

**В. С. Мартынюк  
Н. А. Темурьянц  
Б. М. Владимирский**

# **У ПРИРОДЫ НЕТ ПЛОХОЙ ПОГОДЫ: КОСМИЧЕСКАЯ ПОГОДА В НАШЕЙ ЖИЗНИ**

Под редакцией  
доктора биологических наук, профессора,  
директора Института физиологии имени акад. Петра Богача  
Киевского национального университета имени Тараса Шевченко  
**Н.Ю. Макаrchука**



**Киев  
2008**

УДК 532.98:577.35:75.033  
ББК 20.1я43+26.23я43+28.0я43  
М 57

**В. С. Мартынюк, Н. А. Темурьянц, Б. М. Владимирский**

**У природы нет плохой погоды: космическая погода в нашей жизни. – Киев :  
Издатель В.С. Мартынюк, 2008. – 212 с.**

**ISBN 978-966-96879-1-3**

Монография, доступно рассказывающая о влиянии солнечной активности на биологические и социальные процессы, а также на техносферу. Приведены базовые сведения о явлении солнечной активности, межпланетной среде и важнейших оболочках нашей планеты, защищающих среду обитания от непосредственного воздействия капризов «космической погоды». Приведены разнообразные примеры связи жизнедеятельности бактерий, растений, животных с вариациями «космической погоды». Рассматриваются вопросы о воздействии эффектов солнечной активности на организм человека – здорового и больного, его психику и поведение. Подробно рассказано о связи солнечной активности с явлениями общественной жизни. Представлены новейшие данные о происхождении астрологии, о рациональном «ядре» древней вавилонской астрологии. Кратко изложены данные о влиянии «дальнего Космоса» на историю нашей планеты и биологическую эволюцию. Кратко рассмотрены современные представления о биологическом действии экологических факторов-посредников, которые связаны с космической погодой.

Книга предназначена для широкого круга читателей разных специальностей, научных работников, преподавателей, аспирантов и студентов, интересующимся междисциплинарными проблемами.

**ББК 20.1я43+26.23я43+28.0я43  
М 57**

**ISBN 978-966-96879-1-3**

© В.С. Мартынюк, 2008  
© Н. А. Темурьянц, 2008  
© Б. М. Владимирский, 2008

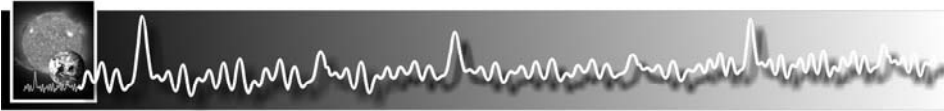
# СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

От редактора .....	5
<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	<b>10</b>
<b>Глава 1. МЫ ЖИВЕМ В АТМОСФЕРЕ СОЛНЦА</b> .....	<b>13</b>
1.1. Стандартная солнечная модель .....	13
1.2. Процессы на поверхности Солнца – солнечная активность .....	14
1.3. Межпланетная среда – область, где формируется космическая погода .....	19
1.4. Волновое излучение Солнца и его изменения. Что попадает в среду обитания? .....	22
1.5. Защитные оболочки Земли: магнитосфера, ионосфера, озоносфера .....	25
1.6. Индексы космической погоды .....	30
<b>Глава 2. СОЛНЕЧНАЯ АКТИВНОСТЬ И КОСМИЧЕСКИЕ РИТМЫ</b> .....	<b>34</b>
2.1. Мы живем в мире колебаний .....	34
2.2. Ритмы солнечной активности. Почему на Солнце есть цикл в один год? .....	37
2.3. Космические и земные ритмы. Какие они? .....	39
2.4. Как изменения космической погоды проникают в среду обитания .....	45
2.5. Солнечная активность и земная погода .....	50
<b>Глава 3. СОЛНЕЧНАЯ АКТИВНОСТЬ И БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ – ЧТО ПОКАЗЫВАЮТ НАБЛЮДЕНИЯ</b> .....	<b>55</b>
3.1. Мир бактерий и клеток .....	56
3.2. Растения .....	57
3.3. Насекомые .....	58
3.4. Обитатели морских и пресноводных бассейнов .....	59
3.5. Птицы .....	61
3.6. Млекопитающие .....	62
3.7. Здоровый человек и солнечная активность .....	64
3.8. Солнечная активность и болезни .....	68
3.9. Общий взгляд .....	71
<b>Глава 4. БИОЛОГИЧЕСКИЕ РИТМЫ – КОСМИЧЕСКИЕ РИТМЫ</b> .....	<b>72</b>
4.1. Краткий путеводитель по биоритмологии .....	73
4.2. Биоритмы, управляемые солнечной активностью .....	77
<b>Глава 5. СОЛНЕЧНАЯ АКТИВНОСТЬ И ОБЩЕСТВЕННАЯ ЖИЗНЬ</b> .....	<b>87</b>
5.1. Этология и социобиология .....	87
5.2. Космические ритмы в явлениях культуры .....	90
5.3. Космическая погода и экономика .....	94
5.4. Преступность. Войны. Терроризм. Неужели даже социальные кризисы и революции? .....	98
5.5. История .....	103
5.6. Поверх междисциплинарных барьеров .....	107
<b>Глава 6. КОСМИЧЕСКАЯ ПОГОДА И ТЕХНОСФЕРА</b> .....	<b>109</b>
6.1. Влияет ли космическая погода физико-химические процессы? .....	109
6.2. Влияет ли космическая погода на твердые тела? .....	113

---

<b>Глава 7. КАКОЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ФАКТОР ЯВЛЯЕТСЯ ГЛАВНЫМ В ПЕРЕДАЧЕ ИЗМЕНЕНИЙ КОСМИЧЕСКОЙ ПОГОДЫ В БИОСФЕРУ? ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ПРОВЕРКА</b> .....	<b>117</b>
7.1. Биологическая активность слабых электромагнитных полей .....	<b>118</b>
7.2. Биологическая активность инфразвука .....	<b>130</b>
7.3. Биологическая активность сверхнизких доз ионизирующей радиации .....	<b>132</b>
7.4. Биологическая активность сверхмалых доз – путь к новой биологической парадигме? .....	<b>134</b>
7.5. Z-фактор Чижевского? .....	<b>137</b>
<b>Глава 8. ВЛИЯЮТ ЛИ НА БИОСФЕРУ ДРУГИЕ ТЕЛА СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ И ДАЛЬНИЙ КОСМОС?</b> .....	<b>139</b>
8.1. Влияют ли на земные биологические процессы другие тела Солнечной системы? .....	<b>139</b>
8.2. Астрология .....	<b>141</b>
8.3. Астрология и статистика .....	<b>141</b>
8.4. Астрология как биоритмология .....	<b>145</b>
8.5. Как возникла астрология .....	<b>146</b>
8.6. Воздействия на Землю из дальнего Космоса .....	<b>155</b>
<b>ОБЩИЕ ИТОГИ</b> .....	<b>163</b>
<b>ГЛОССАРИЙ</b> .....	<b>166</b>
<b>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ</b> .....	<b>169</b>



## От редактора

С тех пор, как были обнаружены пятна на Солнце, а также тот факт, что ни периодически появляются и исчезают, не утихали споры о том, влияет ли это каким-либо образом на Землю. Уже в конце 19-го начале 20-го веков стало окончательно ясно, что на Солнце постоянно протекают сложные динамические процессы, одним из проявлением которых является комплекс явлений, который получил название «солнечной активности». Что это же за комплекс явлений? Оказывает ли солнечная активность влияние на ход процессов на нашей планете? Можно ли себе представить, чтобы сложный комплекс явлений, протекающий в намагниченной горячей водородной плазме на удалении 150 млн. км от нас, мог воздействовать на организм человека и другие живые объекты? Надо сказать, что весь недавно прошедший 20-й век по этим вопросам не стихала полемика. В нее оказались вовлечены врачи и биологи, химики и физики, историки и экономисты, метеорологи и геофизики. Только в самые последние десятилетия ситуация отчасти прояснилась. Было осознано, что продуктивно работать в этой сложной области исследований следует междисциплинарными «бригадами». Именно таким образом было установлено, вне всяких сомнений, что большие магнитные бури и в самом деле влияют на состояние человека, воздействуя на нервную систему, на систему крови, на биологические ритмы. Очень важно, чтобы научные изыскания в этом направлении планомерно развивались. Думается, предлагаемая читателям книга будет содействовать привлечению в новую область исследований молодых талантливых ученых.

Жанр книги научный и одновременно научно-популярный. С одной стороны, читателю доступно рассказывается о результатах исследований, проведенных в экологии, астрофизике, социологии, различных биологических дисциплинах. С другой стороны авторами приводится большой библиографический список, позволяющий подготовленному читателю разобраться в сложных узкоспециальных вопросах. Учитывая тот факт, что читателя, как правило, интересуют не столько мелкие подробности, сколько главные идеи и мысли, авторы опустили многие детали экспериментов и наблюдений. Тем не менее, в книге все основные понятия разъясняются, налицо стремление излагать материал доступно и просто, приближая стиль изложения к научно-популярному. Каждый из авторов книги является профессионалом в своей области знаний: биофизике (*Виктор Семенович Мартынюк*) кандидат биологических наук, доцент кафедры биофизики Киевского национального университета имени Тараса Шевченко, область научных интересов – биофизика); физиологии (*Наталья Арменаковна Темурьянц*, профессор Таврического национального университета им. В. И. Вернадского); астрофизике (*Борис Михайлович Владимирский*, доктор физико-математических наук, ведущий научный сотрудник Крымской обсерватории). Именно по их инициативе в Крыму регулярно проводятся семинары по теме «Космос и биосфера». Поэтому материал, предлагаемый читателю, это современные знания из области гелиобиологии. В книге авторы излагают ряд смелых идей, которые из-за

установившихся идеологических шаблонов, не получили развития. В частности, речь идет о происхождении астрологии, о спорных до недавнего времени идеях *А. Л. Чижевского* о влиянии солнечной активности на социальные процессы. Весьма интересными являются разделы книги, посвященные проблеме влияния сверхслабых экологических факторов, контролируемых космической погодой, на живые организмы.

Книга посвящена междисциплинарным вопросам современного естествознания и поэтому рассчитана на широкий круг читателей. В то же время, научный уровень книги таков, что ее с уверенностью можно рекомендовать и тем, кто профессионально интересуется вопросами изучения связи биологических процессов с космическими процессами.

*Доктор биологических наук, профессор,  
директор Института физиологии имени акад. Петра Богача  
Киевского национального университета имени Тараса Шевченко  
Н.Ю. Макаrchук*

Земля – часть Солнечной системы, Солнечная система – часть Галактики, Галактика – часть наблюдаемой Вселенной (из последних теоретических исследований еще следует гипотеза о существовании ненаблюдаемой «темной материи» и «темной энергии»). Земля – это один из сгустков материи в Космосе, который под влиянием ее движения и передачи взаимодействия через физические поля и излучения сформировался в бесконечной Вселенной, большинство пространства которой занята межзвездным газом, пылью и отдельными потоками частиц. Земля совершает сложные механические движения за счет указанной передачи взаимодействия с другими сгустками материи (вращение вокруг собственной оси ее верхних геооболочек, а также вращение твердого ядра Земли вокруг магнитной оси и участие в обеих этих вращениях жидкой магмы, движение по эллиптической орбите (форма которой циклически трансформируется) вокруг Солнца, а также вращение совместно в составе Солнечной системы вокруг некоторого центра Галактики и т. д.). Это соответствует принципу *Маха* (известный австрийский физик и философ, идеи которого во многом предопределили теорию относительности): «... сила инерции, действующей на тела, есть результат гравитационного воздействия на это тело удаленной материи, и инертная масса тела определяется всей материей во Вселенной».

Характерной особенностью Земли есть наличие так называемой живой природы, что вместе со средой, заселенной живыми организмами и подверженной их воздействию, а также с размещенными в этой среде продуктами жизнедеятельности этих организмов, составляет биосферу Земли. Идея влияния Космоса на земную жизнь, как известно, уходит своими корнями в глубокую древность. Первая научная гипотеза о влиянии Солнца на земные процессы в европейской науке нового времени была высказана знаменитым английским астрономом Вильямом Гершелем в начале 19-го века. Сопоставив небольшое число наблюдений над количеством солнечных пятен с колебаниями цен на товарное зерно, этот замечательный исследователь заключил, что Солнце каким-то образом влияет на погодно-климатические условия Земли, а значит на урожайность и, следовательно, на стоимость пшеницы. Удивительно, но этот первый по существу правильный результат, который сейчас подтвержден независимыми исследованиями, не был серьезно воспринят научной общественностью.

После обнаружения цикличности в появлении солнечных пятен ученый мир пережил относительно короткий период увлечения сопоставлений с солнечными пятнами всевозможных явлений. Однако к концу 19-го века настроение научной общественности сильно изменилось, и были поставлены под сомнение даже надежно установленные факты, касающиеся воздействия Солнца на Землю. В последующий период в 20-м веке оппозицию встречали любые данные и соображения, относящиеся к влиянию солнечной активности на медико-биологические явления.

Подавляющее большинство исследователей рассматривало изучение этих вопросов как дело совершенно несерьезное, а многие были искренне убеждены в том, что сама идея воздействия Космоса на биологические процессы ненаучна. Негативное отношение к концепции космических влияний на земные процессы в какой-то степени было обусловлено и психологическими причинами, прежде всего неосознанной реакцией на примитивные астрологические мифы.

Тем не менее, интерес к данной проблеме продолжали проявлять разные исследователи. Выдающийся шведский ученый С.А. Аррениус глубоко интересовался космической физикой. Он, вероятно, был одним из первых, кто совершенно ясно представлял себе феноменологическую схему влияния Космоса на биосферу: какие-то процессы в космическом пространстве влияют на нашу среду обитания через изменение

параметров некоего фактора, оказывающего непосредственное влияние на организм. По его мнению, этот фактор имеет электрическую природу. *А.Л. Чижевский*, 110-летие со дня рождения которого в 2007 году отмечает научное сообщество, был первым исследователем, который систематизировал весь имеющийся на то время массив данных и обнаружил широкую распространенность солнечно-земных связей. Многие затронутые им вопросы, продолжают оставаться актуальными и поныне.

Следует отметить, что для теоретического описания солнечно-земных связей и построения соответствующих теоретических моделей необходимы определенные объективные предпосылки, которые появились и созрели только во второй половине 20-го столетия. Первым важным моментом было то, что тогда было обнаружено, что космическое окружение Земли - это пространство, где постоянно протекают разного рода динамические процессы. Это стало ясно после проведения крупнейшей в истории исследовательской программы - Международного Геофизического Года (1957-1958). Одновременно с этим изучение нестационарных циклических процессов на Солнце, космическом пространстве и на Земле стало обычной тематикой специальных международных программ и многих исследовательских коллективов. Освоение космического пространства и развитие космонавтики, естественно дало возможность ставить задачи непосредственных измерений в космосе и получать соответствующие экспериментальные данные о космических процессах. А сравнительно недавно появился даже специальный термин «космическая погода», которым называют комплекс сложных процессов в околоземном пространстве, определяемых в основном солнечной активностью и галактическим излучением.

Вторым ключевым моментом стало то, что вторая половина 20-го столетия характеризуется бурным развитием ряда биологических дисциплин, которые являются классическим примером междисциплинарных наук – биофизика, биохимия, биоритмология, биометеорология и др, в сферу интересов которых входят исследования влияния разнообразных факторов на биологические процессы. В настоящее время у научной общественности укоренилась точка зрения, что на организм влияют одновременно множество факторов внешней среды, что поставило вопрос о влиянии факторов сверхнизкой интенсивности космического происхождения, которые регистрируются также и на поверхности Земли.

Важное значение для решения проблем космо-биосферных связей имело развитие философских и методологических принципов, основанных на системном подходе. Живой организм, экосистема и биосфера стали рассматриваться как термодинамически открытые кибернетические динамические системы. Одновременно с этим развитие теории динамических систем позволило создавать математические модели, качественно описывающие поведение живых систем во времени и их высокую чувствительность к действию разнообразных факторов, которые по отношению к живой системе могут выступать в роли управляющих параметров.

Таким образом, в настоящее время есть все основные предпосылки для серьезного теоретического осмысления вопроса о влиянии Космоса на биосферные процессы. Постановка перед мировой научной общественностью вопроса о реальности космо-биосферных связей представляется вполне правомерной и своевременной, а изучение биологических эффектов и механизмов действия космических факторов на живые системы должно стать предметом изучения нового направления науки - космос и биосфера.

Дело в том, что и в настоящее время по-прежнему приходится сталкиваться с негативными оценками и проявлениями скепсиса по этому вопросу. Разумно задаться вопросом о возможных источниках такого скептического отношения. Одна из причин такого отношения к проблеме космических воздействий на биосферу, в общем, ясна: несмотря на большой эмпирический материал, собранный несколькими поколениями исследователей, вплоть до последнего времени не удавалось объяснить полученные результаты изучения этого космического влияния с единых позиций и дать соответствующее убедительное теоретическое их обоснование. В полном соответствии с неумолимым законом функционирования современной науки, пока это условие не выполнено, соответствующие факты научным сообществом воспринимаются настороженно и с трудом.

Именно такому подходу в изложении перечисленного выше круга проблем посвящена научная монография *В.С. Мартынюка, Н.А. Темурьянц и Б.М. Владимирского*, представленная на суд читателей. Авторам удалось в очень доступной форме (близкой к научно-популярной литературе) изложить основную суть крайне сложных проблем физики



солнца, солнечно-земной физики и экологической биофизики. Однако, высокий научный уровень подачи материала требует от читателя хорошей общеобразовательной базовой подготовки, а простота изложения материала является вполне оправданной в силу комплексного и междисциплинарного характера проблемы, что позволяет специалистам из разных сфер знаний лучше понять суть научных проблем, относящихся к солнечно-биосферным связям. Авторы в своей книге охватывают практически весь диапазон известных солнечно-биосферных явлений – от элементарных биологических процессов до процессов в человеческом обществе. Принципиально новым является то, что проблема солнечно-биосферных связей авторами рассматривается не только как общебиологическая, но и как фундаментальная физическая проблема, призванная объяснить весь спектр наблюдаемых феноменов, в том числе и на уровне элементарных физических и физико-химических систем. Об этом идет речь в специальной главе.

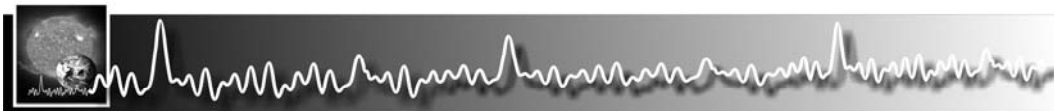
Следует отметить, что в настоящее время суть проблемы космо-биосферных связей сводится к ответу на вопрос: могут ли оказывать воздействие на живые организмы и их экологические сообщества сверхслабые физические воздействия космического и земного происхождения. В частности, электрические и магнитные поля, электромагнитные волны и флуктуации их параметров во всем диапазоне частот, низкочастотные акустические и барические колебания и т. п. А также, каковы биологические механизмы, лежащие в основе такой чувствительности (или же наоборот, нечувствительности и ареактивности)? По сути, это сложный вопрос о феномене биологической активности и экологической значимости микродоз. Вероятно, по этой причине наиболее сложно для непрофильных специалистов воспринимается глава, посвященная экспериментальной проверке гипотез о ведущем экологическом факторе, который может быть посредником между космической погодой и биосферными процессами. Здесь в концентрированном виде представлены современные представления о том, по каким каналам и каким образом живые организмы могут реагировать на изменения космической погоды.

На страницах книги авторы не обошли стороной и ряд вопросов, которые давно волнуют человечество, но на которые в силу идеологических и культурных традиций наложено «табу». Это в первую очередь касается астрологической доктрины. Авторы смело высказывают свою естественнонаучную точку зрения на происхождение этого культурного феномена.

Вне сомнения, по широте и дискуссионности проблем данная книга будет интересна широкому кругу читателей. Можно соглашаться или не соглашаться с некоторыми положениями и взглядами, которые предлагают авторы. И это естественно, потому что наука предполагает развитие множества взглядов, идей, гипотез, которые в результате открытой дискуссии трансформируются в новые теории и новые парадигмы. Можно высказывать им критические замечания, которые могли бы улучшить материал книги (такие замечания, уже как заинтересованный читатель книги, я предоставляю авторам отдельно в дополнение к рецензии). Однако, и в настоящем виде книга представляется очень полезной и актуальной для дальнейшего успешного развития указанного научного направления – изучения влияния космических факторов на земные процессы, в первую очередь, на биосферу Земли.

Поэтому, я рекомендую научную монографию *В.С. Мартынюка, Н.А. Темурьянц и Б.М. Владимирского «У ПРИРОДЫ НЕТ ПЛОХОЙ ПОГОДЫ: космическая погода в нашей жизни»* к опубликованию.

