л. Перейра де Соуз.

Нарисованная картина, в рамках которой объясняются возможные причины длительного площадного пожара в Лиссабоне, подтверждается полученными в последнее время многочисленными данными о существовании большого количества геохимических предвестников Лиссабонской катастрофы. Действительно, в ряде населенных пунктов «задним числом» выявлены предвестниковые изменения температуры изливающихся вод, дебита колодцев, химического состава воды (появление у нее неприятного запаха) и др. (Никонов, 2005, с. 27). Некоторые из этих явлений были отмечены и во время катастрофы 1 ноября 1755 г. (Неймар, 1899, с. 320).

Повороты кафедрального собора в Саламанке. Новый и старый кафедральные соборы Саламанки, находясь рядом друг с другом, дают представление о самых разных архитектурных стилях – от позднего романского (XII–XIII вв.) в старом до готическо-ренессанского в новом, строительство которого, начавшись в 1513 г., продолжалось более двух веков (Испания, 2007).

Новый собор демонстрирует великолепно исполненное каменное кружево фасада и карнизы филигранной работы. В течение многих веков существования нового собора на его фасаде из более чем ста фигурок отвалились и разбились только несколько. На это обратили внимание сразу после землетрясения, случившегося 1 ноября 1755 г., что, несомненно, свидетельствует в пользу следующего утверждения: результатом откола фигурок является именно сейсмический толчок. Больше никаких внешних нарушений на фасаде, других стенах и башнях нового собора в результате землетрясения не возникло.

Внутри нового собора также создается ощущение полного душевного спокойствия и близости чего-то возвышенного, что, среди прочего, достигается «мягкостью» света, проникающего через многочисленные великолепные витражи, которые при землетрясении совершенно не пострадали. Однако по обоим торцам фасадной стены изнутри собора отчетливо видны трещины, протягивающиеся от верхней части стены вниз более на чем 10 метров, что позволяет визуально оценить ширину трещин, составляющую при высоте стены около 30 метров как минимум несколько сантиметров (возможно, до 10 см и более).

Приведенные данные позволяют охарактеризовать интенсивность колебаний в Саламанке при землетрясении 1755 г. как 7–8-балльные по 12-балльной шкале.

В то же время согласно карте сейсмического районирования Саламанка оказывается расположенной в пределах 6-балльной зоны колебаний (Никонов, 2005, с. 28). Выше уже отмечалось, что карта сейсмического районирования сотрясений, вызванных Лиссабонским землетрясением 1755 г., составлена с учетом большого количества фактического макросейсмического материала и является достаточно точным документом. Поэтому значительное расхождение между нашей оценкой и данными детального макросейсмического обследования сразу после землетрясения следует искать в некой «нестандартной» причине.

Такие значительные по величине (ширина трещин), масштабные (длина трещин) и несквозные нарушения торцов фасадной стены нового собора, на наш взгляд, разумно и достаточно просто можно объяснить только одной причиной, а именно: волны, возникшие в результате Лиссабонского землетрясения, в районе Саламанки имели в большей степени крутильную поляризацию, нежели сдвиговую, что и привело к повороту нового собора сначала в одну сторону, потом в другую относительно его фасада. Такой поляризацией волн, очевидно, легко можно объяснить и смещение с наклоном возведенной в 1163 г. башни Петуха старого собора, что можно увидеть на великолепном снимке в работе (Панченко, Семашко, 2006, с. 116). Именно поворотные колебания в совокупности с интенсивными вертикальными толчками могли привести к повреждению ворот кафедрального собора в Лиссабоне при землетрясении.

Задачи, требующие своего решения. В работе получены новые данные о Лиссабонском землетрясении 01.11.1755 г., а именно:

1. Имеющиеся данные о высоте цунами в лиссабонской бухте при катастрофе 1755 г. являются, очевидно, завышенными. Незначительное по высоте (1-2 м) цунами, несомненно, имевшее место, было вызвано скорее всего подводными обвалами, происшедшими в пределах акватории бухты. С целью уточнения возможного сценария цунами в Лиссабоне при последующих землетрясениях необходимо проведение дополнительных исследований.

2. Приведены и проанализированы новые данные о повторяемости катастроф типа Лиссабонской в пределах западного окончания альпийского сейсмогенетического пояса планеты. Сформулировано предположение о значении возможного периода повторения таких катастроф в регионе, равного одному событию в 1000 лет. С целью уточнения сейсмического сценария следующей катастрофы в пределах западного окончания Альпийского тектонического пояса требуется проведение дальнейших детальных исследований.