*Заведующий отделом проблем управления и анализа данных  
Института космических исследований Национальной Академии наук  
Украины и Национального космического агентства Украины  
доктор физико-математических наук, профессор  
М.М. Лычак*



*Связь космической реальности с  
нами гораздо глубже и обыденнее,  
чем мы думаем.  
В. И. Вернадский*

## **ВВЕДЕНИЕ**

В новостях уже который раз слышим сообщение о гигантской вспышке на Солнце... В кадре – туманная, не очень понятная картина: фрагмент солнечного диска, небольшое светлое пятно, которое стремительно увеличивает яркость, возрастая по площади. Диктор одновременно информирует нас, что магнитная буря началась во столько-то часов и столько-то минут по мировому или местному времени. Что это за природные явления, которые сейчас принято называть «космической погодой»? Правда ли, что они оказывают какое-то влияние на нашу жизнь, воздействуют на наше здоровье? Если да, то какова природа этого воздействия и представляет ли оно какую-либо опасность для человека и других живых организмов? Можно ли к данным воздействиям адаптироваться? Почему в некоторые годы сообщения о солнечных вспышках следуют одно за другим, а в иные годы их нет совсем? Обнаруживается ли в последовательности этих событий какой-либо период? Можно ли их предсказать заранее? Дать ясный и четкий ответ на эти и другие подобные вопросы – основная цель этой книги. Современное естествознание накопило в данной области колоссальный материал. И этот совокупный массив разных сведений все время возрастает: десятки обсерваторий и искусственных спутников исследуют процессы на Солнце, сотни наземных пунктов измерений записывают и анализируют последствия таких процессов в среде обитания.

Люди, работающие в этой хорошо налаженной индустрии добычи знаний, между прочим, ничего не слышали о «кризисе» современной науки, о чем нередко можно прочесть в нашей прессе. Вот почему самое трудное при составлении данной книги, с чем столкнулись авторы, составляет отбор материала.

Конечно, необходимо взять самое основное, опустив несущественные детали. Конечно, желательно добиться в изложении полной ясности, оперируя понятиями школьного курса физики и используя «нематематический» стиль повествования. Однако полностью выдержать такую экономную стратегию изложения, увы, невозможно. В школьном курсе физики отсутствуют некоторые очень важные понятия, без знакомства с которыми здесь обойтись невозможно. Принятый стиль изложения обладает одним недостатком, с которым авторы заранее должны были примириться. Рассказывая читателям об устройстве Солнца, о структуре космического пространства в окрестностях нашей планеты, о ее защитных оболочках, о биологических часах и других вопросах, мы почти ничего не говорим о том, как были получены все эти сведения. Современные исследовательские технологии довольно сложны. Решительно невозможно доступно и в пределах объема книги рассказать о способах, которые были использованы исследователями для добычи этих данных. Здесь сообщается только окончательный результат. Но необходимо помнить, что все здесь изложенное появилось в результате длительных измерений с помощью сложной аппаратуры, что такие измерения после их проверки и сопоставления с другими наблюдениями тщательно анализировались с применением изощренных математических методов, чтобы сделаться основой для проверки теоретических гипотез, и что далее эти гипотезы проверялись лабораторным моделированием и дополнительными экспериментами. Указанная технологическая цепочка, включающая в себя труд множества людей в разных лабораториях многих стран, и является тем, что называют научным подходом. Никаких других сведений в этой книге нет. И последнее. Среди вопросов, которые рассматриваются в тексте книги, многие исследованы глубоко и обстоятельно. Как правило, в таких случаях среди исследователей выработано общее мнение, соответствующие модельные

представления надежно обоснованы, в обозримом будущем здесь возможны лишь небольшие изменения, которые будут носить характер уточнений. Имеются, однако, и такие разделы, где пока не удается полностью разобраться, несмотря на длительные усилия многих исследователей. По таким вопросам не прекращаются споры, что-то остается неясным, необходимы дополнительные исследования. Авторы в подобных случаях излагают свою точку зрения и, разумеется, обязаны предупредить об этом читателя. В дальнейшем изложении все подобные ситуации специально оговариваются. Размеры книги не позволяют подробно рассказать о становлении и развитии важнейших идей, которые лежат в основе рассматриваемой проблемы влияния солнечной активности на биологические процессы. Нет возможности упомянуть имена многих исследователей, внесших вклад в ее развитие. Желая ознакомиться с историей развития гелиобиологии авторы рекомендуют обратиться к другой авторской монографии, которая опубликована под общей редакцией академика РАН Л.А. Блюменфельда и академика РАН Н.Н. Моисеева (*Владимирский Б.М., Темуриянц Н.А.*, 2000).



*А. Л. Чижевский (1897-1964)*

Но одно имя должно быть названо обязательно: *Александр Леонидович Чижевский*. Именно этот щедро одаренный человек выполнил важнейшие работы в этой области, высказал многие важные идеи и дал собирательное название данному направлению исследований: гелиобиология. Поэтому эту книгу авторы посвящают 100-летию со дня рождения *Александра Леонидовича Чижевского*, которое праздновало научное сообщество в 2007-м году.

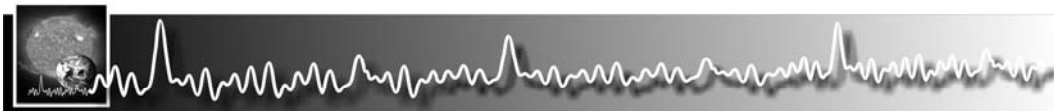
Сын кадрового военного, он родился 26 января 1897 г. в Гродненской губернии. Принадлежал к дворянскому роду, ведущему свое начало из Польши. Юные годы *А.Л. Чижевский* провел в Калуге, где познакомился (1914) с *К.Э. Циолковским*. Единственный сын российского кадрового военного, *А.Л. Чижевский* получил блестящее образование. Он профессионально владел кистью и поэтическим словом, серьезно занимался музыкой и был энциклопедически начитан. Принял участие в первой мировой войне (1916). Высшее образование получил как историк, но параллельно прослушал в МГУ курсы лекций по некоторым естественным дисциплинам. Круг вопросов, которым занимался *А.Л. Чижевский*, теперь относят к биофизике (основатель отечественной биофизики академик *П.П. Лазарев* энергично поддерживал его работы). Исследовательскую работу начал как историк, в последующие годы занимался различными вопросами биофизики. Как и многие представители отечественной интеллигенции в пору расцвета творческой активности *А.Л. Чижевский* не миновал ГУЛАГ (1942-1950), находился длительное время в ссылке (Караганда, 1950-1958). Скончался 20 декабря 1964 г в Москве. В Калуге открыт мемориальный музей *А.Л. Чижевского*. Его именем названа малая планета № 3113.

*А.Л. Чижевский* добился выдающихся результатов в трех областях. Во-первых, это его работы в области исследования влияния солнечной активности на биологические процессы. В этой области *А.Л. Чижевский* был первым в мире исследователем, кто изучал указанную проблему статистическими методами во всей полноте – от показателей жизнедеятельности бактерий до индексов, характеризующих мир психики и социальных процессов. Во-вторых, следует отметить его пионерские работы по биологической активности атмосферных аэроионов. В этой области *Александр Леонидович* реализовал полный исследовательский цикл: от опытов, доказывающих обязательность присутствия отрицательных аэроионов для нормальной жизнедеятельности, до медико-технологических приложений («люстра *Чижевского*»). В третьих, - это работы, посвященные структурному анализу движения

эритроцитов крови. Новаторский и глубокий характер этих работ никогда не вызывал сомнений.

В последние годы труды *А.Л. Чижевского* переизданы. В книгах *А. Л. Чижевского* (см. список литературы) и сейчас можно почерпнуть много интересного. Его публикации сейчас легко доступны (*Чижевский А.Л.*, 1976, 1995, 1998). В свое время они вызвали противоречивые оценки и дискуссии - *А.Л. Чижевского* выдвигали на Нобелевскую премию и объявляли лжеученым. Особенно много всяких глупостей было связано в связи с публикацией самой первой его историометрической работой «Физические факторы исторического процесса» (1924). Оппоненты *А.Л. Чижевского* – даже такие как всем известный академик *О.Ю. Шмидт* – оперировали смешными сейчас нормативно-идеологическими доводами. Но в наши дни результат, полученный *А.Л. Чижевским*, - социальные кризисы (революции) случаются во всем мире преимущественно в годы максимумов солнечной активности – проверен и воспроизведен с привлечением независимых материалов и современных исследовательских технологий.

В 30-е гг. *А.Л. Чижевский* работал в контакте с некоторыми зарубежными исследователями – *M. Faure, G. Sardon* (Франция), *C. Kindlimann, и T. Düll* (Германия). Именно в это время были обнаружены воздействия космической погоды на сердечно-сосудистую патологию, частоту следования самоубийств и открыта космическая ритмика в эпидемических явлениях. А основной вывод *А.Л. Чижевского* о том, что социальные кризисы – революции, если случаются, – происходят, как правило, во всем мире в максимумы солнечной активности, проверен с использованием современных исследовательских технологий и сомнений не вызывает.



## Глава 1. МЫ ЖИВЕМ В АТМОСФЕРЕ СОЛНЦА

Солнце – самая близкая к нам звезда: квант света – фотон, покинув Солнце, достигает орбиты Земли за 8 минут. Свет от другой ближайшей к нам звезды Проксима Центавра затрачивает на подобное путешествие более 4 лет. На поверхности этой другой ближайшей звезды не удастся что-либо разглядеть даже в самые мощные телескопы. Вот почему изучение Солнца важно и интересно не только само по себе: наблюдая Солнце, мы многое узнаем о звездах вообще. Но и исследованные миры звезд очень помогают разобраться в солнечной физике: ведь другие звезды мы наблюдаем на разных стадиях эволюции, в юном и преклонном возрасте, при несколько ином химическом составе, массе, радиусе.

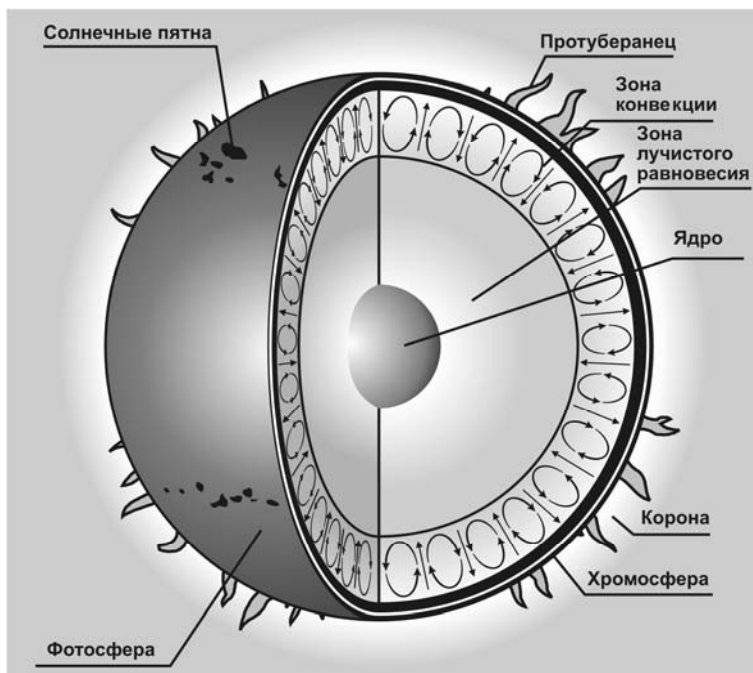
### 1.1. Стандартная солнечная модель

Все, что сейчас известно о строении Солнца, его химическом составе, процессах, протекающих в его недрах, суммировано в так называемой «стандартной солнечной модели». Эта модель построена на колоссальном, тщательно проанализированном материале наблюдений Солнца и большого числа звезд. Исходя из этой модели, многие величины, характеризующие солнечные явления, могут быть вычислены с большой точностью. Согласно этой модели Солнце представляет собой газовый шар, состоящий из водорода с небольшой примесью гелия (и совсем малой примесью более тяжелых элементов). Температура возрастает от поверхности ( $6000^{\circ}\text{C}$ ) вглубь, достигая близ центра 14 млн. град.; соответственно возрастает и плотность; электроны оторваны от ядер водорода, так что вещество находится в плазменном состоянии. При температуре и плотности, которые достигаются близ центра, ядра водорода достаточно часто сближаются на расстояния, при которых оказываются возможными ядерные реакции. При этом из четырех ядер водорода образуется ядро гелия и выделяется энергия, обеспечивающая светимость Солнца. Одновременно с возникновением ядра гелия образуется еще и нейтрино – частица, практически не взаимодействующая с веществом. Поэтому нейтрино свободно покидает зону протекания ядерных реакций и само Солнце и поэтому может быть зарегистрировано на поверхности Земли.

Солнце принадлежит к типу медленно эволюционирующих устойчивых звезд. Оно не может взорваться. Солнечные термоядерные реакции идут уже около 5 миллиардов лет и будут продолжаться с той же скоростью еще миллиарды лет.

Зона ядерных реакций, где выделяется энергия, занимает небольшую часть объема Солнца. Это сфера всего 0.1 его радиуса. Остальные зоны Солнца проводят (переносят) эту энергию наружу. В основной массе Солнца этот перенос осуществляется фотонами. Но за 0.3 радиуса от поверхности включается еще один механизм переноса – конвекция: нагретый газ поднимается к поверхности, охлаждается и опускается вниз за новой порцией тепла. Соответственно в строении Солнца выделяют зону лучистого равновесия и конвективную зону. Из-за того, что конвекция реализуется на вращающемся шаре, общая картина циркуляции вещества в конвективной зоне очень сложная. Разобраться в ней полностью не удалось до сих пор. Чрезвычайно важным является то, что циркулирующим веществом при этом является плазма, состоящая из заряженных частиц, поэтому ее движение – это не что иное, как электрический ток. А протекание тока неизбежно сопровождается появлением магнитного поля.

Магнитные поля играют очень важную роль в процессах, происходящих на поверхности Солнца. Но они оказывают влияние и на динамику конвективной зоны. Отсюда понятно, почему специалисты по физике Солнца уделяют изучению солнечного магнетизма так много внимания.



**Рис. 1.1.** Строение Солнца согласно стандартной солнечной модели. Обозначены ядро, зона лучистого равновесия, конвективная зона. Поверхность называют фотосферой.

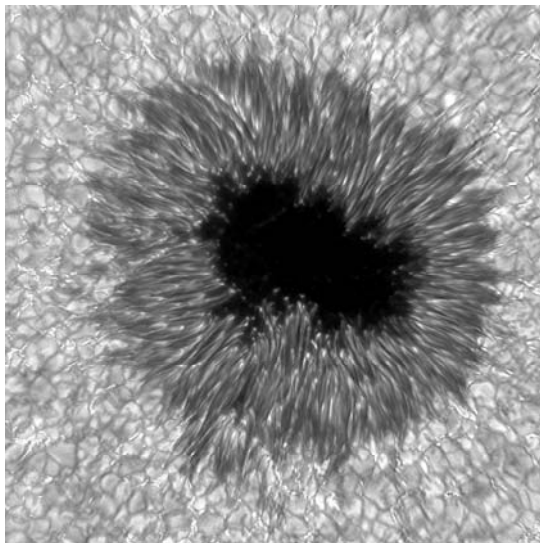
Циркуляция солнечного вещества в конвективной зоне, когда часть кинетической энергии превращается в энергию магнитных полей, а эти поля влияют на картину течений, порождает самовозбуждающиеся колебания. Такой тип колебаний называют автоколебаниями. Они возникают спонтанно в системах самой разной природы, и мы будем говорить о них на страницах этой книги неоднократно. Широко известен период 11,07 года, однако основным периодом колебаний конвективной зоны является период 22,14 года. Он соответствует полному циклу изменения магнитного поля Солнца, когда в течение одного 11-летнего периода северный магнитный полюс совпадает с северным географическим, а на протяжении следующего 11-летнего цикла на северном географическом полюсе господствует южный магнитный полюс. Имеются косвенные данные, свидетельствующие о существовании таких колебаний многие десятки миллионов лет назад. Вполне вероятно, что они возникали в эпоху формирования самой солнечной системы. Вообще говоря, рассматриваемые колебания носят сложный характер. Имеются и другие периоды, накладывающиеся друг на друга и взаимодействующие друг с другом (более подробно об этом будет рассказано дальше). Наконец, следует упомянуть и о том, что на Солнце существуют колебания, охватывающие все Солнце, а не только его конвективную зону. О них также пойдет речь ниже. Самое главное, о чем здесь было рассказано, отражено на схеме строения Солнца (рис. 1.1).

## 1.2. Процессы на поверхности Солнца – солнечная активность

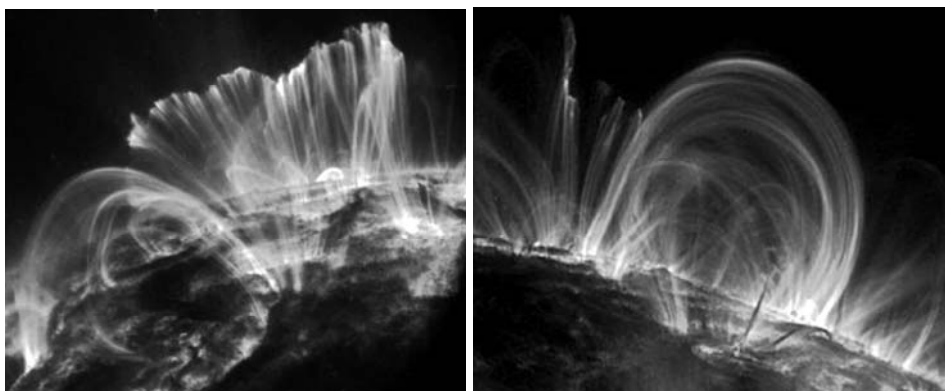
Процессы и явления на поверхности Солнца доступны прямым наблюдениям и обстоятельно изучены. Поскольку именно они определяют космическую погоду, то потому и заслуживают здесь более подробного рассмотрения.

Вид солнечного диска в телескопе сильно зависит от того, какой световой фильтр применяется при наблюдениях. Самые первые наблюдатели Солнца в телескоп использовали простые ослабители света, что уже было достаточно им, что бы открыть солнечные пятна. Потом это породило долгие споры о приоритете, в которых принимал участие и Г. Галилей. В настоящее время известно, что пятна – это трубки силовых линий

магнитного поля, а мы наблюдаем их сечение, когда они «всплывают» на поверхность из конвективной зоны. Температура внутри такого жгута силовых линий ниже, чем окружающего газа, поэтому по контрасту они кажутся черными (рис. 1.2). Однако силовые линии магнитного поля являются «ловушками» для частиц плазмы, которые, попадая в них, «накручиваются» на силовые линии магнитного поля и разогреваются, тем самым, образуя своеобразные плазменные арки (рис. 1.3.).



**Рис. 1.2.** Солнечное пятно - жгуты силовых линий магнитного поля, вдоль которых по спирали вырывается наружу солнечная плазма. Рядом с пятном - ячейки конвекции. Диаметр пятен сравним с диаметром Земли.



**Рис. 1.3.** Выбрасываемая солнечная плазма ориентируется по силовым линиям магнитного поля солнечных пятен (снимок NASA).

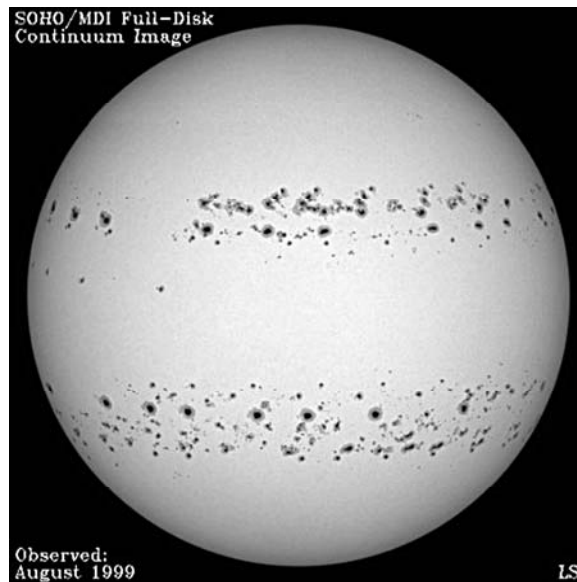
Пятна обычно наблюдаются группами, они, как правило, окружены областями повышенной яркости причудливой формы – факелами. Группы пятен с факелами – активные области (это название будет использоваться в дальнейшем) – образования короткоживущие. Они появляются в виде едва различимых пятнышек, затем развиваются в течение нескольких дней (иногда – недель), достигая подчас больших размеров (видны на закате невооруженным взглядом), потом постепенно дробятся, исчезают. Солнце наблюдается международной сетью обсерваторий почти непрерывно, поэтому практически каждый день отмечается, сколько активных областей одновременно присутствует на диске, насколько

велика площадь пятен и т. п. Форма и расположение солнечных пятен на солнечном диске в период максимума солнечной активности показаны на рис. 1.4.

Однако в астрономии обычно динамику активных областей Солнца фиксируют путем построения специальных индексов. Самый распространённый из них – «относительное число солнечных пятен» (синоним – «числа *Вольфа*»). Международная служба вычисляет числа *Вольфа* ежедневно, публикуются также среднемесячные и среднегодовые значения. На рис. 1.5 показано как изменялись среднемесячные значения чисел *Вольфа* за последние полтора века.

Если посмотреть на общую картину изменений, то бросается в глаза ярко выраженная цикличность: есть годы, когда индекс составляет всего несколько единиц, в другие годы его значения могут превышать 200. Ряд чисел *Вольфа* за большой интервал времени тщательно анализировался. Важнейшие закономерности обнаруженных при этом вариаций таковы:

- основной период, хорошо заметный на рис. 1.5, равен 11 годам; в разные эпохи он может заметно отличаться от этой величины;
- имеются другие (незаметные на глаз) периоды и циклы, например, около двух лет, около 60 лет;
- иногда в колебательной системе происходят странные «сбои»: числа *Вольфа* резко уменьшаются на несколько 11-летних циклов; такой эпизод, когда пятна почти не были видны пять 11-летних циклов подряд, случился в 1650-1700 гг (минимум *Маундера*).



**Рис 1.4.** Пятна на солнечном диске в период высокой солнечной активности.

Много больше всевозможных деталей видно на солнечном диске, когда в наблюдениях используются фильтры, пропускающие какую-нибудь одну спектральную линию. Например, в красной линии водорода с длиной волны 656 нанометров в активной области кроме пятен и областей повышенной яркости видны еще темные вытянутые образования – волокна. Упомянутая спектральная линия образуется на высоте в несколько тысяч километров над видимой в «обычном» свете поверхностью Солнца (фотосферой). Поэтому с таким светофильтром можно изучать явления, происходящие в нижних слоях солнечной атмосферы. Эту область называют хромосферой. В хромосферных наблюдениях с различными фильтрами обнаруживается, что в активных областях происходят не только постепенные изменения, связанные с их эволюцией, но и всевозможные быстротекущие явления. Например, за время порядка десяти минут может «исчезнуть» волокно. Примерно в такие же промежутки времени происходят непрерывные изменения в пространственной структуре в районах повышенной яркости. Время от времени



в таких районах возникают участки интенсивного свечения, которые могут за несколько минут охватить значительную часть активной области. Вид такой хромосферной вспышки в оптических наблюдениях, – явления, которое играет весьма важную роль в изменениях «космической погоды», представлен (рис. 1.6.).

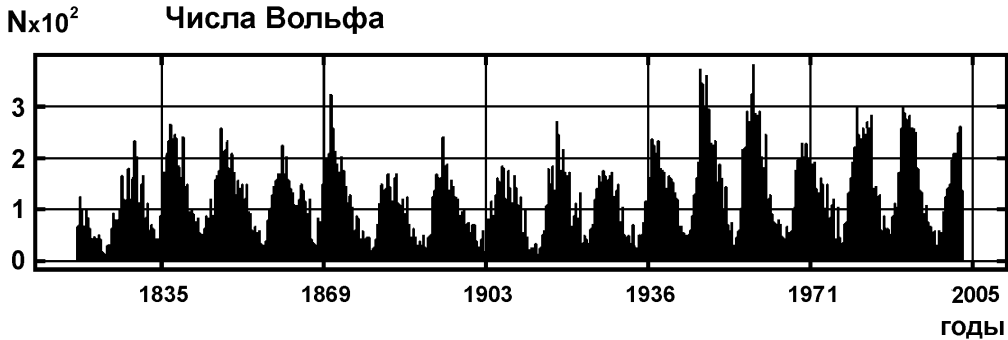


Рис. 1.5. Ход наиболее известного индекса солнечной активности – чисел *Вольфа* в 19-20 вв.

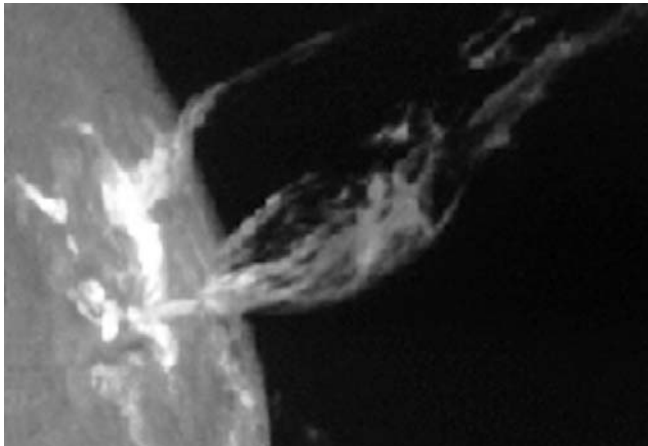
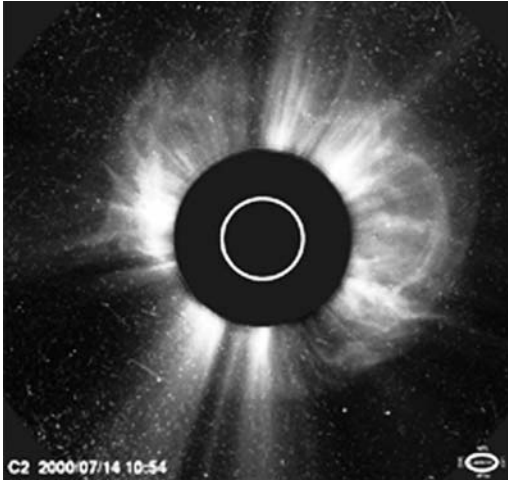
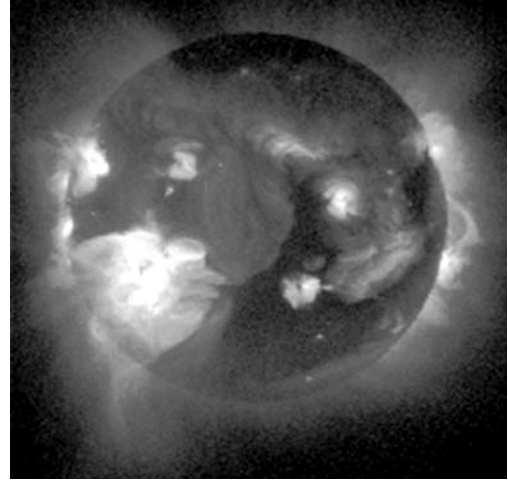


Рис. 1.6. Наблюдение Солнце в красной линии водорода (длина волны 656 нм). Яркие участки – свечение хромосферной вспышки.

Самый верхний слой солнечной атмосферы называют короной. Ее также можно наблюдать в некоторых спектральных линиях, но в непрерывном свете она лучше всего видна во время полных солнечных затмений (рис. 1.7). Ее вид сильно меняется в зависимости от того, на какую фазу солнечного цикла приходится затмение. В эпоху максимума чисел *Вольфа* корона имеет вид чуть асимметричного овала, для эпох минимума характерно наличие структур в виде лучей, простирающихся в космическое пространство на несколько солнечных радиусов. Активные области в короне выглядят как участки интенсивного свечения. Они особенно хорошо выделяются в наблюдениях, проводимых на экстремально коротких длинах волн, в рентгеновском диапазоне спектра (рис. 1.8). В этих наблюдениях не видно фотосферных солнечных пятен: корона нагрета до очень высокой температуры (порядка миллиона градусов) и вклад фотосферы в рентгеновское излучение ничтожно мал. Темные области на рентгеновских изображениях солнца называют корональными дырами. Они оказывают заметное влияние на космическую погоду, о чем будет рассказано дальше.



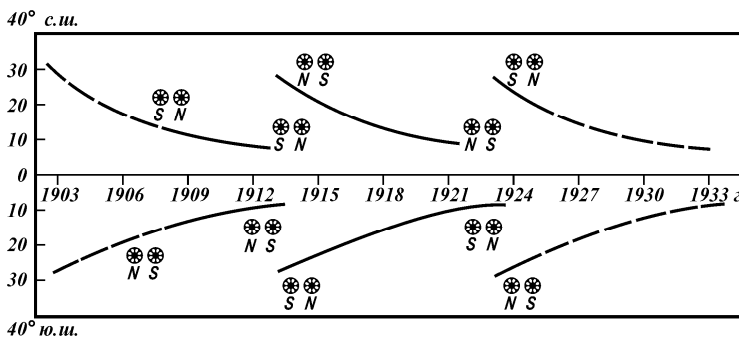
**Рис. 1.7.** Самые внешние слои атмосферы Солнца – корона, которая хорошо видна, когда солнечный диск закрыт в телескопе специальной маской.



**Рис. 1.8.** Вид Солнца в рентгеновском излучении; светятся активные области, пятен не видно.

Из хромосферных и корональных наблюдений уже давно был сделан вывод, что во всех процессах солнечной активности фундаментальную роль играют магнитные поля. Относительно большую напряженность солнечные магнитные поля имеют в пятнах: в большом пятне магнитное поле в тысячи раз больше, чем магнитное поле в нашей среде обитания (геомагнитное поле). Современная наблюдательная технология позволяет получить карты солнечных магнитных полей по всему диску. Анализ огромного массива наблюдений по солнечному магнетизму позволил установить следующие основные закономерности:

- в простейшем варианте пятна можно представить себе как погруженный в фотосферу подковообразный магнит: мы всегда видим два магнитных полюса;
- магнит располагается вдоль параллелей, так что с учетом направления солнечного осевого вращения одно пятно будет ведущим, а второе – ведомым. Оказывается, что в разных полушариях полярности ведущих пятен противоположны, и каждый 11-летний цикл эти полярности меняют знак. Рис. 1.9 поясняет схему этих изменений.



**Рис. 1.9.** Смена полярности магнитных полей солнечных пятен в циклах солнечной активности. S – южная полярность, N – северная полярность. В начале 11-летнего цикла пятна появляются на более высоких широтах, а его к концу постепенно смещаются к солнечному экватору.

Латинские буквы S и N в соответствии с общепринятыми обозначениями относятся к южной и северной полярностям магнитного поля. В первом случае силовые линии поля направлены к Солнечной поверхности, во втором – от поверхности в межпланетное пространство. По вертикали на рис. 1.9 отложена гелиоширота, что позволяет видеть перемещения пятен – активных областей в течение цикла: в самом начале цикла пятна, как

правило, располагаются в поясе около  $30^\circ$  по обе стороны экватора. С приближением к максимуму и на спаде активности этот пояс смещается к экватору (гелиоширота  $+10^\circ$ ). Таким образом, с учетом смены полярности ведущих (западных) пятен полный цикл солнечной активности составляет 11 лет + 11 лет = 22 года. Это собственно и есть уже упомянутый фундаментальный цикл автоколебаний конвективной зоны. 11-летние циклы солнечной активности для удобства нумеруются. Цикл N1 соответствует подъему активности после минимума активности 1755 г.

Сейчас, когда пишутся эти строки, имеет место эпоха минимума после очередного максимума 23-го солнечного цикла, пришедшегося на 2000-2001 гг. Таким образом, полный цикл солнечной активности составляет 22 года и включает в себя два 11-летних цикла: четный и нечетный (по некоторым своим характеристикам четные и нечетные циклы заметно различаются).

У Солнца как целого имеется глобальное общее магнитное поле, похожее на магнитное поле Земли. Это магнитное поле эквивалентно стержневому магниту, располагающемуся вдоль оси вращения; но оно в несколько раз сильнее геомагнитного поля. Оказывается, в каждый максимум активности этот воображаемый стержневой магнит «опрокидывается»: поле меняет знак каждые 11 лет, на северном гелиополюсе наблюдается то южная магнитная полярность, то – северная. Таким образом, и для случая общего поля Солнца полный цикл составляет 22 года. В противоположность этому инверсии магнитного поля Земли происходят, между прочим, очень редко и нерегулярно.

Одно из самых замечательных взрывоподобных проявлений солнечной активности – хромосферная вспышка – с наибольшей вероятностью происходит в активных областях со сложной конфигурацией магнитных полей. Она обычно и располагается в зоне, где соприкасаются области магнитных полей с противоположной полярностью. Многие исследователи полагают, что само возникновение вспышки обусловлено «быстрым» преобразованием энергии магнитных полей в другие виды энергии: в нагрев, упорядоченное движение плазмы, в частицы, ускоренные до очень больших скоростей (солнечные космические лучи).

Пятна, факелы, магнитные поля и другие детали, наблюдаемые на фотосфере или в хромосфере, перемещаются по солнечному диску с востока на запад из-за солнечного вращения. Картина этого вращения подробно изучена. Оказывается только солнечное ядро (зона ядерных реакций) и область лучистого переноса энергии вращается как твердое тело. На поверхности наблюдается одновременно и вращение и сложный рисунок течений конвективной зоны. В итоге для земного наблюдателя получается так, что экваториальная зона вращается с периодом около 25 суток, полярные зоны – с периодом около 29 суток.

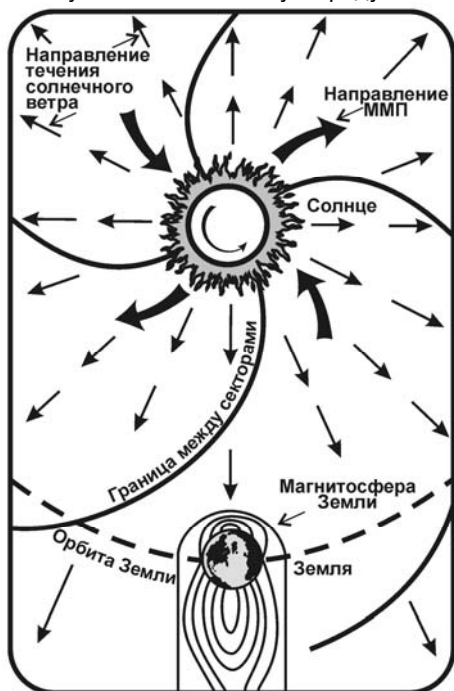
Средний период вращения солнечных пятен 27,275 суток был определен более столетия тому назад. Этот период считается условно периодом вращения Солнца (Керринтоновское вращение). Обороты для удобства также нумеруются (с ноября 1853 г.). Так, например, оборот N1636 начался 15 декабря 1985 г. Определяемое таким образом вращение позволяет ввести систему солнечных долгот, что необходимо для изучения пространственного распределения активных областей. Оказывается, что активные области распределены по Солнцу упорядоченным образом. Чаще всего они возникают в «королевских зонах» – поясах от  $5^\circ$  до  $45^\circ$  по обе стороны экватора. Кроме того, имеется тенденция для более частого появления активных областей в некоторых устойчивых долготных интервалах – на «активных долготях». Некоторые такие активные долготы не изменяют своего расположения на протяжении двух-трех 11-летних циклов солнечной активности.

Наконец, установлено, что северное и южное полушария Солнца могут заметно различаться по числу активных областей. Эта северно-южная асимметрия солнечной активности также подвержена циклическим изменениям – иногда длительное время (годы) активно только одно полушарие.

### **1.3. Межпланетная среда – область, где формируется космическая погода**

Самые внешние горячие слои солнечной короны находятся в состоянии непрерывного расширения. Постепенно, по мере удаления от Солнца, скорость расширения увеличивается, достигая своего «обычного» среднего значения 400 км/сек. на расстоянии около нескольких десятков солнечных радиусов. Это грандиозное явление получило название солнечного ветра. Солнечный ветер «дует» постоянно, во все стороны. Им заполнена вся межпланетная среда, и им «обдуваются» все планеты солнечной системы.

Химически солнечный ветер состоит из водорода с примесью гелия. Атомы обеих элементов ионизированы, так что этот сильно нагретый газ находится в плазменном состоянии. Физически – это движущаяся сплошная среда, в которой могут распространяться звуковые волны, возможны газодинамические разрывы (в том числе ударные волны). Важная составляющая межпланетной плазмы – магнитное поле, «вытягиваемое» ветром из короны. Если некоторый объем водородной плазмы покидает Солнце, то, двигаясь по радиусу со скоростью 400 км/сек, он преодолет расстояние до Земли (150 млн. км, астрономическая единица) за 4,5 суток. Солнце за это время успевает повернуться на 60 град. В итоге, если смотреть со стороны северного полюса Солнца на плоскость земной орбиты, получается спиральный узор, показанный на рис. 1.10. (следует учесть, что силовая линия магнитного поля не теряет связь с Солнцем!). Важная особенность этого межпланетного магнитного поля (ММП) – наличие в нем секторной структуры. В определенных интервалах гелиодолгов силовые линии поля направлены либо от Солнца (северная полярность, «+»), либо – к Солнцу (южная полярность, знак «-»). Секторная структура ММП – отражение соответствующей структуры общего магнитного поля Солнца (измеряемого оптическими методами) и она довольно устойчива. Секторная структура ММП может оставаться без изменений месяцами (концентрированные магнитные поля активных областей и пятен ветер «вытянуть» в межпланетную среду не может!).



**Рис. 1.10.** Магнитное поле Солнца. Вид со стороны полюса Солнца на плоскость земной орбиты. Спирали – силовые линии межпланетного магнитного поля, они изображены близ границы смены знака. Большие стрелки – полярность поля в пределах сектора (от Солнца – северная полярность, к Солнцу – южная).

Всякого рода изменения солнечного ветра, обусловленные солнечной активностью, являются одной из важнейших составляющих космической погоды. Эти изменения весьма значительны (рис. 1.11). В качестве доказательства можно привести следующие примеры:

- межпланетное магнитное поле (полный вектор) имеет в среднем индукцию около 7 нанотесла, но иногда может превышать 50 или падать до 0,7 (те же ед.);
- скорость составляет, как уже говорилось, для низких гелиоширот около 400 км/сек, но были зафиксированы значения 156 км/сек и 1020 км/сек (рис. 1.11);
- плотность плазмы в среднем около 9 частиц в  $\text{см}^3$ , но бывает и 0,1 и 140 (те же единицы, рис. 1.11);
- температура плазмы может различаться в 200 раз!

Все эти вариации, так или иначе, связаны с отдельными проявлениями солнечной активности. В некоторых случаях эта связь легко устанавливается при прямом сравнении оптических (или радио – см. ниже) наблюдений и одновременных изменений в ветре. Подобные вариации солнечного ветра могут быть вызваны хромосферными вспышками. Быстрое энерговыделение в процессе развития вспышки происходит в нижней короне – хромосфере в области, где тесно сближаются силовые линии магнитного поля противоположного направления. Физическую картину этого явления можно уяснить из рис. 1.12. Здесь изображена схема протекающих во вспышке процессов на этапе, когда основная часть энергии магнитного поля уже выделилась. Произошло нагревание плазмы в хромосфере (область, ограниченная силовыми линиями поля пятен противоположной полярности).