3. На примере кафедрального собора в Саламанке показано, что одной из возможных причин повреждений зданий и сооружений при Лиссабонском землетрясении могли являться крутильные колебания. С целью уточнения макросейсмического эффекта требуется пересмотреть имеющийся макросейсмический материал по Лиссабонской катастрофе относительно крутильных колебаний, имеющих место в различных пунктах Испании и Португалии.

Макросейсмические эффекты, связанные с крутильными колебаниями, были выявлены после многих землетрясений, происшедших как в «старые» времена, так и совсем недавно (Аносов, Константинова, Делемень, 2004). До настоящего времени существующие нормативные документы не предусматривают возможного учета крутильных колебаний при оценке макросейсмических последствий землетрясений (Дроздюк, 2004). Останемся на этом важном вопросе подробнее.

Крутильные сейсмические колебания и их регистрация

Генерация крутильных колебаний при землетрясениях подтверждается следующими данными:

1. Наблюдались повороты памятников (рис. 34), повороты отдельных частей зданий относительно друг друга, большие деформации стен и перекрытий от кручения и другие «мистические» движения (рис. 35) (Аносов, Константинова, Делемень, 2004; Дроздюк, 2004; Клячко, 1999).



Рис. 34. Крутильные сейсмические движения, четко зафиксированные на многих кладбищенских памятниках г. Спитак при землетрясении 07.12.1988 г. (Клячко, 1999, с. 161)

2. Имели место повороты протяженных (L) блоков земной коры (рис. 36), в пределах которых располагались очаги сильных землетрясений, например землетрясения 01.09.1923 г. в Канто (Япония), $M = 8,2$, $L = 200$ км (Fujiwhara, Tsujimura, Kusamitsu, 1933).



Рис. 35. «Мистика землетрясений» (выражение, принадлежащее известному советскому ученому, инженеру сейсмостойкого строительства Н.Г. Карцивадзе)

3. Наблюдалось распространение из очагов достаточно сильных землетрясений визуально видимых «горбов», или «земляных волн» (Шебалин, 2003), вдоль поверхности Земли – гравитационных сейсмических волн: Япония, 1923, $M = 8,2$ (Matuzawa, 1925); Чили, 1960, $M_w = 9,5$; Мехико, 1985, $M = 8$; Камчатка, 1959, $M = 7,6$.

4. Инструментально зарегистрированы крутильные колебания при землетрясении Chi-Chi (Тайвань, 1999, $M = 6,9$) (Huang, 2001; Takeo, 1998) и развивается их инструментальная регистрация в России (Халчанский, 1998).

В рамках ротационной волновой модели сейсмического процесса (Викулин, 2003) показано, что достаточно сильное землетрясение является результатом взаимодействия блока земной коры – очага землетрясения с тектонической волной кручения.