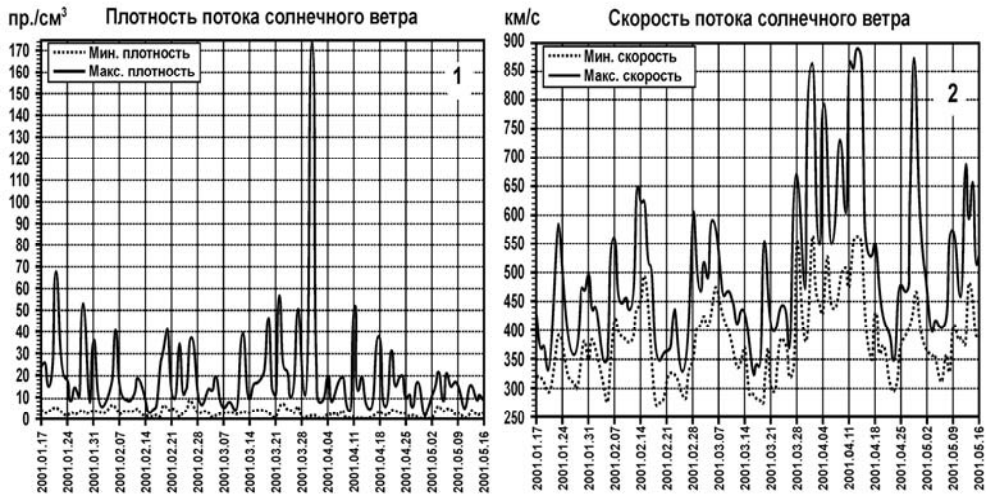


Рис. 1.11. Вариации плотности (1) и скорости (2) солнечного ветра (прямые космические измерения, вертикальные линии проведены через 7 суток)

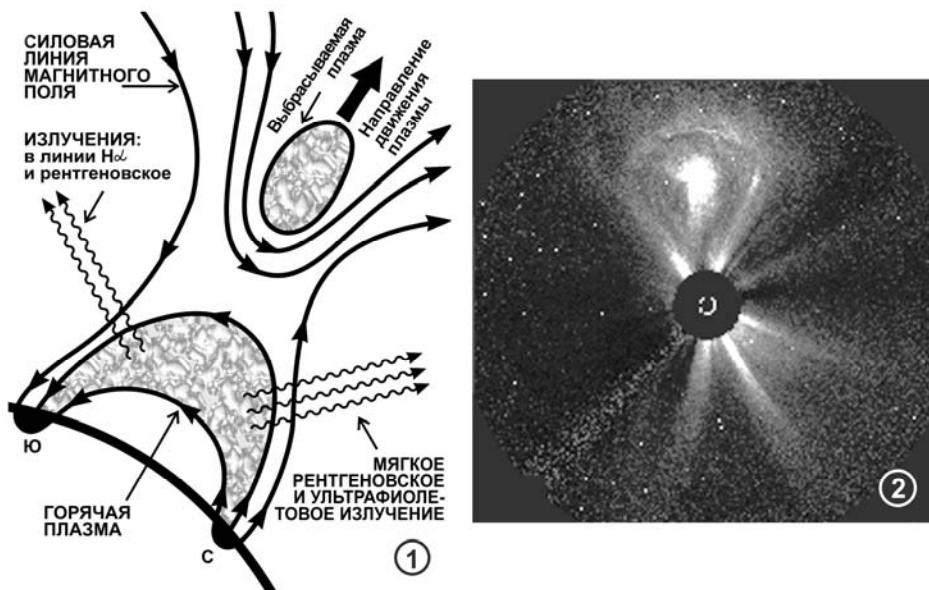


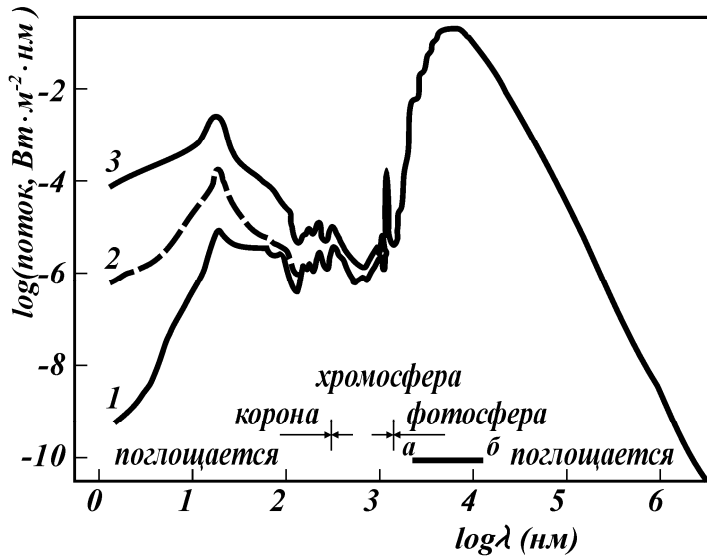
Рис. 1.12. Схема (1) и сделанный со спутника снимок (2) выброса солнечной плазмы в межпланетное пространство во время развития мощной хромосферной вспышки (на внеатмосферной фотографии солнечный диск закрыт специальной маской в телескопе).

Именно эта область светится в красной спектральной линии водорода, она же является источником ультрафиолетового и рентгеновского излучения. Некоторый сгусток плазмы оказывается в ситуации, показанной в правом верхнем углу рис. 1.12. «Растянутые» силовые линии коронального магнитного поля действуют на этот плазменный сгусток как тетива лука: он выбрасывается в межпланетное пространство со скоростью значительно большей, чем скорость «спокойного» солнечного ветра. Далее, двигаясь по невозмущенному ветру, это облако постепенно расширяется, перед ним формируется ударная волна. Все это делается очень похожим на картину движения сверхзвукового самолета в разреженной земной атмосфере. Во всей области, занятой движущимся облаком, такие параметры

солнечного ветра, как плотность, межпланетное поле с его секторами, температура плазмы, сильно меняются. Менее чем двое суток требуется плазменному облаку, чтобы преодолеть расстояние до земной орбиты. Понятно, что выброс вещества при развитии вспышки достигает заметных масштабов только тогда, когда вспышка оказывается достаточно мощной. Мощность вспышки измеряется площадью, охваченной свечением в упомянутой спектральной линии водорода, и интенсивностью всплеска рентгеновского излучения (см. ниже). Соответственно, такой вспышке присваивается балл 2 и выше. Такие мощные вспышки в данной активной области происходят относительно редко. Слабые вспышки происходят часто, но их развитие обычно не сопровождается заметными возмущениями солнечного ветра. Появление на диске вспышки балла 3 и выше обычно сопровождается генерацией солнечных космических лучей. Как и обычно существующий фон галактических космических лучей, этот вид излучения представляет собой протоны (ионизованные ядра атомов водорода), обладающие скоростями, близкими к скорости света. Такие частицы обладают кинетическими энергиями, на много порядков большими, чем тепловые энергии протонов солнечного ветра. Появление солнечных космических лучей означает, что при развитии вспышек в активной области короткое время работает естественный аналог ускорителя элементарных частиц. Для частиц космических лучей межпланетная среда, заполненная «замагниченным» солнечным ветром, является средой «мутной» (т. е. рассеивающей). Поэтому солнечные космические лучи приходят на орбиту Земли с запаздыванием через часы, а не через 8 минут как волновое электромагнитное излучение. Самый распространенный, самый «обычный» вид вариаций в солнечном ветре связан с вращением Солнца. С циклом, близким к кэррингтоновскому 27-дневному периоду, в ветре закономерно изменяются плотность и скорость. Такие вариации происходят «в такт» с секторной структурой межпланетного магнитного поля. В первые двое-трие суток после секторной границы скорость ветра выше, далее она снижается и т. д..

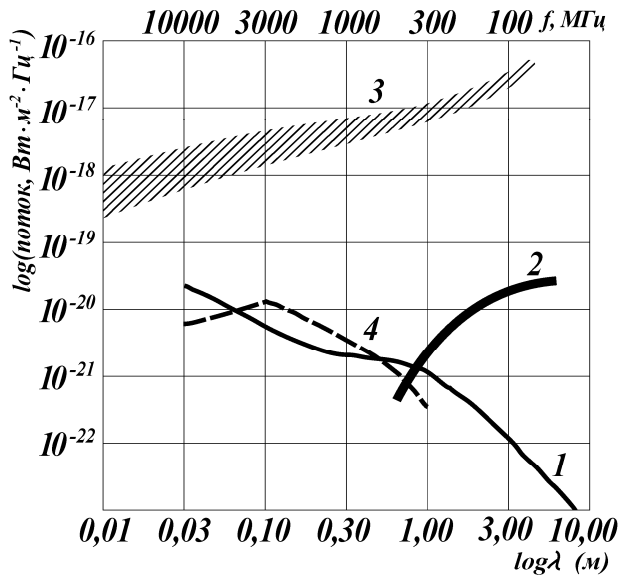
#### **1.4. Волновое излучение Солнца и его изменения. Что попадает в среду обитания?**

Замагниченный солнечный ветер, солнечные космические лучи – важная, но не единственная составляющая космической погоды. Как будет ясно из дальнейшего изложения, некоторые экологические показатели среды обитания существенно зависят от вариаций волнового солнечного излучения. Зависимость потока излучения от его длины волны – спектр – показана на рис. 1.13. Так она выглядит за пределами земной атмосферы. Основная доля излучаемой Солнцем энергии приходится на видимую часть спектра. Это «обычный» свет (на рис. 1.13 заштриховано). Именно эта часть света вносит основной вклад в нашу земную энергетику. Солнечное «энергоснабжение» нашей планеты, которое в среднем составляет  $1368 \text{ Вт/м}^2$ , характеризуется высокой стабильностью. Внеатмосферные измерения, выполненные за последние два десятилетия, показали, что вариации солнечной активности за 11-летний цикл изменяют приведенную величину («солнечную постоянную») не более чем на 0,2%. Свет проникает на поверхность Земли в ясную погоду практически без поглощения (этот диапазон длин волн иногда называют «оптическим окном» прозрачности атмосферы). Если двигаться теперь по горизонтальной оси рис. 1.13 в сторону коротких длин волн, где представлено ультрафиолетовое излучение, рентгеновские лучи и гамма-излучение, то этих участках спектра поток излучения сильно изменяется при переходе от максимума солнечной активности к минимуму, причем с уменьшением длины волны масштабы изменений сильно возрастают. Например, когда развивается большая хромосферная вспышка, то коротковолновое излучение усиливается дополнительно во многие десятки раз, в это время Солнце становится источником и гамма излучения. Эти громадные изменения интенсивности в среде обитания непосредственно не регистрируются, так как в коротковолновом диапазоне атмосфера непрозрачна и все излучение поглощается. В результате этого в наземные телескопы невозможно наблюдать динамические процессы в горячей короне, поскольку все детали там можно видеть в основном в рентгеновском диапазоне. Грандиозные коронарные выбросы вещества в межпланетное пространство были обнаружены только после того, как рентгеновские телескопы были вынесены за пределы атмосферы.



**Рис. 1.13.** Спектральная плотность солнечного излучения за пределами земной атмосферы. 1, 2 – максимум и минимум солнечной активности, 3 – вспышка балла Зп. Заштриховано – область спектра, воспринимаемая глазом.

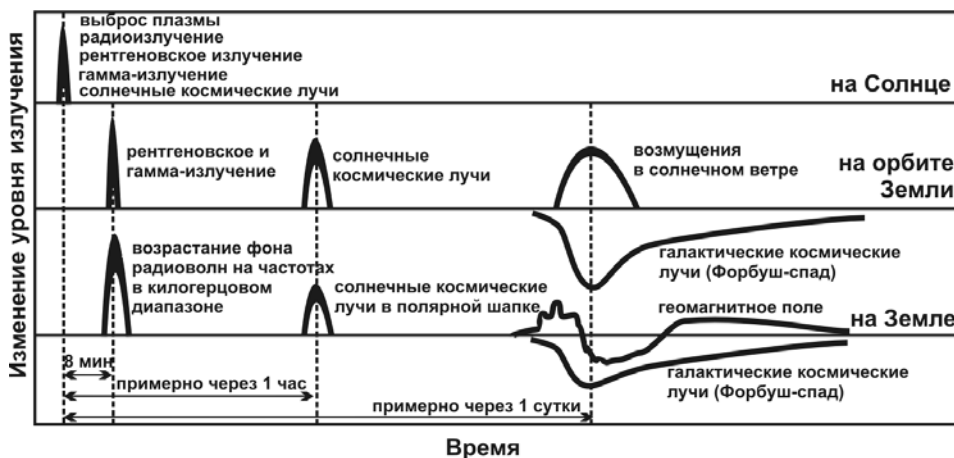
Если двигаться вдоль горизонтальной оси рис. 1.13 в сторону увеличения длины волны, то мы сначала попадаем в диапазон теплового (инфракрасного) излучения, дальше идут сначала миллиметровые, затем – сантиметровые, метровые и т. д. радиоволны. Интенсивность при этом быстро падает. Спектр излучения в радиодиапазоне показан отдельно на рис. 1.14. Он является продолжением рис. 1.13 со стороны волн большой длины, самое большое значение потока на рис. 1.14 примерно в миллион раз меньше потока видимого излучения. Для спокойного Солнца интенсивность сантиметрового излучения определяется хромосферой, метрового – короной.



**Рис. 1.14.** Спектральная плотность солнечного радиоизлучения (продолжение предыдущего рисунка вправо). 1 – минимальная солнечная активность; 2 – шумовая буря; 3 – радиовсплеск, сопровождающий мощную хромосферную вспышку; 4 – максимальная солнечная активность.

Известны два основных типа возмущений в радиодиапазоне, связанные с солнечной активностью: во-первых, это уже не раз упоминавшаяся хромосферная вспышка; всплески радиоизлучения в данном случае могут длиться многие часы, поток может возрасти в тысячу раз (кривая 3 на рис. 1.14); во-вторых, это так называемые шумовые бури; их источником являются некоторые активные области с пятнами большой площади (спектр показан кривой 2 на рис. 1.14). В сантиметровом-метровом диапазонах солнечное радиоизлучение свободно проникает в среду обитания (радиоастрономическое «окно прозрачности»). Можно сразу же заметить, что это излучение и его вариации имеют низкую экологическую значимость, так как фон радиоволн в среде обитания определяется сейчас радиоизлучением технического происхождения – многочисленными теле- и радиостанциями, радиолокационными установками, излучением различных промышленных установок, бытовыми приборами. Высокий уровень помех, впрочем, не мешает наблюдать Солнце на различных длинах волн всего этого диапазона. Современная радиоприемная аппаратура позволяет строить радиоизображения Солнца, на которых видно множество деталей. Очень большие изменения солнечного радиоизлучения происходят на сверхдлинных волнах (в радиоастрономии более употребительны обратные величины – частоты; речь идет о частотах ниже 1 мегагерца, т. е. меньше одного миллиона колебаний в секунду). Однако радиоволны такой большой длины поглощаются в самых верхних слоях атмосферы. Об этих излучениях вообще не было известно до начала радиоастрономических измерений в космосе (выше земной атмосферы).

Указанные выше электромагнитные возмущения в околоземном пространстве характеризуются своим временным ходом (рис. 1.15). Практически сразу, т.е. через 8 минут, после вспышки регистрируется повышение потока ионизирующего, ультрафиолетового и радиоизлучения, которые оказывают воздействие на ионосферу. В это время на поверхности Земли могут регистрироваться вариации электромагнитного фона ионосферного происхождения. Через несколько часов в результате взаимодействия выброшенной плазмы (солнечного ветра) с межпланетным магнитным полем генерируются электромагнитные волны метрового диапазона. Чуть позже окрестностей Земли достигают солнечные космические лучи (протоны и электроны, которые в магнитных полях активных областей Солнца разгоняются до высоких энергий). Взаимодействие же космических галактических лучей с выброшенной солнечной плазмой приводит к снижению их потока (форбуш-эффект), которое в околоземном пространстве регистрируется через несколько суток, т.е. после того, как солнечный ветер достигает Земли. Завершающим этапом в этой цепи событий является взаимодействие сгустка солнечной плазмы с магнитосферой Земли, следствием чего является развитие геомагнитных возмущений и бурь.



**Рис. 1.15.** Последовательность послевспышечных событий в околоземном пространстве. По горизонтальной оси – время от начала вспышки на Солнце, по вертикальной оси – амплитуда изменений в относительных единицах.



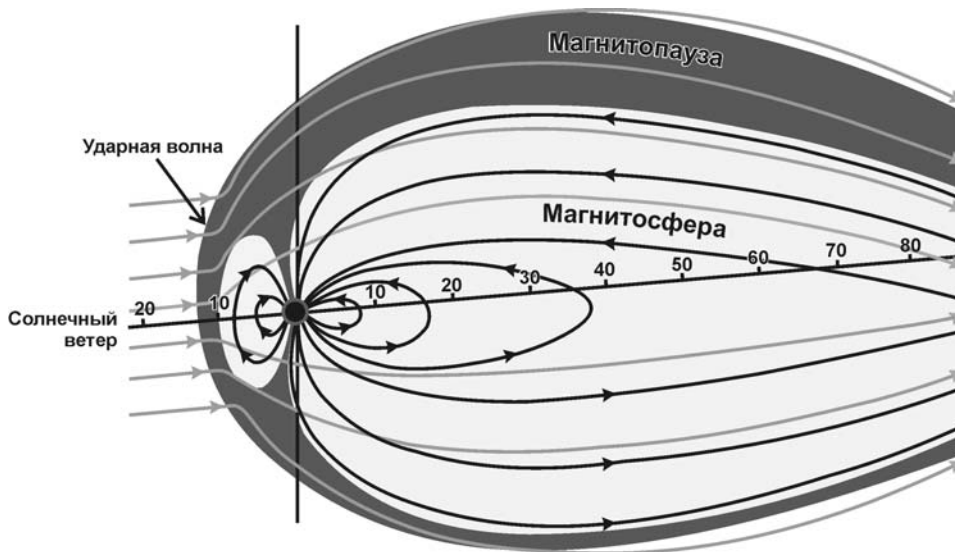
## 1.5. Защитные оболочки Земли: магнитосфера, ионосфера, озоносфера

Громкие изменения в солнечном ветре, в коротковолновом излучении солнечного диска, обусловленные солнечной активностью, не обнаруживаются в среде обитания. Поверхность Земли защищена от капризов космической погоды защитными оболочками. В экологической значимости космических факторов невозможно разобраться, не располагая сведениями об устройстве этих оболочек. Самая внешняя из них – магнитосфера. Магнитное поле Земли (геомагнитное поле) является препятствием для замагниченного солнечного ветра. Поэтому плазма солнечного ветра обтекает Землю, создавая вокруг Земли особую полость, в которой и заключено геомагнитное поле. Общая картина обтекания показана на рис. 1.16. На обращенной к Солнцу стороне граница этой полости – магнитосфера располагается на расстоянии около 10 радиусов Земли. Это некоторое среднее значение. Когда динамический напор солнечного ветра возрастает, граница приближается к земле, в противоположной ситуации – отдаляется. Сама граница обнаруживает некоторую структуру. Непосредственно перед этой границей в солнечном ветре всегда присутствует газодинамический разрыв – ударная волна. Здесь вновь уместна аналогия с движением сверхзвукового самолета в разреженной атмосфере. С ночной стороны магнитосфера вытянута подобно хвосту кометы. Он простирается далеко за орбиту Луны – почти на миллион километров.

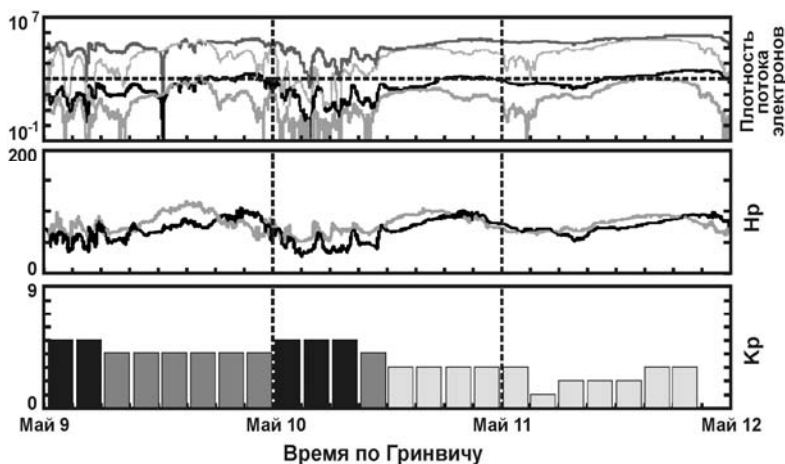
Магнитосфера Земли имеет весьма сложное устройство, которое в рамках нашего изложения детально рассматривать нет необходимости. Для понимания дальнейшего важно только знать, что все области магнитосферы являются средой протекания многообразных плазменных процессов, среди которых важную роль играют различные механизмы ускорения частиц, в результате чего в магнитосфере есть обширные области, заполненные «местными» космическими лучами («пояса радиации»). Кроме того, магнитосфера является системой, склонной к возбуждению большого числа всевозможных колебаний и, следовательно является источником радиоволн. Если наблюдать магнитосферу «снаружи» из космоса, то она оказывается сильно переменным источником радиоизлучения на низких и крайне низких частотах. Определенная доля этого радиоизлучения «просачивается» к поверхности Земли, в среду обитания. Режим генерации этих радиоволн, работа естественных магнитосферных «радиостанций» сильно зависит от солнечной активности. Как именно изменения в солнечном ветре превращаются в экологические изменения на поверхности планеты – это чрезвычайно сложный вопрос и он не может быть здесь подробно рассмотрен. Можно лишь отметить, что это сложный многоступенчатый процесс. Очень важную роль в нем играют вариации скорости ветра и его плотности. Каждый «порыв» солнечного ветра может быть зафиксирован в среде обитания по изменению магнитосферных показателей.

Установлено также, что в передаче изменений космической погоды на поверхности Земли большое значение имеют изменения в межпланетном магнитном поле. Особенно велика роль вертикальной составляющей этого поля (по отношению к плоскости земной орбиты – эклиптике). Магнитосферные возмущения неизбежно развиваются, когда эта вертикальная составляющая направлена к югу. Физический смысл этого предпочтения понятен: на дневной стороне магнитосферы силовые линии геомагнитного поля по отношению к межпланетному магнитному полю направлены в противоположную сторону. Как уже отмечалось, сближение силовых линий магнитного поля, направленных в противоположную сторону (антипараллельно), в плазменных процессах всегда чревато неустойчивостью и активизацией динамических явлений. В значительной мере по этим же причинам в среде обитания хорошо заметны прохождения близ Земли границ секторов межпланетного магнитного поля: магнитосфера испытывает некоторую «перестройку» при переходе из сектора одной полярности в сектор с силовыми линиями магнитного поля противоположной направленности. Наиболее сильные магнитосферные возмущения связаны с приходом к Земле плазменного облака, выброшенного в межпланетное пространство при развитии достаточно сильной хромосферной вспышки. Комплекс явлений, которые при этом развиваются, называют «магнитной бурей». Такое название закрепилось за подобным возмущением по той причине, что в наземных измерениях оно было впервые

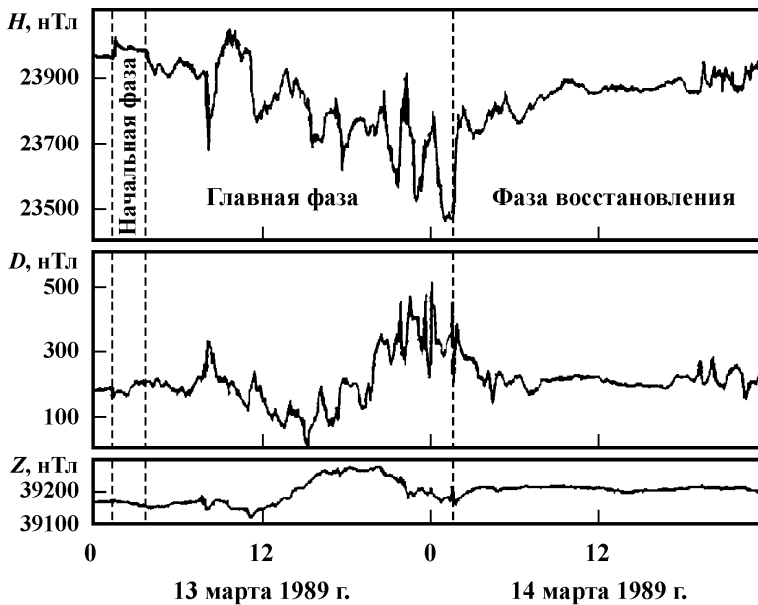
обнаружено по вариациям напряженности геомагнитного поля. В магнитосфере, а также в другой защитной оболочке – ионосфере (о ней речь пойдет ниже) – все время текут электрические токи. Они подробно изучены. В плоскости экватора на расстоянии примерно в 4 земных радиуса существует кольцевой ток, который течет в западном направлении. В полярных областях располагаются петли полярных электроструй. Когда Земля оказывается во вспышечном облаке, режим обтекания, изображенный на рис. 1.16 сильно меняется. Так как ток во всех токовых системах усиливается, то и магнитное поле этих токов также усиливается. Регистрируемое в это время на магнитных станциях суммарное магнитное поле – статическое геомагнитное поле плюс переменное магнитное поле токов – заметно меняется. О характере этих изменений можно судить по рис. 1.17 и 1.18. На первом из них



**Рис. 1.16.** Обтекание солнечным ветром геомагнитного поля порождает особую полость – магнитосферу. Горизонтальная шкала на рисунке – радиусы Земли. Направление движения солнечного ветра показано стрелками.



**Рис. 1.17.** Прямые измерения магнитосферных токов и полей в магнитосфере во время магнитной бури 10 мая 2002 г. Верхний график – изменения потоков электронов разных энергий (шкала логарифмическая). Средний график – изменение магнитной индукции. Нижний график – изменения индекса Kp.



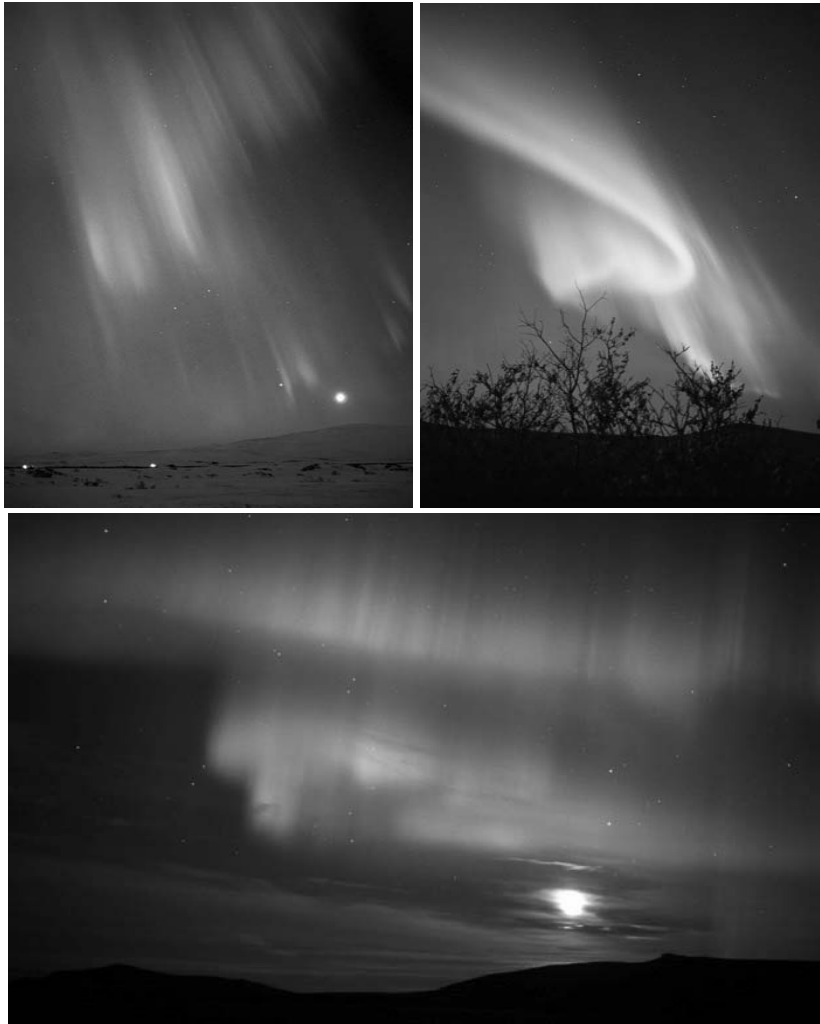
**Рис. 1.18.** Запись геомагнитной бури на ст. Ла Аквила 13 марта 1989 г.  $H, Z$  – горизонтальная и вертикальная компоненты поля;  $D$  – склонение.

представлены изменения потоков ионов и электронов в магнитосфере на протяжении трех суток согласно спутниковым измерениям (следует обратить внимание на то, что шкалы слева – это логарифмы интенсивности потока частиц). Нижние два графика представляют, соответственно, изменения напряженности геомагнитного поля на орбитальной высоте спутника и значения индекса  $K_p$  магнитной активности (об этом индексе – см. ниже). На рис. 1.18 представлены кривые изменения горизонтальной составляющей геомагнитного поля на одной из наземных магнитометрических станций во время типичной вспышки магнитной бури. Как видно из рисунка, на начальном этапе развития бури геомагнитное поле немного возрастает, но затем значительно уменьшается (этот этап развития бури называют главной фазой). На записи геомагнитного поля рис. 1.18 не отражена одна важная особенность вариаций – наличие большого числа быстрых изменений напряженности. Именно эти быстрые вариации заставляют беспорядочно колебаться во время бури стрелку компаса.

На фоне скромных геомагнитных вариаций (во время главной фазы бури напряженность геомагнитного поля уменьшается на доли процента) происходят и другие явления, куда более грандиозные. На географических широтах выше  $67^\circ$  развивается одно из самых красивых явлений природы – полярное сияние (рис. 1.19).

Свечение атмосферы на высотах порядка 100 км вызывается ускоренными частицами, которые «сбрасываются» из магнитосферы вниз, к земной поверхности. Развитие полярного сияния сопровождается сильным «грохотом», который мы не слышим, но который может оказывать на организм заметное воздействие. Каждая магнитная буря достаточной мощности – это еще и буря в неслышимом диапазоне акустического спектра – инфразвук, который распространяется в среде обитания в масштабах полушария, воздействуя на все живое в течение многих часов. Еще больших масштабов достигает в это время буря в электромагнитных полях, заполняющих обычно среду обитания при малых значениях интенсивности. На некоторых низких и сверхнизких частотах амплитуда колебаний магнитной составляющей может возрастать в сотни раз! Большие бури сопровождаются изменениями в некоторых других экологических параметрах: в некоторых местах увеличивается выход из грунта радиоактивного газа радона; при этом несколько возрастает радиоактивность атмосферы, но интенсивность галактических космических лучей уменьшается;

увеличиваются колебания атмосферного давления с периодами в десятки минут и часы; изменяется напряженность электрического поля атмосферы. Магнитные бури по многим своим показателям отличаются друг от друга. Но в этом их многообразии легко выделить два типа. *Вспышечные магнитные бури* (следуют спустя примерно двое суток после вспышки или внезапного исчезновения волокна) характеризуются «внезапным началом» – скачкообразным возрастанием напряженности поля на горизонтальной составляющей магнитограммы. У бурь с *постоянным началом* эта деталь на записях отсутствует. Этот тип бурь соответствует попаданию планеты в высокоскоростную струю солнечного ветра. Такие струи могут существовать относительно долго, несколько солнечных оборотов. Поэтому бури с постепенным началом образуют нередко последовательности с характерным периодом повторяемости в 27 суток. Месторасположение начала струи на солнечном диске может быть найдено из оптических наблюдений короны: на этом месте располагается область пониженной температуры – «коронарная дыра».

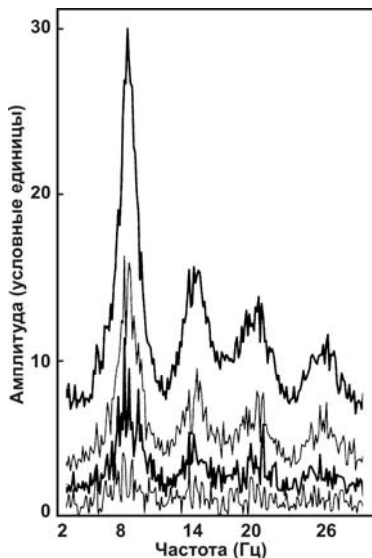


**Рис. 1.19.** Свечение атмосферы на высоких широтах (полярное сияние) в результате сброса заряженных частиц с радиационных поясов.

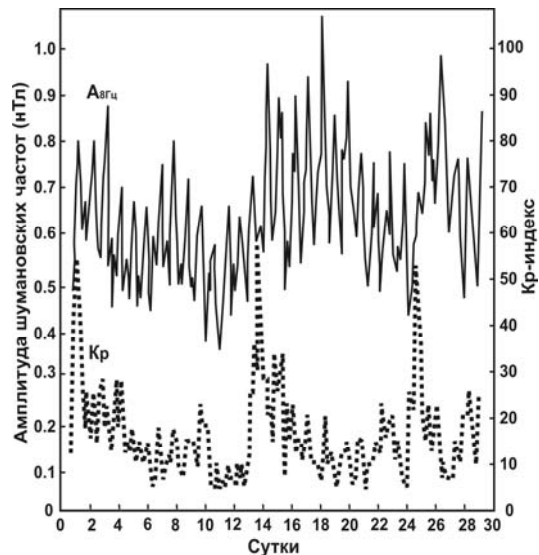
Следующая важная защитная оболочка нашей планеты – ионосфера. Это часть верхней атмосферы планеты, в которой атмосферные газы ионизованы, вследствие того, что

внешние электроны «оторваны» от ядер атомов азота и кислорода. Ионизацию вызывает коротковолновое солнечное излучение - ультрафиолетовое и рентгеновское излучение (на рис. 1.13 – этот диапазон излучения находится слева от оптического «окна прозрачности»). Ионизованные слои атмосферы располагаются на высотах 50–250 км.

Важнейший показатель ионосферы – концентрация свободных электронов. Для каждой определенной области ионосферы этот показатель зависит от высоты, зенитного расстояния Солнца и уровня солнечной активности (например, чисел *Вольфа*, относительного числа солнечных пятен). Наличие свободных электронов означает, что на указанных высотах имеется электрически высокопроводящий слой. Поскольку проводящей поверхностью является также и поверхность Земли, то биосфера находится в некоторой сферической полости. Наружная стенка этой полости защищает все живое от электромагнитного излучения очень низкой частоты солнечного и магнитосферного происхождения. В рассматриваемой полости оказывается «запертым» излучение, генерируемое в атмосфере грозowymi разрядами. Их на планете происходит каждую секунду около сотни. Импульсное радиоизлучение молний распространяется в полости «ионосфера – поверхность Земли» как в волноводе, с очень малым затуханием. Волновод одновременно является и резонатором. Его основной «тон» соответствует частоте 8 колебаний в секунду (8 Гц) (резонанс *Шумана*, назван в честь первооткрывателя) (рис. 1.20). Такова частота радиоволны, длина волны которой укладывается по экватору ровно один раз (40 тыс. км.). Наконец, следует еще упомянуть и о том, что стенки полости этого волновода–резонатора электрически заряжены: они образуют сферический конденсатор. Нижняя «пластина» конденсатора (поверхность Земли) заряжена отрицательно относительно верхней (ионосфера).



**Рис. 1.20.** Спектр резонансных частот ионосферного волновода в диапазоне крайне низкой частот (резонансы *Шумана*). Видна основная полоса 8 Гц и соответствующие гармоники 14, 20 и 26 Гц.



**Рис. 1.21.** Колебания амплитуды на основной частоте шумановского резонанса 8 Гц (верхняя линия) и геомагнитной возмущенности (нижняя линия). По горизонтальной оси отложены дни наблюдений. Левая вертикальная ось – амплитуда магнитной составляющей в нанотеслах, правая – значения индекса Кр. Хорошо виден суточный период колебаний амплитуды и длительное возбуждение ионосферного волновода после геомагнитной бури.

В ионосфере происходит множество динамических процессов, тесно связанных с солнечной активностью. Благодаря этому показатели запертого в ионосферном волноводе радиоизлучения оказываются зависящими от проявлений солнечной активности. Но изменения этого фона радиоволн, как выяснилось, имеют экологическое значение. О характере этих изменений можно судить по ионосферным эффектам все той же мощной хромосферной вспышки. Как было

сказано выше, ее развитие сопровождается всплеском ультрафиолетового и рентгеновского излучения. Концентрация свободных электронов в ионосфере сразу же возрастает на всем освещенном полушарии. Как следствие, увеличивается электрическая проводимость, особенно это заметно для регионов, где в это время полдень. Так как увеличивается ток в ионосферных токовых системах, то в геомагнитном поле фиксируется легко узнаваемое бухтообразное возмущение, сопровождаемое значительным увеличением амплитуды электромагнитного фона на шумановских резонансах (рис. 1.21).

С увеличением проводимости внешней стенки ионосферного волновода изменяется режим распространения радиоволн (о чем хорошо знают радиолюбители), в результате чего резко возрастает интенсивность радиоволн атмосферного происхождения на частотах около 20 килогерц. На высоких и умеренных географических широтах регистрируется возрастание напряженности электрического поля атмосферы (такие усиления геоэлектрического поля можно заметить только в ясную погоду). Если бы организмы могли фиксировать все эти изменения как некоторый единый образ (систему «электромагнитных примет»), они могли бы предвидеть наступление магнитной бури с внезапным началом: все описанные здесь эффекты сопровождают развитие самой вспышки с запаздыванием 8 минут, а вспышечное возмущение, передаваемое через солнечный ветер, придет на Землю спустя сутки – двое. Конечно, свои системы «электромагнитных примет» имеют и многие другие проявления солнечной активности – изменения космической погоды, включая магнитные бури, секторную структуру межпланетной среды и даже солнечное затмение.

Наконец, еще одна защитная оболочка нашей биосферы, о которой следует коротко рассказать, носит название озоносфера. Озоносфера - это слой, содержащий некоторую концентрацию трехатомного кислорода – озона. Он располагается на высотах стратосферы (выше 20 км) и предохраняет все живое от крайне активной ультрафиолетовой радиации Солнца. Концентрация озона в конкретном пункте и в конкретный момент времени определяется балансом множества противоборствующих процессов: интенсивность солнечного ультрафиолетового излучения, перенос (ветры в стратосфере), температура, присутствие примесей некоторых веществ и т. д. В тропической зоне (+30° относительно экватора) озоносфера сравнительно «тонкая» (толщина, приведенная к нормальным давлению и температуре, всего 0,26 см) и устойчивая. На более высоких широтах она становится более мощной и сильно варьирует – может изменяться на протяжении нескольких суток на 20-30%. Такие изменения имеют важные экологические последствия. Дело в том, что на краю основной полосы поглощения озоном ультрафиолетового излучения (260 нм) даже небольшие изменения толщины озоносферы приводят к изменениям потока радиации близ земной поверхности (конечно, в безоблачную погоду). Установлено, что изменения толщины «озонного экрана» на средних широтах на 1% приводит к примерно такому же изменению интенсивности ультрафиолетового излучения в полосе 290-320 нм. Но именно в этой области располагаются полосы поглощения биологических молекул, белков и ДНК. Поэтому увеличение радиации в указанном диапазоне длин волн имеет серьезные экологические последствия:

- возрастание риска заболеваемости раком кожи: для населения США подсчитано, что однопроцентное уменьшение толщины озоносферы приводит к появлению примерно 1000 случаев злокачественной меланомы;
- изменение интенсивности фотосинтеза, концентрации в растительных организмах активных биологических веществ (включая витамины);
- увеличение числа мутаций (необратимых изменений в наследственном веществе) у бактерий;
- активация «спящих» вирусов внутри клетки.

В динамике озоносферы присутствует один из основных циклов солнечной активности – 11-летний. Для некоторых озонометрических станций средних широт, где накоплены данные измерений за длительное время, амплитуда вариаций толщины озоносферы в течение этого цикла может достигать нескольких процентов.

## 1.6. Индексы космической погоды

Громадное число всякого рода наблюдений и измерений, проводимых в физике Солнца и геофизике, - это гигантские массивы накопленных данных, которые трудно обозримы и относятся, как правило, только к последним 5-6 циклам активности. При рассмотрении больших интервалов времени и для сравнения разнородных наблюдений удобно пользоваться некоторыми упрощенными оценками тех или иных процессов. Таковы

различные гелиогеофизические индексы. Именно эти индексы и являются индексами космической погоды. Среди индексов солнечной активности наиболее употребительны числа *Вольфа*, о которых уже говорилось. Очень часто в качестве обобщенной меры уровня солнечной активности используется поток солнечного радиоизлучения на

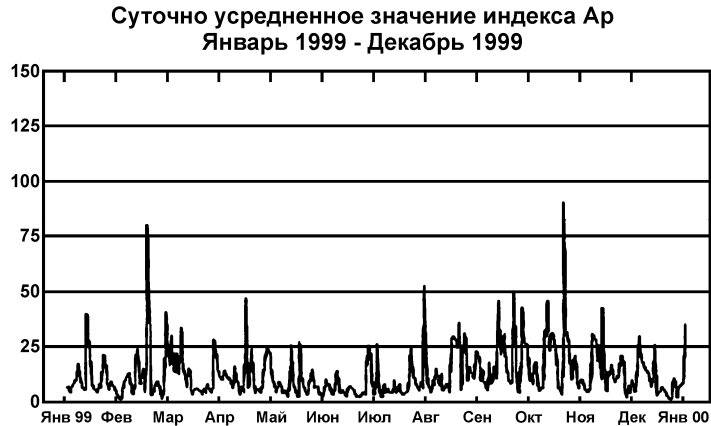


Рис. 1.22. Среднесуточные индексы Ap (январь-декабрь 1999).