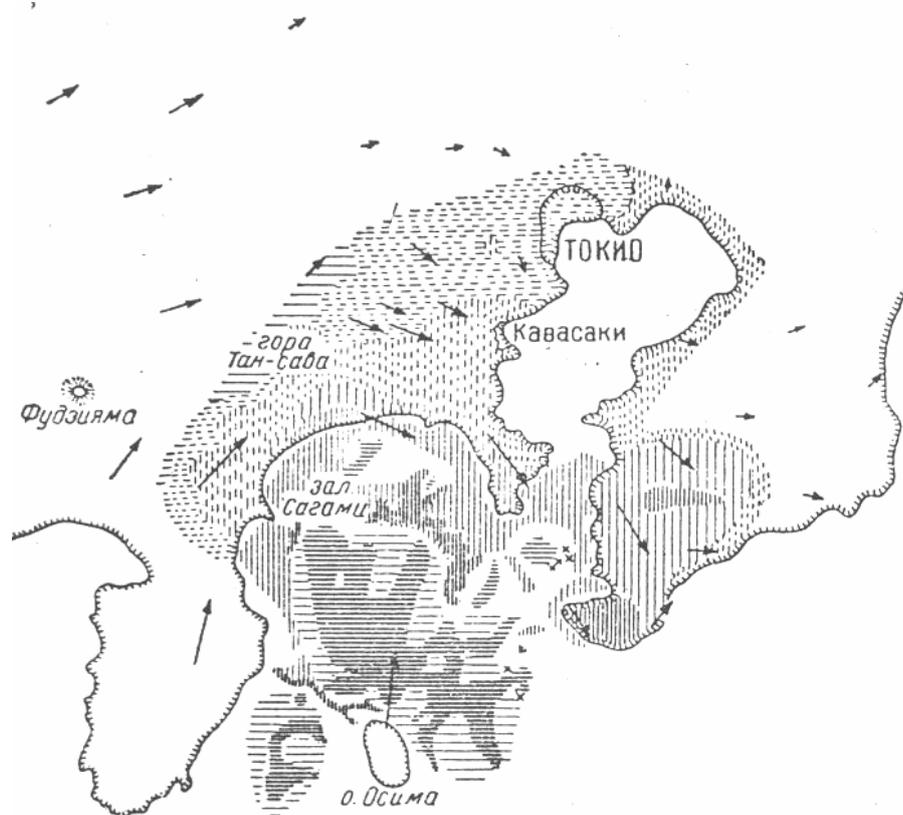


Рис. 36. Вращение земной поверхности вокруг залива Сагами (о. Хонсю, Япония) после катастрофического ($M = 8,2$) токийского землетрясения 1923 г. (вертикальные штрихи обозначают районы поднятия, горизонтальные – районы опускания; направление и величина стрелок в условном масштабе показывают направление и величину перемещения точек) (Fujiwhara, Tsujimura, Kusamitsu, 1933)

При этом в соответствии с данными гл. 3 можно сделать следующие выводы:

- в течение форшоковой стадии происходит разворот поля упругих напряжений вокруг неподвижного блока земной коры до предельного (критического) значения $42^\circ \pm 3^\circ$, что в принципе может являться доказательством отсутствия статистически значимого форшокового сейсмического предвестника;

- само землетрясение и его достаточно сильные афтершоки представляют собой результат «распада» тектонической уединенной волны (солитона) кручения на дисклинацию (круговую дислокацию) и волновые возмущения миграционного типа;

- сейсмический момент по своей сути приобретает естественное обоснование в рамках теории дислокаций: $\mathbf{M} = \mu \mathbf{bS}$, где \mathbf{b} – вектор Бюргерса (подвижки), \mathbf{S} – вектор площади дисклинации, μ – модуль сдвига.

Приведенные экспериментальные и теоретические данные убедительно указывают на то, что дальнейшее изучение физики сейсмического процесса (не только отдельного землетрясения, но и их совокупностей, рассматриваемых в реальном геофизическом пространстве и времени), невозможно без создания сети, способной регистрировать крутильные сейсмические колебания (по сути, тектонические волны), и умения с ее помощью определять параметры таких волн.

«Крутильные» эффекты проявляют себя и в более «медленных», чем сейсмические, тектонических процессах: вращении плит и блоков по геодезическим (рис. 11), светодальномерным (Давыдов, Долгих, Запольский, Копвиллем, 1988) и комплексным геолого-геофизическим данным (рис. 4–7) (Геолого-географический..., 2003; Forsyth, Uyeda, 1975), а также в геологических явлениях: поворотах блоков, плит, платформ и других образований (рис. 36).

Накопление и осмысление данных наблюдательной сети, способной регистрировать крутильные колебания в широком амплитудно-частотном диапазоне, создает хороший фундамент для осмысления с физических позиций эффектов вращения в тектонических и геологических процессах Земли и других планет.

Литература

Аносов Г.И., Константинова Т.Г., Делемень И.Ф. Некоторые сведения о крутильных деформациях при землетрясениях в связи с развитием методов сейсмического микрорайонирования и усиления зданий // Вихри в геологических процессах / Под ред. А.В. Викулина. – Петропавловск-Камчатский: ИВГиГ ДВО РАН, 2004. – С. 246–252.

Артемов В.В. Русские ученые и изобретатели. – М.: Росмэн-Пресс, 2003. – 336 с.

Болт Б. Землетрясения: Общедоступный очерк. – М.: Мир, 1981. – 256 с.

Геологические стихии / Б.А. Болт, У.Л. Хорн, Г.А. Макдоналд, Р.Ф. Скотт. – М.: Мир, 1978. – 440 с.

Везувий. Обманчивый сон великого убийцы // National Geographic. Россия. – 2007. – № 9. – С. 120–137.

Викулин А.В. Физика волнового сейсмического процесса // Природа. – 1992а. – № 7. – С. 11–19.

Викулин А.В. О понятии и величине сейсмического риска // Вычислительные технологии. – 1992б. – Т. 1. – № 3. – С. 118–123.

Викулин А.В. Физика волнового сейсмического процесса. – Петропавловск-Камчатский: КОМСП ГС РАН, 2003. – 150 с.