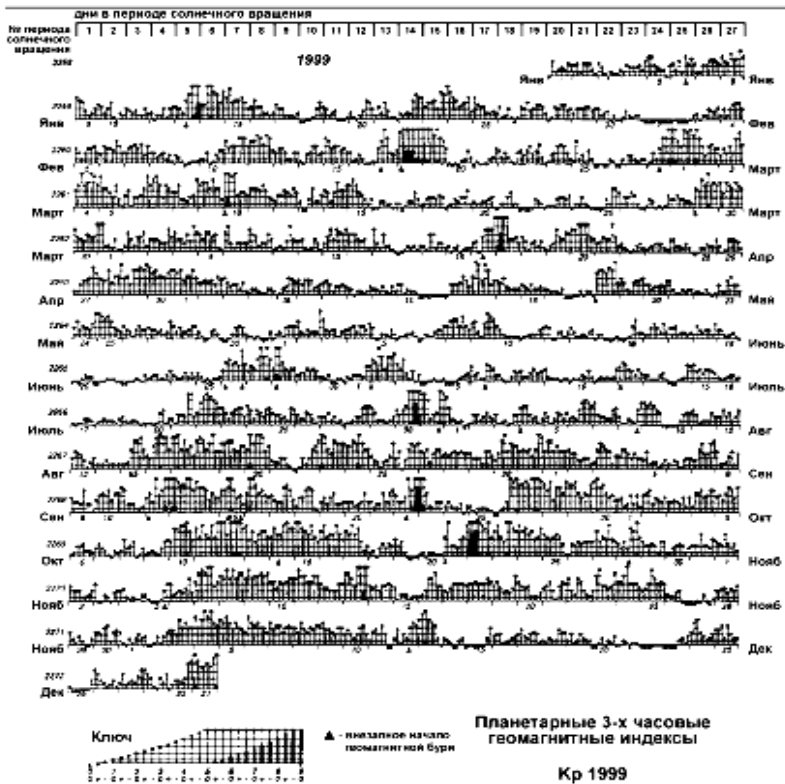


Рис. 1.23. Планетарные 3-х часовые индексы геомагнитной активности Kp в 27-дневном календаре *Бартельса*, 1999 год. Слева – номера солнечных оборотов – 2259, 2260... Линейка сверху – 27 дней кэрингтоновского периода. Календарные даты помещены под графиком Kp-индекса (8 чисел в сутки, шкала внизу слева). (Копия страницы Бюллетеня "Solar-Geophysical Data", февраль 2000 г.).

определенной длине волны, например на длине волны 10 см (соответствующие регулярно публикуемые данные относятся к излучению всего диска). При использовании этих показателей важно помнить, что с увеличением длины волны их источник из хромосферы (длина волны 10 см) перемещается в корону. Разработано много различных индексов магнитной активности. Наиболее употребительные – К<sub>p</sub> и А<sub>p</sub> вычисляются специальной международной службой каждые три часа (или для суточного интервала) для средних широт. Они являются мерой изменчивости геомагнитного поля (а не напряженности!). Индекс «р» означает «планетарный» т. е. измеряется глобальный размах вариаций геомагнитного поля. Для индекса К<sub>p</sub> разработана особая логарифмическая шкала. Индекс А<sub>p</sub> измеряет диапазон изменчивости индукции геомагнитного поля в единицах нанотесла. Значение А<sub>p</sub> порядка нескольких единиц соответствует спокойным условиям, нуль – исключительно спокойным. Во время очень сильных магнитных бурь А<sub>p</sub>-индекс может достигать значений порядка двух-трех сотен (рис. 1.22). Индекс К<sub>p</sub> изменяется от нуля до 9. Индексы А<sub>p</sub> и К<sub>p</sub> связаны как число и логарифм.

На рисунке 1.23 показаны изменения К<sub>p</sub>-индекса каждые три часа в особом «календаре *Бартельса*» – по солнечным кэрингтоновским оборотам. Числа слева – номер оборота и календарная дата первого дня данной строки. Трехчасовые интервалы индексов отсчитываются по мировому (гринвичскому) времени от 00 часов 00 минут (начала каждого суток). Корда солнечные обороты последовательно располагаются друг за другом, становится хорошо заметной тенденция к повторяемости индексов. Эта тенденция, хорошо видная на рис. 1.24, имеет простой физический смысл.

Дело в том, что, как оказалось, величина К<sub>p</sub>-индекса пропорциональна скорости солнечного ветра. Поэтому повторяющиеся широкие максимумы на рис. 1.23 – это высокоскоростные струи солнечного ветра. Как уже говорилось, такие струи ответственны за периодическое появление магнитных бурь с постепенным началом. Бури с внезапным началом, связанные с хромосферными вспышками, не обнаруживают ясной 27-дневной периодичности. А<sub>p</sub>, К<sub>p</sub>-индексы отражают флуктуации тока в токовых системах средних широт. Для изучения магнитной активности в других регионах вычисляют особые индексы. Таков, например, АЕ-индекс, который строится каждые пять минут по сети высокоширотных (полярных) магнитометрических ситуаций. АЕ-индекс представляет собой тоже меру флуктуаций (разброса) геомагнитного поля, но для токовой системы полярной шапки.

Особым индексом является знак полярности межпланетного магнитного поля, определяемый каждые сутки. В невозмущенных условиях он может быть либо отрицательным (силовые линии вне магнитосферы направлены к Солнцу), либо положительным (силовые линии направлены от Солнца). В некоторые дни знак межпланетного магнитного поля может беспорядочно изменяться несколько раз (смешанная полярность, иногда считают, что полярность в такой день нулевая). Устойчивая смена знака, когда на протяжении нескольких суток знак остается неизменным, затем изменяется и таким остается следующие 4-7 суток, соответствует прохождению Земли через границу сектора межпланетного магнитного поля (об этих секторах см. выше). Надежные знаки межпланетного магнитного поля известны за последние полвека, некоторые индексы магнитной активности образуют ряды длительностью 1,5 столетия.

Понятно, что различные индексы космической погоды связаны между собой. Однако эта связь для различных масштабов времени может оказаться довольно сложной. Сразу после прохождения границы сектора межпланетного магнитного поля индекс А<sub>p</sub> (и, естественно, К<sub>p</sub>) выше, нежели перед сменой знака. Магнитные бури с постепенным началом характерны для эпохи спада 11-летнего цикла активности по числам *Вольфа*. Магнитные бури с внезапным началом (т. е. резкое возрастание индексов А<sub>p</sub> и К<sub>p</sub>) следуют только после хромосферной вспышки достаточно большой мощности. Мера этой мощности – балл вспышки. Балл измеряется площадью сечения в красной линии водорода и яркостью этого свечения. Если площадь сечения не превышает 250 миллионов долей полусферы, а яркость является умеренной, то вспышке приписывается балл 1n. Очень яркое свечение на площади 1200 миллионов долей полусферы соответствует баллу 3В. Кроме того, масштабы вспышки измеряются одновременно мощностью всплеска рентгеновского излучения в полосе 0.1-0.8 нм.

Индекс С соответствует слабому всплеску с потоком энергии  $>10^6$  Вт/м<sup>2</sup>, индекс М – потоку  $10^5$  Вт/м<sup>2</sup>, самым мощным эффектам соответствует индекс Х. Но даже вспышке Х53В (рентгеновское излучение  $5 \cdot 10^4$  Вт/м<sup>2</sup>, оптический балл 3В) магнитная буря может не сопутствовать: соответствующее облако плазмы может не попасть на Землю из-за того, что мощная вспышка была расположена близко к краю солнечного диска и облако в этом случае пролетит мимо, не задев Землю с ее магнитосферой.



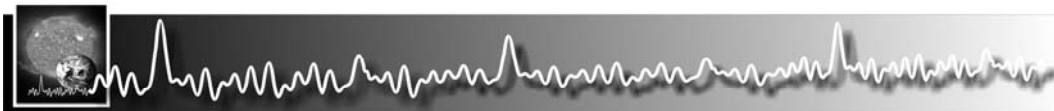
Сказанное позволяет отметить важное различие между индексами солнечной активности, которые строятся на основании наблюдений всего солнечного диска, и чисто геофизическими индексами магнитной активности и знака межпланетного магнитного поля: первые являются показателями состояния всего солнечного полушария, обращенного к Земле (радиоизлучение на длине волны 10 см – это суммарное излучение всех активных областей); вторые – отражают вариации состояния солнечного ветра и межпланетного магнитного поля в относительно узкой зональной области, соответствующие некоторой полоске гелиошироты на Солнце для определенного диапазона гелиодолгот, относящихся к малой части диска. Именно по этой причине между солнечными индексами и индексами магнитной активности нет полного соответствия: умеренная солнечная активность в данный интервал времени может сопровождаться повышенной магнитной активностью и наоборот. Ситуация меняется во времени одновременно и независимо по нескольким причинам. В частности, важно, что плоскость орбиты Земли (эклиптика) и плоскость гелиоэкватора не совпадают. Ежегодно в марте Земля оказывается ниже экватора на  $7^\circ$ , через полгода, в сентябре, земную магнитосферу солнечный ветер северного полушария (Земля проецируется на гелиошироту  $+7^\circ$ ). Можно напомнить, что в конце 11-летнего цикла активные области смещаются к гелиоэкватору (рис. 1.9). Кроме того, как уже отмечалось, на Солнце часто возникает северо-южная асимметрия между полушариями, имеющая свои закономерности изменения во времени. В общем, получается, что есть два класса индексов космической погоды:

– индексы солнечной активности; они отражают глобальный уровень активности на всем наблюдаемом солнечном полушарии; солнечный сигнал в среду обитания переносится коротковолновым солнечным излучением очень быстро;

– индексы магнитной активности; они являются геофизическими измерениями; перенос вариаций в среду обитания осуществляется через солнечный ветер; такие вариации относятся не ко всему солнечному диску, а некоторой узкой зоне гелиоширот, разной в разное время. Сигнал солнечной природы поступает к нашей планете с запаздыванием на 4-5 суток.

Эти два класса индексов соответствуют двум различным каналам воздействия солнечной активности на среду обитания и живые организмы. В первом случае «приемником» солнечных сигналов является главным образом ионосфера-озоносфера, отчасти, нижняя атмосфера. Во втором случае сигнал через солнечный ветер поступает сначала в магнитосферу.

Наконец, очень важно помнить, что на организмы в среде обитания действуют не сами по себе изменения индексов. Не солнечные пятна или солнечное радиоизлучение, а флуктуации геомагнитного поля непосредственно влияют на процессы жизнедеятельности. Биологические явления контролируются экологическими условиями среды обитания. Эти экологические параметры зависят от рассмотренных здесь индексов космической погоды: изменяется фон радиоволн, варьируют интенсивность инфразвука, электрическое поле атмосферы, уровень радиоактивности и т. д. Но об этом подробно будет сказано в следующей главе.



## Глава 2. СОЛНЕЧНАЯ АКТИВНОСТЬ И КОСМИЧЕСКИЕ РИТМЫ

Важнейшая особенность вариаций солнечной активности – наличие большого числа периодов. Некоторые из них хорошо заметны даже «невооруженным глазом». Таков фундаментальный период колебаний солнечной активности, о котором уже шла речь выше, 22 года и его половина – около 11 лет. Но во всех показателях солнечной активности и геомагнитной возмущенности присутствует большое количество еще и скрытых периодов. Они выявляются только после анализа динамики различных индексов специальными математическими методами. В этой главе будет рассказано, какие именно периоды обнаружены в измерениях солнечной активности, какова их физическая природа и происхождение. Очевидно, что солнечные периоды должны присутствовать в защитных оболочках Земли и вызывать соответствующие периодические изменения в экологических показателях среды обитания.

### 2.1. Мы живем в мире колебаний

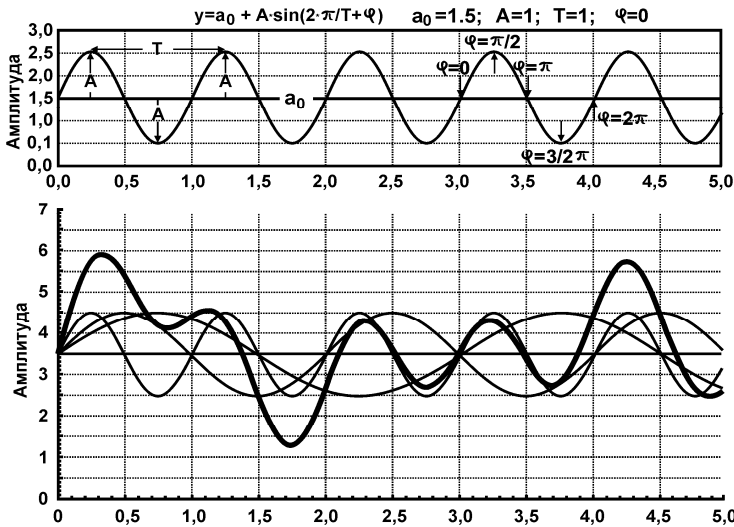
Тип движения, в котором какая-либо измеряемая величина возвращается к своему начальному значению спустя некоторое время, и который принято называть колебанием, встречается постоянно. Можно сказать, что колебания и волны – важнейшая составляющая нашего Мира. Колебательные явления в различных системах – предмет исследований на самых первых этапах развития науки.

Из школьного курса физики читатель, надо полагать, помнит определение основных величин, характеризующих простейшее колебание, описываемое синусоидой: амплитуду, период, фазу и постоянную составляющую (рис. 2.1).

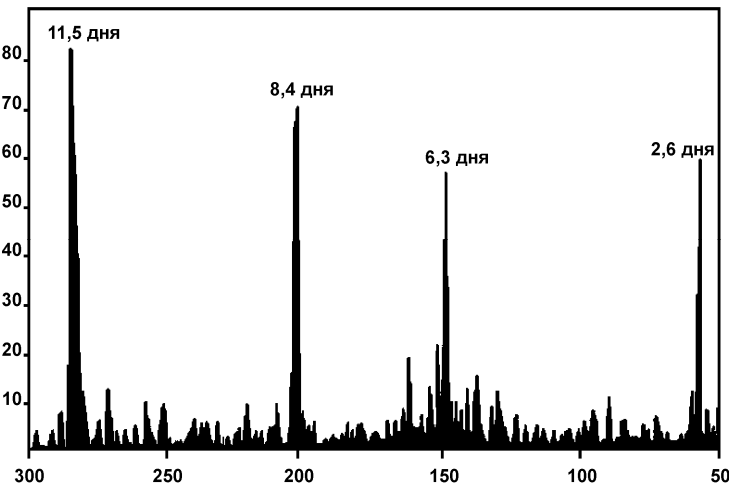
В публикациях по биоритмологии часто используются некоторые «жаргонные» термины, которые здесь следует упомянуть: «постоянную составляющую», от уровня которой отсчитывается амплитуда элементарного колебания, называют «мезором», а для максимума и минимума используют, соответственно, особые названия – акрофаза и батифаза.

Для дальнейшего очень важно отметить, что любой ряд измерений какого-нибудь параметра (в лаборатории и естественных условиях) может быть представлен как набор элементарных колебаний. Если каждое элементарное колебание характеризовать амплитудой и периодом, то полный упорядоченный набор таких параметров называют амплитудным спектром данного ряда измерений (соответственно, может быть построен фазовый спектр). Важно научиться их читать. Один из примеров спектра показан на рис. 2.2. По вертикальной оси иногда отложена амплитуда, по горизонтальной – период (или обратная ему величина – частота). Чаще по вертикальной оси откладывают особую величину, пропорциональную квадрату амплитуды – плотность спектральной мощности. В первом случае спектр нередко называют периодограммой, во втором – спектром мощности. Спектры обычно вычисляются для некоторого интервала периодов (диапазона частот).

Колебания, которые представлены в рассматриваемом временном интервале измерений и их амплитуда значительно превышает случайные флуктуации, соответствуют пикам на спектре. Колебания могут взаимодействовать между собой, порождая великое множество сложных колебательных явлений. Например, амплитуда некоторого данного колебания может изменяться циклически с некоторым более продолжительным периодом. В таком случае говорят об амплитудной модуляции этого колебания. На спектре амплитудную



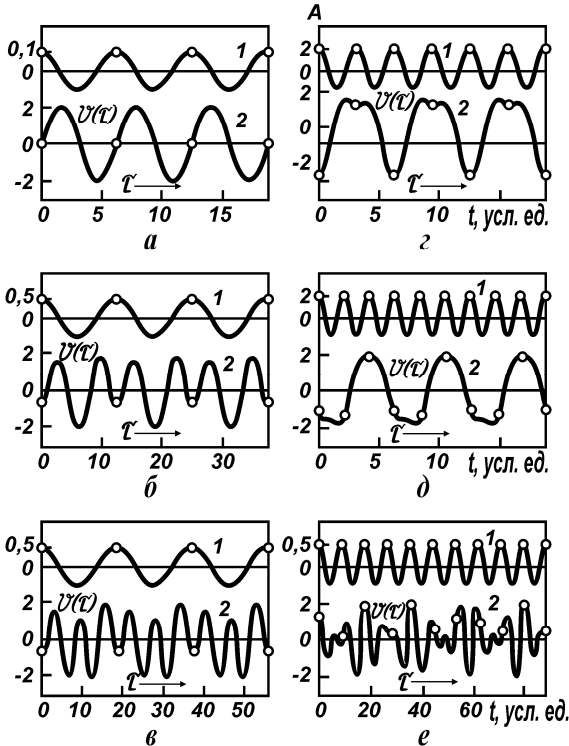
**Рис. 2.1.** Элементарное колебание, описываемое синусоидой:  $a_0$  – постоянный уровень;  $A$  – амплитуда;  $T$  – период,  $t$  – время,  $\varphi$  – фаза. Внизу показан колебательный режим (жирная линия), обусловленный наличием трех периодов (тонкие линии).



**Рис. 2.2.** Спектр мощности ряда среднесуточных значений частоты следования транспортных происшествий на улицах Москвы в 1979-1981 гг. Исходные данные были предварительно исправлены на присутствие календарной недели (период 7,0 суток. (Бреус Т. К. и соавт., 2002, 2003 Россия). По вертикальной оси – плотность спектральной мощности, эта величина пропорциональная квадрату амплитуды колебаний данного периода (использованы относительные единицы). По горизонтальной оси – периоды в часах. Цифры у спектральных индексов – значения периодов в сутках.

модуляцию тотчас можно узнать по характерному взаимному расположению пиков. В самом простом случае пик, соответствующий периоду колебаний, имеет симметрично расположенных спутников («духов»). Свою особую картину имеет на спектре и модуляция по фазе-частоте (периоду). При рассмотрении колебательных явлений фундаментальное значение в современном естествознании имеет представление о синхронизации. Суть этого процесса состоит в том, что при наличии некоторого числа слабо связанных колеблющихся объектов (осцилляторов, маятников), чьи периоды (частоты) разные, через какое-то время неизбежно возникает единый общий для всех объектов режим колебаний. Два маятника, повешенных на массивной балке, спустя некоторое время обязательно начнут качаться «в такт», если длина этих маятников (их периоды) будут приблизительно равны или

соизмеримы – какой бы прочной ни была балка. Еще один пример самосинхронизации: два неуравновешенных (не вполне соосных) ротора, приводимых в движение независимыми двигателями, всегда вращаются с одинаковой средней скоростью, если они смонтированы на общем подвижном основании (общая платформа покоится на пружинах или подстилается резиновой прокладкой). При синхронизации возможно большое разнообразие ситуаций. Весьма распространенным является случай, когда мощный стабильный генератор – источник периодических сигналов – оказывает воздействие на некоторую совокупность осцилляторов. Тогда под влиянием периодического воздействия («вынуждающей силы») возможно, что все осцилляторы станут колебаться «в такт». В этом случае говорят «о захватывании частот». Подобные явления обстоятельно изучены для механических и электрических колебательных систем. При этом установлены некоторые важные закономерности:



**Рис. 2.3.** Различные случаи «захвата частоты» при различных частотных соотношениях между «вынуждающей силой» и собственной частотой системы: а – основная гармоника, 1:1; б – ультрагармоника 2-го порядка; в – ультрагармоника 3-го порядка; субгармоника, г – субгармоника порядка 1:2; д – субгармоника порядка 1:3; е – биение.

обращения Венеры равна утроенной частоте обращения Марса, сложенной с частотой обращения Сатурна.

Происхождение подобных соизмеримостей – резонансов – обусловлено, как это впервые доказал известный математик А. М. Молчанов, синхронизацией. Солнечную систему можно рассматривать как совокупность слабо связанных маятников (обращения и вращения – это, конечно, колебания); совокупность этих маятников длительно (около 5 миллиардов лет) эволюционировала в присутствии сил трения; в итоге Солнечная система вышла на общий («кооперативный») режим движения, в котором все стабильные частоты связаны между собой почти целочисленными («резонансными») соотношениями. Естественный отбор на «выживаемость» привел в процессе эволюции к постепенному исчезновению неустойчивых состояний, остались только «резонансы». Но если все автоколебательные подсистемы в нашей Солнечной системе оказались вовлечены в единый колебательный режим, то в этот

1. При заданной амплитуде внешнего сигнала (вынуждающей силы) захват частоты автоколебательной системы возможен в некоторой относительно узкой полосе частот (полоса синхронизации); захватывание возможно также на частотах в целое число больших или меньших частоты внешнего сигнала (рис. 2.3).

2. Синхронизация возможна при чрезвычайно малой амплитуде вынуждающей силы, если величина «расстройки» частот автоколебаний и внешнего возмущающего сигнала достаточно мала;

3. Близ полосы синхронизации возможно появление биений, так называемых почти периодических колебаний (рис. 2.3, е). Следует обратить внимание на то, что в данном случае нет прямого соотношения между вынуждающим сигналом и показателем колебания системы, но частотное воздействие, тем не менее, имеет место.