Викулин А.В. Крутильные сейсмические колебания и их регистрация // Современная геодинамика и опасные природные процессы в Центральной Азии. Вып. 3 // Современная геодинамика и сейсмичность Центральной Азии: фундаментальный и прикладной аспекты: Материалы Всерос. сов., Иркутск, 20–23 сент. 2005 г. – Иркутск: ИЗК СО РАН, 2005. – С. 180–181.

Викулин А.В., Викулина С.А. Закономерности размещения очаговых областей сильнейших землетрясений в районе жлоба Нанкай. – Петропавловск-Камчатский: КГС ИФЗ АН СССР, 1989. – 44 с. – Препринт № 5.

Моделирование геодинамических процессов окраины Тихого океана / А.В. Викулин, Г.М. Водинчар, И.В. Мелекесцев и др. // Солнечно-земные связи и предвестники землетрясений: Сб. докл. IV междунар. конф., с. Паратунка Камчатской обл., 14–17 авг. 2007 г. – Петропавловск-Камчатский: ИКИРР ДВО РАН, 2007. – С. 275–280.

К землетрясению без риска / А.В. Викулин, В.Н. Дроздюк, Н.В. Семенец, В.А. Широков. – Петропавловск-Камчатский: СЭТО-СТ, 1997. – 120 с.

Викулин А.В., Мелекесцев И.В. О вероятности и повторяемости 10-балльных землетрясений в Петропавловске-Камчатском // Сейсмология и сейсмостойкое строительство на Дальнем Востоке. – Владивосток: ДальНИИС Госстроя СССР, 1989. – С. 66–67.

Викулин А.В., Мелекесцев И.В. Сейсмичность, вулканизм Тихого океана и вращение планеты // Бумарско геофизично списание. – 1997. – Т. 23. – № 1. – С. 62–68.

20 ВЕКОВ ИСТОРИИ РАЗВИТИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСТВА

Именно использование крутильных ловушек для ловли зверей и «освоение» механического момента для получения огня предопределило формирование человека из *Homo sapiens*. Вихревые движения, «зашитые» в спиральных структурах раковин и в крутильных движениях тел зубатых китов и рыб, впоследствии «перешедшие» в асимметрию черепа сначала дельфина, а затем строения мозга человека и «позволившие» социуму развиваться с минимальным «социальным» трением, интуитивно воспринимались человеком как основные движения окружающего нас мира.

Такое ощущение окружающего мира и предопределило возникновение у античных мыслителей *идеи атомарного мира, вихревых движений и эфира* в виде единой концепции, явившейся основой *диалектического метода познания окружающего мира*. Результатом такого широкого, в философском смысле – всеобъемлющего подхода явилось сначала создание целостной *системы Мира* и впоследствии развитие представлений о вихревых движениях как основных (атомарных, «неразрезаемых» процессах, протекающих в окружающем нас мире) (Ацюковский, 2003).

В античное время наметились два основных направления в объяснении тектонических движений земной коры: нептунистическое, придававшее главную роль экзогенным процессам, в первую очередь растворяющему действию воды, и плутоническое, считавшее первоисточником движений действие внутренних сил Земли, в особенности подъем магматических расплавов. Однако идеи мыслителей античности надолго были забыты, вплоть до эпохи Возрождения (Хаин, Ломизе, 2005, с. 15).

Проведенный в настоящей книге обзор показывает, что в дальнейшем представления о вихревых движениях развивались по сложной спирали, изгибы которой фиксировались «победами», достигающимися соответствующими научными школами. Действительно, такие представления, активно подхваченные в середине XVII в. Рене Декартом, были побеждены несомненными научными успехами теории Ньютона, а сторонники Декарта «истреблены» ньютонианцами, большая часть (исполнителей) которых к науке имела весьма отдаленное отношение. Идея важности вихревых движений, начавшая бурно развиваться в середине XIX в., была вновь «побеждена» научными достижениями квантовой механики и опять забыта, так как в то время наука стала уже производительной и высокооплачиваемой отраслью общества.

В настоящее время наблюдается очередное, уже четвертое в истории, увеличение интереса к проблеме вихревых движений. При этом данные, собранные в тематических сборниках (Вихри ..., 2004; Ротационные ..., 2007) и в других работах, показывают, что *вихревые движения являются основными движениями*, наблюдаемыми в природе в различных по физическому составу средах и на разных масштабных пространственно-временных уровнях: от Вселенной в целом до элементарных частиц, включая жизнь, ее возникновение и социум.

В рамках квантовой вихревой гипотезы происхождения жизни (гл. 2) модели сотворения Вселенной и возникновения жизни «сливаются» в одну «картину». Действительно, при таком подходе становится возможным объединить описания микроживых (квантовый биохимический процесс в ДНК, белках и клетках) и классических неживых (движения геофизических квазичастиц – солитонов) проявлений в рамках единого процесса, который, по сути, является близким состоянию Вселенной сразу после Большого взрыва. Как отмечалось выше, близкий, по сути «космический» механизм зарождения жизни предлагался античным мыслителем Эмпедоклом и отстаивался много позднее профессором Мережковским в начале XX в.

В гипотезах мыслителей «живой эфир» напоминает о своем существовании в наблюдаемых фактах. В работе (Заказчиков, 2005) предлагается один из его вариантов – эфир с активными свойствами, который изменяет прежде всего взгляд на материю как на «меру инерции». Активный эфир – этот неиссякаемый источник энергии и канал обмена

ею – должен способствовать пониманию «технологии» и «программы действий» материи. В этом смысле материя предстает и как строительный материал, и как строитель мироздания. Иных средств, «проектировщика» и «рабочих рук» для собственного построения Природа не имеет. Эта мысль (Заказчиков, 2005) составляет содержание грядущей физической революции. Тогда идея активного эфира выведет нас на понимание того, как будущие физические механизмы на каком-то определенном уровне приобретают признаки биологической жизни.

Отличительными особенностями нынешнего этапа развития представлений о важности вихревых движений являются следующие обстоятельства. Во-первых, вихревые (вращательные) движения являются *основными* как тектоническими, так и, по-видимому, геодинамическими движениями, наблюдающимися на разных масштабных уровнях, в том числе и в пределах «твердой» коры и литосферы в течение всей геологической истории. Во-вторых, проблема возникновения жизни и развития социума является квантово-механической (спиновой) по сути и вихревой геофизической (макроскопической) по содержанию.

Дальнейший прогресс в развитии представлений о вихревых движениях (включая и проблему появления жизни на Земле) возможен только при условии объединения усилий квантовой механики и макрофизики. Поэтому можно ожидать, что новый наступивший этап развития представлений о вихревых движениях станет последним, заключительным «переломным» этапом, после которого проблема будет развиваться по «обычной» эволюционной спирали достаточно плавно. Но для этого, по-видимому, необходимо будет перейти на новый уровень знаний, на котором традиционные уже разделы физики, химии, биологии и других наук будут иметь другую аксиоматику.

История изобилует большим количеством совпадений. Большинство из них впоследствии получает свое объяснение, однако некоторые, например «одновременное» существование двух мощнейших научных центров в Древней Греции, Древнем Риме и Китае, еще на долгое время останутся неразгаданными (Диоген Лаэртский, 1979; Исаков, 2004). К числу таких знаменитых и пока неразгаданных совпадений, требующих в дальнейшем своего объяснения, относятся и происшедшие в 1755 г. следующие поистине великие для науки события, в том числе и «вихревые»:

- учреждение 12 января Московского университета;
- опубликование Э. Кантом космогонической гипотезы;
- опубликование С.П. Крашенинниковым своей главной книги о Камчатке, содержащей в том числе и научное описание самого мощного за последние несколько столетий камчатского землетрясения 17 октября 1737 г.;
- землетрясение на противоположной от Камчатки стороне планеты – Лиссабонское землетрясение 1 ноября 1755 г.

Совпадение во времени этих событий представляется явно неслучайным. Однако несомненно и то, что разгадка причин взаимосвязи таких, по сути, природно-социальных совпадений заключена в самом единстве Природы, обеспечивающемся в том числе и вихревыми движениями, включая и социальные, и геодинамические.

Литература

Ацюковский В.А. Общая эфиродинамика. – М.: Энергоатомиздат, 2003. – 584 с.

Вихри в геологических процессах / Ред. А.В. Викулин. – Петропавловск-Камчатский: ИВГиГ ДВО РАН, 2004. – 297 с.

Диоген Лаэртский. О жизни, учениях и изречениях знаменитых философов. – М.: Мысль, 1979. – 622 с.

Исаков А. Пионеры цивилизации: Очерки по истории естествознания, техники, технологий. – Петропавловск-Камчатский: Новая книга, 2004. – 232 с.

Заказчиков А.И. «Живая» материя. Фундаментальная физика с литературными вставками. – М.: РОХОС, 2005. – 288 с.

Ротационные процессы в геологии и физике / Под ред. Е.Е. Милановского. – М.: ДомКнига, 2007. – 528 с.

Хаин В.Е., Ломизе М.Г. Геотектоника с основами геодинамики: Учебник. – М.: КДУ, 2005. – 560 с.