Явление синхронизации позволяет понять одно замечательное свойство Солнечной системы – наличие целочисленных соизмеримостей ее параметров, называемых резонансом. Оказывается, например, что частота (т. е. обратное значение периода)

кооперативный динамический режим должно быть неизбежно вовлечено и само Солнце. Понятно, что вращающийся газовый шар должен быть достаточно сложной колебательной системой. К настоящему времени подробно изучены только его высокочастотные колебания – звуковые осцилляции с периодом 3-5 минут. Но на Солнце определенно существуют и собственные колебания иной физической природы: осцилляции, связанные с вращением (их называют инерционными); осцилляции, аналогичные волнам на поверхности жидкости (их называют гравитационными, но они не имеют отношения к гравитационным волнам в прямом смысле этого слова, такие колебания могут существовать в радиационной зоне); автоколебания, обусловленные «перекачкой» энергии из магнитных полей в кинетическую энергию конвективных движений (уже рассмотренный ранее 22-летний цикл и кратные ему «гармоники»). Устойчивые периоды всех этих колебаний должны принадлежать к спектру периодов всей Солнечной системы. Синхронизация таких колебаний осуществляется через очень слабые приливы на Солнце со стороны планет и благодаря обращению Солнца вокруг центра тяжести всей системы.

Таким образом, идея глобальной синхронизации в Солнечной системе оказывается достаточно простой и объясняющей многие феномены согласованного поведения небесных тел, однако, авторы обращают внимание читателя на тот факт, что изложенные здесь соображения разделяются не всеми специалистами.

## 2.2. Ритмы солнечной активности. Почему на Солнце есть цикл в один год?

Откуда черпаются сведения о периодах и циклах солнечной активности? Для малых периодов это понятно, – прямое измерение. Все, что сейчас известно по этому вопросу для периодов более суток, является результатом подробного анализа двух различных типов наблюдений.

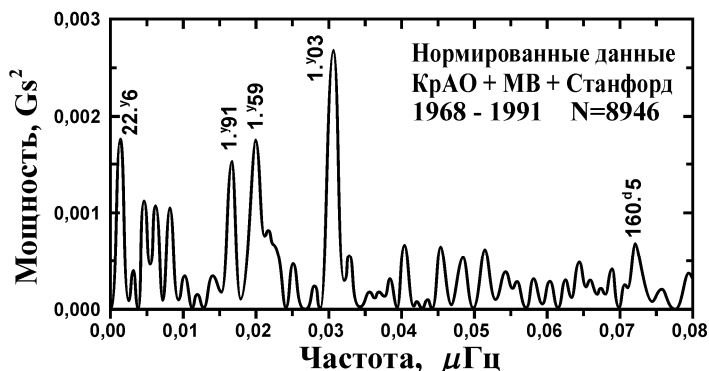
Во-первых, это индексы, о которых было рассказано в предыдущей главе. Ряд чисел *Вольфа*, полученные на основании телескопических наблюдений, охватывает около трех столетий. Поэтому периоды длительностью в несколько десятков и менее лет могут быть выделены из таких наблюдений вполне надежно. Сейчас этот ряд восстановлен (реконструирован) от эпохи древнего Рима. Для этого были использованы различные косвенные данные – наблюдения больших пятен невооруженным глазом, записи летописцев о полярных сияниях, данные о концентрации в атмосфере радиоактивного изотопа углерода  $^{14}\text{C}$ . Понятно, что эти сведения относятся только к датам ясно выраженных максимумов 11-летнего цикла солнечной активности. Максимумы активности, например, 1137 г. или 1372 г. выделены с полной определенностью. Надежно определены и длительные минимумы активности. Помимо уже упоминавшегося маундеровского минимума (1645–1715 гг.), зафиксированы минимумы солнечной активности в 1420–1530 гг. (минимум *Шперера*), в 1280-1340 гг. (минимум *Вольфа*) и в 1010-1050 гг. (минимум *Оорта*). Индексы магнитной активности известны за полтора столетия и могут быть использованы для выявления коротких периодов (не более 30 лет).

Во-вторых, сведения о вариациях солнечной активности могут быть получены из данных в так называемых регистрирующих структурах. Солнечная активность влияет на многие природные явления, в частности, на климат. Уже по одной этой причине в кольцах деревьев, в слоистых структурах озерных осадков, раковин долгоживущих моллюсков, сталактитах пещер, полярных антарктических льдах оказываются зафиксированными множество периодов. Сейчас разработаны технические приемы, позволяющие «читать» эти записи, в том числе – для далекого прошлого. Именно таким образом удалось установить, что Земля полмиллиарда лет назад вращалась быстрее (сутки составляли 21 час), а лунный месяц был заметно короче.

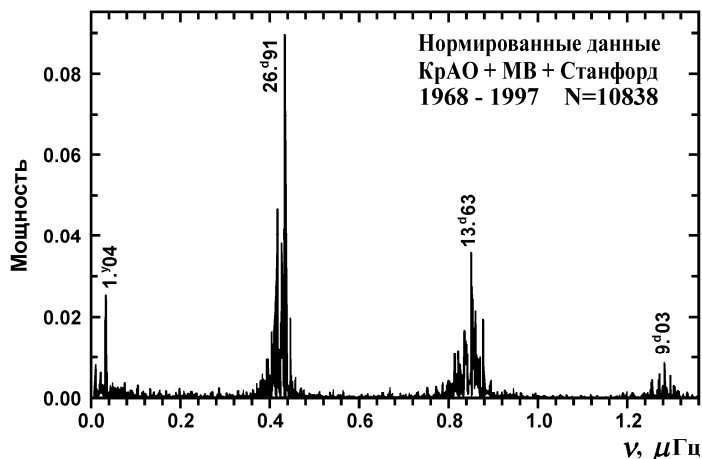
На основании этих эмпирических данных удалось построить общий спектр периодов, наблюдаемых в солнечной системе и в некоторой степени разобраться в их происхождении. Получается следующая картина. Важнейшим источником ритмических сигналов в Солнечной системе является Солнце. Будучи энергетической станцией, оно служит также основным задающим генератором ритмики. Периоды в сезонных изменениях размеров полярных шапок Марса, в вариациях параметров знаменитой детали на Юпитере – Красного Пятна, в изменениях циркуляции атмосферы Урана, во многих процессах на поверхности нашей

планеты образуют некоторый единый список, представляющий собой универсальный спектр солнечного происхождения. Как уже говорилось, различные виды собственных колебаний Солнца не являются полностью автономными. Вследствие всеобщей синхронизации колебательных движений в солнечной системе, они включают в себя периоды обращений (вращений) планет, различные комбинации этих периодов.

Конечно, весьма трудоемкая и сложная работа по «дешифровке» полного спектра периодов далеко не закончена. Никому еще не удалось пока открыть общий принцип – «универсальную формулу», описывающую сразу все периоды спектра (мечты об открытии этой «гармонии Мира» восходят еще к *Пифагору* и его ученикам и последователям). По некоторым конкретным вопросам среди исследователей продолжают многолетние споры. Например, в наборе периодов, описывающем изменения напряженности общего поля Солнца, есть период около 22 лет (рис. 2.4). Ясно, что это – фундаментальный период солнечной цикличности, уже неоднократно упоминавшийся. Присутствуют также периоды около 27 суток,



**Рис. 2.4.** Спектр мощности вариаций общего магнитного поля Солнца в диапазоне макроритмов в 1968-1991 г.г. Объединенный ряд наблюдений Крым-Сибирь-США. По вертикальной оси – мощность колебаний, по горизонтальной оси – частота в единицах  $10^{-6}$  Гц (*Котов В. А. и соавт.*, 1983, Крымская астрофизическая обсерватория, Украина).



**Рис. 2.5.** Спектр мощности вариаций общего магнитного поля Солнца в диапазоне мезоритмов в 1968-1997 г.г. Объединенный ряд наблюдений Крым-Сибирь-США. По вертикальной оси – квадрат амплитуды колебаний, отнесенный к ошибкам измерений; по горизонтальной оси – частота в единицах  $10^{-6}$  Гц (*Ханейчук В. И.*, 2000, Крымская астрофизическая обсерватория).

которые очень близкие к периоду солнечного вращения, найденного из наблюдений над перемещением по диску пятен (рис. 2.5). Их происхождение в общих чертах также понятно. Но какова природа периода с длительностью около 160 суток (5,4 месяца)? И почему в

вариациях общего поля Солнца есть период, почти точно равный 1 году? Он, конечно, может быть солнечного происхождения – результат существования гармоник солнечных автоколебаний, синхронизованной периодом орбитального движения нашей планеты. Но такой период может появиться также и по чисто «технической» причине – из-за каких-то неучтенных инструментальных эффектов, обусловленных земными явлениями. Общепринятого мнения на этот счет до сих пор не существует.

### 2.3. Космические и земные ритмы. Какие они?

В этом разделе будут приведены численные значения периодов, которые могут быть обнаружены в среде обитания. Для периодов, не превышающих одного часа (микроритмы) помимо ритмики солнечного происхождения, имеются еще колебания чисто земной природы. Это собственные сейсмические колебания Земли. С очень малыми амплитудами наша планета колеблется непрерывно. Амплитуда колебаний значительно возрастает после мощных землетрясений. Различают два типа колебаний – сфероидальные (S) и крутильные (T). Для обеих типов колебаний зарегистрировано большое число гармоник, ниже упомянуты лишь обладающие наибольшей амплитудой. Сейсмические колебания передаются, вообще говоря, в геомагнитное поле. В настоящее время в полярном геомагнитном АЕ-индексе найдены почти все низшие гармоники крутильных колебаний. Эти, а также некоторые периоды сфероидальных колебаний найдены в вариациях яркости полярных сияний и высокоширотных геомагнитных возмущениях, в очень слабых вариациях атмосферного давления (микробаровариации), в быстрых изменениях атмосферной прозрачности, в вариациях интенсивности космических лучей.

Собственные акустические колебания Солнца – в диапазоне 3-5 минут – иногда могут быть обнаружены в среде обитания благодаря воздействию коротковолнового солнечного излучения на ионосферу (см. ниже). Помимо этих двух источников колебаний в современной геофизике известны еще колебания, периоды которых не являются стабильными. Это, во-первых, микропульсации геомагнитного поля типа Pс5 (период около 5 минут) и Pс6 (период 10 минут) (рис. 2.6). Эти колебания наблюдаются преимущественно на высоких широтах в определенное время года.

Таблица 2.1.

Космические микроритмы (в минутах)

Период в АЕ-индексе (мин.)	Сейсмические колебания	
	Название гармоники	Период (мин)
15,4	${}_0T_6$	15,5
16,2	${}_0S_6$	16,0
17,7	${}_0T_5$	17,6
20,1	${}_0T_5$	19,8
21,8	${}_0T_4$	21,8
24,8		24,5
28,8	${}_0T_3$	28,6
35,6	${}_0S_3$	35,7
43,4	${}_0T_2$	43,6
53,7	${}_0S_2$	53,9
54,7		54,3
59,5		59,5

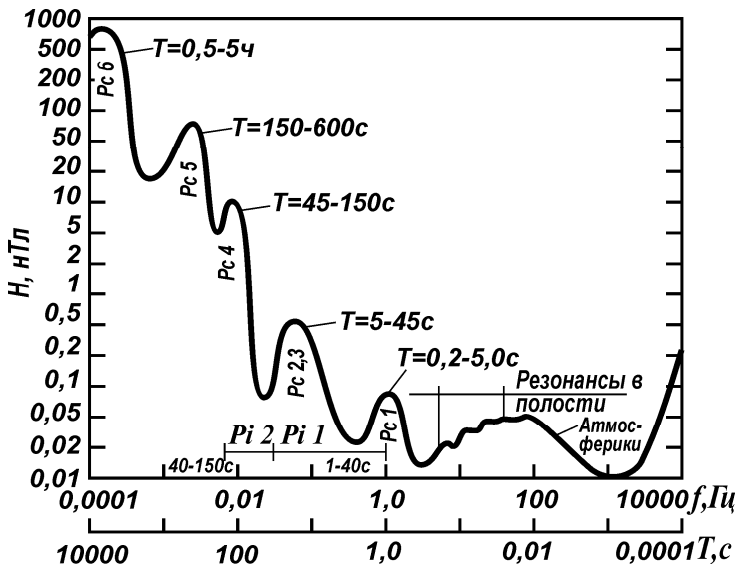


Рис. 2.6. Схематизированный спектр колебаний (микропульсаций) геомагнитного поля для невозмущенных условий. На частотах выше 1 Гц – это уже «обычные» радиоволны.

Таблица 2.2.

Важнейшие космические ритмы (в минутах), известные в настоящее время в диапазоне 1 час – 1 сутки (значения периодов указано в минутах)

Геомагнитное поле (AE-индекс)	Сейсмометрия	Солнечная активность	
		Оптические измерения	Радиоизмерения
65,4	65,4		65,6
75,5	74,8 (75,8)		75,9
81,3	80,9		80,0
94,1	94,0		96,0
116,9	117,0	116,7	116,3
120,4	120,1	120,4	120,9
126,2	126,2	127,1	126,9
130,1	129,2	129,3	130,2
143,6		143,2	143,2
158,8		159,2	158,9
160,01	160,0	160,01	160,08
168,7	169,9	168,3	168,0
171,6	172,1	171,2	171,2
192,1	192,0	192,6	192,0
196,1	196,0	196,3	196,1
265,8			269,8



Таблица 2.3.

**Важнейшие ритмы внешней среды (в сутках) в диапазоне 1 сутки – 1 год. (значения периодов указано в сутках)**

Геомагнитное поле AE, Ap -индексы	Индексы солнечной активности	
	Оптические измерения	Радиоизмерения
5,4	5,2	
6,8	7,0	
9,3	10	9,1
12,5		12,5
13,5	13,5	13,6
16,5	16,5	17,0
18,7	17,8	18,4
23,8	23,5 (24,9)	24,9
36,8	34 (34,7)	36,9
44,1	43	44,5
49,6	50	49,0
75	75	77
90		89
115	120	119
138	152	
180		
228	240	238

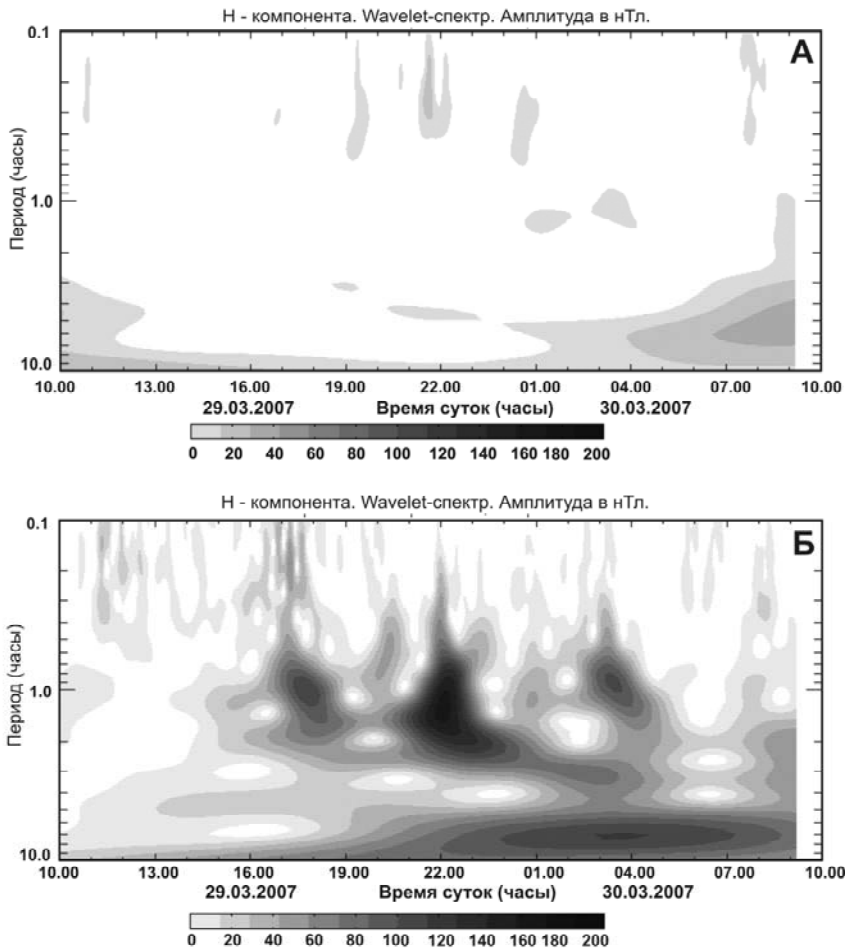
Во-вторых, в ионосфере часто наблюдаются «волны тяжести» (как на поверхности жидкости – гравитационные волны). Периоды (минуты) – около 5, 12 и 25, значения несколько изменяются с сезоном. Периоды с наибольшей амплитудой в этом диапазоне, перечислены в табл. 2.1..

В отличие от рассмотренного диапазона, микроритмы в диапазоне от часа до суток не имеют общепринятого теоретического объяснения. Исключением являются периоды 657–737 мин, представляющие собой полусуточные приливные колебания нашей атмосферы, имеющие многочисленные высокие гармоники.

Полагают, что основной вклад в этот участок спектра вносят собственные гравитационные колебания Солнца (они наблюдаются в радиодиапазоне, но в оптическом излучении пока надежно не обнаружены). Из таких периодов большую известность получил период 160 минут. Сразу после открытия этих колебаний в 1974 году казалось, что этот период выделяется среди прочих особой устойчивостью и относительно большой амплитудой. Но в дальнейшем эти предположения не оправдались, поскольку период на некоторое время исчезал, а затем появлялся вновь, но уже с несколько иным значением. В этом же диапазоне располагаются еще некоторые сейсмические колебания, происхождение которых остается загадочным. Наиболее часто встречающиеся периоды этого участка спектра (изученного пока очень мало) перечислены в таблице 2.2. Следует отметить то, что явление «мигания» (появление и исчезновение) и «качания» (периодическое или квазипериодическое изменение положения максимума) периодов в спектрах довольно часто встречается в гео- и гелиофизических исследованиях. Ярким примером может служить динамика спектра вариаций геомагнитного поля в течение суток (рис. 2.7). Представленные на рисунке диаграммы получают путем построения спектров для конкретного временного окна (временного интервала), продвигая его через установленные промежутки времени вдоль всего временного ряда измерений. В результате такой обработки данных исследователи получают массив следующих друг за другом спектров, который позволяет оценить частотную и амплитудную варибельность интересующих их периодов.

Мезоритмы – более или менее устойчивые периоды в интервале от суток до года. Важнейшие устойчивые периоды перечислены в таблице 2.3. Как и в предыдущих случаях, список периодов не является полным – он отражает степень наблюдаемости периодов в различных видах данных для определенного отрезка времени. Примечательная особенность

периодов рассматриваемого диапазона – сложная картина суперпозиции временных вариаций и вариаций пространственных, из-за вращения Солнца регистрируемых как временные. Нередко соответствующие периоды оказываются очень близкими или совпадают. По этой причине их происхождение остается неясным.



**Рис. 2.7.** Динамика спектра пульсаций геомагнитного поля в магнитоспокойный (А) и магнитовозмущенный (Б) дни (по данным ИЗМИРАН, Россия). По горизонтальной оси – местное время суток, по вертикальной – значения периодов. Амплитуда периодов (нТл) соответствует оттенку на нижней шкале. Хорошо видно квазипериодическое появление и исчезновение, а также изменение величин отдельных периодов, доминирующих по амплитуде.

Отдельные авторы обращают внимание на кратность некоторых периодов, предполагая, что они могут быть гармониками какого-то «основного» периода. В таком соотношении, например, находятся периоды  $27^d$ ,  $13,5^d$  и  $9^d$  (1:2:3). Однако известно, что амплитуды перечисленных периодов изменяются независимо, а это означает, что они являются просто кратными периодами (рис. 2.8). Следует отметить, что в этой таблице опущен один из самых распространенных периодов – около 27 суток. Он имеет сложную тонкую структуру, показанную отдельно в таблице 2.4. Здесь наблюдается сложная картина «перехода» от одного дискретного значения периода к другому: в какой-то интервал времени преобладает (имеет относительно большую амплитуду) один период, затем имеет место скачкообразный «переход» к другому, дальше может произойти возврат к предыдущему и т. д. Многие другие периоды, фигурирующие в этой таблице, также обнаруживают аналогичную структуру, образуя «семейства» близких значений.

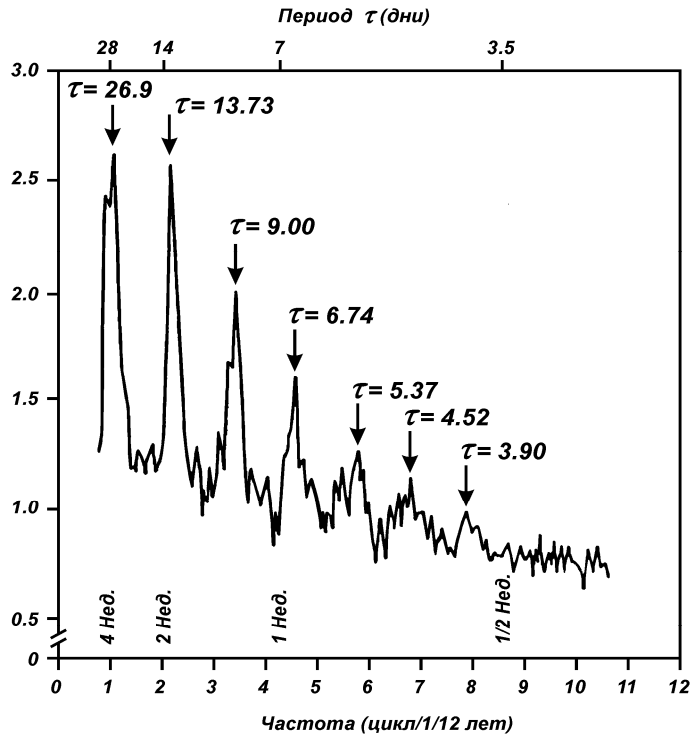
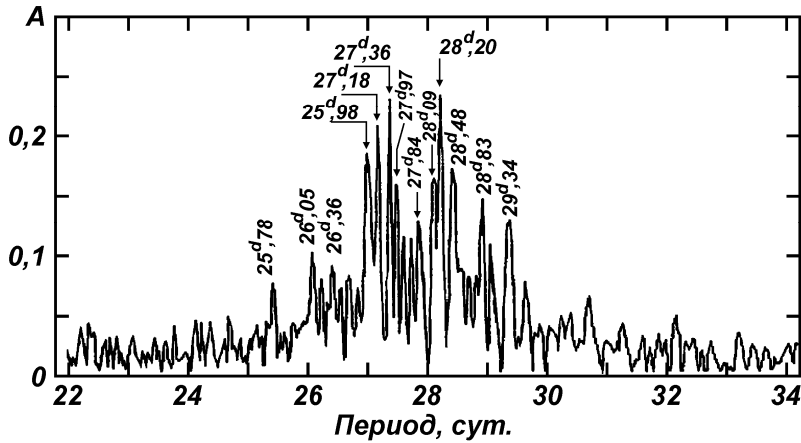


Рис. 2.8. Сглаженный спектр вариаций геомагнитного индекса Кр, 1932-1990 г.г. Цифры около стрелок – точные значения периодов, сутки.

Таблица 2.4.

Структура 27-дневного периода по данным различных измерений (в сутках)

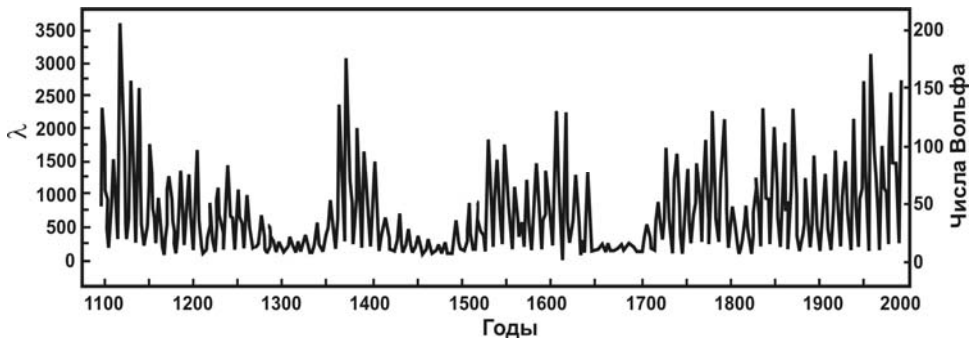
Общее магнитное поле Солнца	Межпланетное магнитное поле	Радиоизлучение сантиметрового диапазона
26,33	26,40	-
-	26,86	26,87
25,95	26,95	-
-	27,03	27,07
27,19	27,20	27,25
27,40	27,38	-
-	27,48	27,44
27,84	27,87	27,80
-	28,09	28,00
28,16	28,21	28,20
28,45	28,41	-
28,69	-	28,56
-	29,79	28,75
-	28,90	-
-	29,36	-
29,70	-	-
-	30,70	-



**Рис. 2.9.** Спектр мощности в смене знака межпланетного магнитного поля (наземные наблюдения) близ периода 27 суток. Данные 1958-1980 г.г. (Левцкий Л. С. и соавт., 1985, Крымская астрофизическая обсерватория, Украина).

**Таблица 2.5.**  
Важнейшие ритмы параметров внешней среды в диапазоне 1 год – 350 лет (в годах)

Индексы геомагнитной возмущенности	Солнечная активность	Примечания
1,47	1,5	
2,15	2,1	Период обращения Марса Вариации солнечного диаметра Есть в солнечном ветре
2,8	3	
3,7	4	Период есть в солнечном ветре
4,3		
5,2	5,5	
7,1	7,2	
10,5	11,0	Есть еще 9,6 года
12,5		Период обращения Юпитера 11,9
16,1		
22,0	22,0	
35	35	Цикл Брикнера в климате
60,0	55	В геомагнитном поле — внутреннего происхождения
80	80	Период обращения Урана 84,01
	130	
	178	Период обращения Нептуна 164,8
	200±15	
	263	Период обращения Плутона 250,6
	320±20	



**Рис. 2.10.** Восстановленный ход солнечной активности по индексу «суммарная площадь солнечных пятен». Средние за год. Около 1475 г. – минимум *Шперера*; около 1675 г. – минимум *Маундера*. Реконструкция по десятилетним средним доведена до 3000г. до н.э. (*Nagovitsyn Yu.F. et al, 2004, Россия*).

Существенно, что в табл. 2.4 нет периода, в точности равного синодическому лунному месяцу ( $29^d,53$ ). На рисунке 2.9 показан спектр вариаций в частоте смены знака межпланетного магнитного поля (периоды перечислены в той же таблице 2.4.). Наконец, макроритмы характеризуются периодами более 1 года. Важнейшие из них предоставлены в таблице 2.5. Так же, как и для других диапазонов периодов в наборе циклов таблицы 2.5, имеются периоды чисто геофизического (земного) происхождения. Таков, в частности, период в геомагнитном поле продолжительностью около 60 лет. Он может быть выделен в результате анализа данных сети геомагнитных обсерваторий и представляет собой колебания в системе токов земного ядра. То, что близкий период есть в солнечной активности и некоторых других космических показателях (частота падений метеоритов за большой интервал времени), есть, видимо, проявление все той же тотальной синхронизации в Солнечной системе.

Наличие в индексах солнечной активности орбитальных периодов планет означает, что между индексами солнечной активности, с одной стороны, и между планетными конфигурациями, с другой, существует корреляционная связь. Таким образом, планетные конфигурации можно рассматривать как некоторый «обобщенный индекс» солнечной активности. Понятно, что планетные конфигурации нетрудно вычислять и, тем самым, создается возможность прогноза солнечной активности на такой основе. Соответствующая методика прогноза была построена киевским астрономом *Романчуком П. Р.* (1965). Она испытывалась на протяжении двух десятилетий, и ее эффективность оказалась, во всяком случае, не ниже традиционных методов. Возможность предсказывать солнечную активность и контролируемые ей земные явления по планетным конфигурациям открывает возможность понять происхождение самой древней в истории культуры космической доктрины – астрологии. Этот интересный вопрос будет подробно рассмотрен в заключительной части книги.

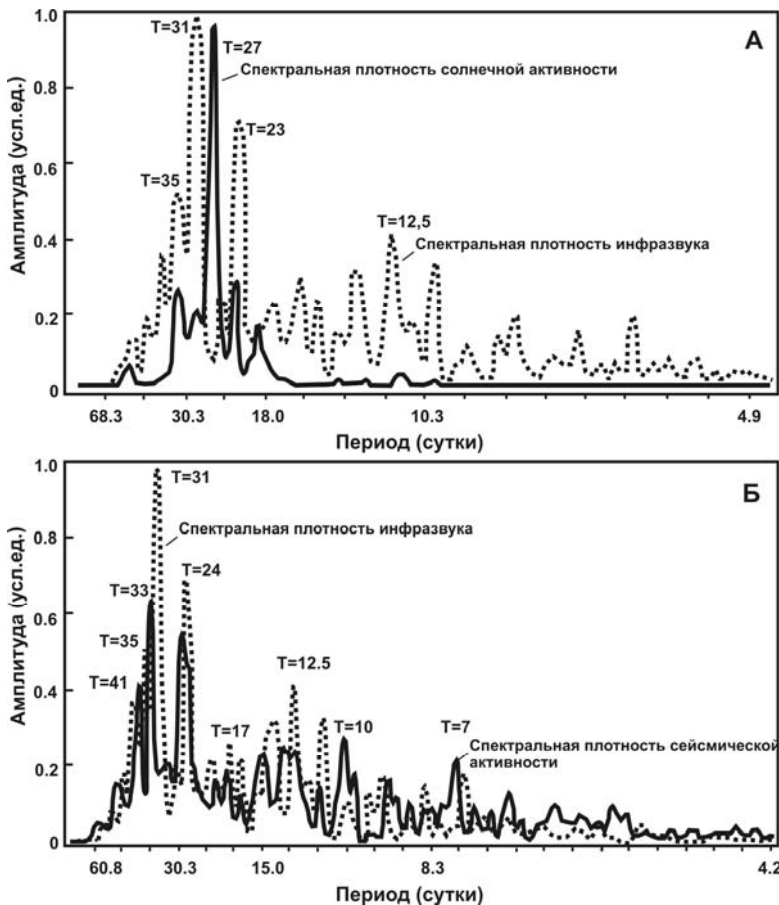
В настоящее время по мере разработки технологии «чтения» природных архивов – палеомагнетизм, керны глубокого бурения ледниковой шапки Антарктиды, дендроклиматология, палеоизмерения концентраций радиоизотопов  $^{14}\text{C}$  и  $^{10}\text{Be}$  – выясняется, что масштабы изменений космической погоды много больше, чем это казалось на основе изучения «телескопического» ряда наблюдений (рис. 2.10). Исследования последствий этих изменений для среды обитания – климатических, биологических, социально-исторических – только начинаются. Здесь много загадочного и таинственного. Некоторые из уже сформулированных проблем этой области знаний – настоящий вызов человеческому интеллекту и проницательности.

## 2.4. Как изменения космической погоды проникают в среду обитания

На организмы в среде обитания действуют непосредственно не солнечные пятна, не рентгеновское излучение или солнечные космические лучи. Изменения космической погоды «чувствуются» на поверхности Земли потому, что солнечная активность тем или иным способом влияет на некоторые экологически важные показатели. В отдельных случаях механизмы передачи космических циклов и периодов в среду обитания ясны и понятны. Для других экологических переменных эти механизмы сложны и запутаны, в них до сих пор

разобраться полностью не удастся (так обстоит дело с космическими воздействиями на климат и погоду). Для практических целей необязательно знать полную цепочку причин-следствий в каждом отдельном случае. Важно выделить основные экологические факторы, контролируемые изменениями «космической погоды». Из рассмотрения здесь исключается такой фактор, как изменение режима освещенности в суточном ритме – здесь все хорошо и давно известно. Такой список возглавляют метеоро-логические переменные, прежде всего температура. Суточный ход температуры, понятно, не отличается строгой регулярностью, в некоторых ландшафтных зонах, в почве, под снеговым покровом амплитуда вариаций становится очень малой. Поэтому изменения температуры важны для многодневной ритмики, сезонных вариаций и климатических циклов.

*Вариации температуры* в разных географических районах характеризуются одним и тем же набором периодов, но фаза колебаний при этом может быть разной. Вариации возникают как следствие особых колебаний в атмосфере. Анализ ряда ежесуточных измерений температуры в Казани за 150 лет обнаружил, например следующие периоды (в сутках): 4; 14; 24; 28; 33; 46; 61; 73; 87. Амплитуда вариаций возрастает с увеличением периода (эта особенность очень характерна для изменения большинства других параметров, описываемых ниже).



**Рис. 2.11.** Спектральная плотность инфразвука и потока радиоизлучения Солнца (F 10.7 см) (А) и инфразвука и сейсмической активности (Б). Цифры у спектральных пиков – значения периодов в сутках (Негода А.А. и соавт., 2001, Украина).

*Атмосферное давление* в пределах суток варьирует нерегулярно. Многодневные ритмы, сезонные изменения и климатические циклы атмосферного давления аналогичны температурным. Существуют весьма регулярное полусуточные колебания давления,

обусловленные собственными колебаниями атмосферы (они возбуждаются приливом). Для этих колебаний характерно присутствие гармоник (включая периоды порядка нескольких часов). Их амплитуды очень малы (0,01 миллибар). Изменения давления с частотами 14 – 0,05 Гц (здесь удобнее пользоваться обратной величиной – частотой) называют инфразвуком. Ниже некоторой частоты акустические волны не распространяются.

*Усиление инфразвуковых колебаний* сопряжено с целым рядом чисто атмосферных явлений и сопровождается полярными сияниями и магнитными бурями. Эти последние, как известно, распределены во времени – если речь идет о периодах порядка месяца и более – регулярно. Возможно, что такие инфразвуковые бури воспринимаются некоторыми организмами. Инфразвуковые колебания в атмосфере Земли являются результатом сложного взаимодействия многочисленных сейсмических процессов и процессов в ближнем космосе. Инфразвук генерируется во время магнитных бурь и полярных сияний, но механизм его генерации до конца не понятен. Видимо, поэтому в спектре инфразвуковых колебаний атмосферы в определенной степени проявляется ритмика космической погоды. На рисунке 2.11 показана связь инфразвуковых колебаний с солнечной и сейсмической активностью. Рисунок наглядно демонстрирует непосредственную связь фоновых инфразвуковых колебаний с периодами сейсмических колебаний. В то же время давно известно, что интенсивность сейсмических процессов связана с солнечной активностью. Эта связь была обнаружена при анализе глобальной сейсмичности на Земле и 11-летних циклов солнечной активности.

С изменением *температуры и атмосферного давления* тесно связаны изменения концентрации аэроионов и некоторых биологически активных микропримесей – таких, как озон, окислы азота, ОН-радикалы. В условиях ландшафта, неподверженного антропогенным воздействиям, эти параметры не должны исключаться из рассмотрения.

*Радиоактивность атмосферы* существенно изменяется вследствие вариаций концентрации радиоактивного радона  $^{222}\text{Rn}$ . Эти вариации, в свою очередь, сопряжены с магнитной активностью: с усилением геомагнитной возмущенности усиливается выход радона из грунта, где его концентрация на несколько порядков выше, чем в атмосфере. После начала магнитной бури концентрация  $^{222}\text{Rn}$  в приземном слое воздуха может возрасти в 5 раз (*Шемь-Заде А.Э.*, 1978, 1992). Все изотопы радона испытывают альфа-распад. Период полураспада  $^{222}\text{Rn}$  составляет примерно 3,82 дня. Радионуклиды радона обуславливают более половины всей дозы радиации, которую получают живые организмы от природных и техногенных радионуклидов окружающей среды. Повышенный выход радона объясняется тем, что большинство горных пород содержит ферромагнитные материалы, которые в переменном геомагнитном поле подвергаются сжатию-растяжению. Незначительные деформационные колебания горных пород, вызванные геомагнитными вариациями, приводят к выделению этого инертного радиоактивного газа в атмосферу.

*Электрическое поле* (градиент потенциала) в ясную погоду обнаруживает небольшие суточные вариации. Их амплитуда сильно зависит от типа ландшафта и географического района. Средняя величина напряженности поля (150 В/м на равнине) уменьшается к экватору и полярным областям от среднеширотного пояса и заметно возрастает в горной местности. Градиент потенциала ясной погоды зависит от солнечной активности и, вероятно, содержит многие ритмы с периодом от околонеделных и более (они совершенно не изучены). Здесь же может быть зафиксирован, видимо, и большой набор микроритмов, т. е. микропульсации геомагнитного поля, о которых речь пойдет ниже, имеют электрическую составляющую. Кроме того, имеются указания на вариации электрического поля с периодами десятки минут – часы. В настоящее время экологическое значение подобных вариаций для растительных экосистем не вызывают сомнения, ибо известен биофизический механизм воздействия электрического поля на растения. Выяснено, что поглощенное растениями количество углекислого газа (одного из компонентов фотосинтеза) обеспечивается притяжением положительно заряженных ионов  $\text{CO}_2^+$  к отрицательно заряженным листьям. Растение всегда «заземлено» и несет отрицательный заряд по отношению к высоким слоям атмосферы – ионосфере. Если подать на растение положительный потенциал порядка сотен В/м, фотосинтез подавляется. Совершенно бесспорно влияние изменений квазистатического поля на поведение насекомых.

*Геомагнитное поле.* Целесообразно рассматривать отдельно изменения квазистатического магнитного поля Земли и его флуктуации. Такое разделение, конечно, до некоторой степени условно, но оно оправдано физикой явлений: «медленные» (часы)

изменения магнитного поля обусловлены крупномасштабными изменениями в токовых системах, располагающихся в ионосфере – плазмосфере Земли: флуктуации поля включают в себя – в диапазоне очень коротких периодов – чисто электромагнитные явления, аналогичные радиоволнам очень большой длины. В вопросе о биологической эффективности очень малых вариаций напряженности квазистатического магнитного поля среди исследователей нет единого мнения. Можно напомнить о том, что для синхронизации автоколебаний достаточно вносить в систему совершенно ничтожные изменения. По всем этим причинам рассматриваемые вариации не могут быть исключены из составленного нами списка.

Суточные регулярные вариации в геомагнитном поле имеют заметную амплитуду 40 нТл, но могут существенно искажаться и маскироваться даже при умеренном уровне магнитной активности (см. об этом ниже). Лунносуточные вариации (период  $24^h 50^m$ ) по амплитуде примерно в 10 раз меньше. В геомагнитном поле представлены также полугодовые вариации и весь набор периодов солнечной активности. С этими индексами коррелирует целый ряд других показателей внешней среды – глобальная сейсмическая активность, бури инфразвуков, вариации электрического в ясную погоду и т. д. Особое значение имеет связь этих индексов с электромагнитным фоном среды обитания.

*Интенсивность ультрафиолетового излучения* с длинами волн близкими к 290 нм на поверхности Земли варьирует в зависимости от изменения толщины экрана, защищающего биосферу от солнечного ультрафиолетового излучения, т. е. толщи озоносферы. Эта последняя величина сложным образом зависит от солнечной активности и пространственно-временных особенностей атмосферной циркуляции. Как уже говорилось (см. раздел 1.4.), вариации приземного ультрафиолетового излучения имеют важное экологическое значение.

Периодическая структура изменений интенсивности данного излучения известна плохо. Весьма вероятно, что здесь могут быть обнаружены многие гармоник солнечной цикличности, фазы которых зависят от географического региона (как в случае метеопеременных). Космические лучи (слабый поток в основном ускоренных до высоких энергий протонов) приходят на поверхность Земли из Галактики. Их интенсивность модулирована большим набором периодов разного происхождения. Эти вариации в несколько раз слабее, чем уже рассмотренные изменения радиоактивности атмосферы. Кажется весьма проблематичным, чтобы они могли как-то быть выделены даже организмами больших размеров.

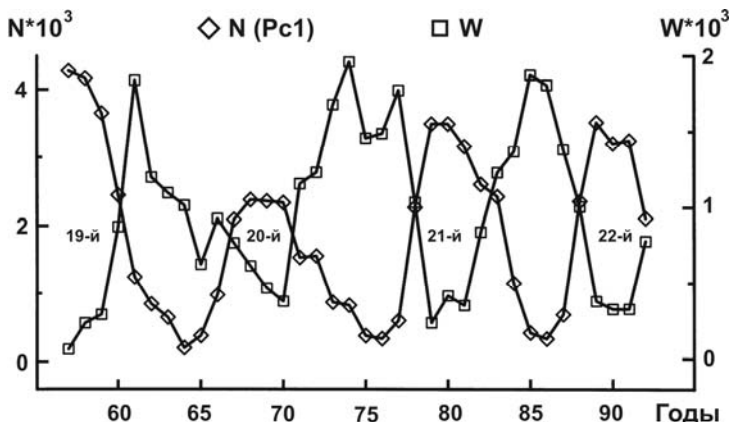
*Изменения ускорения силы тяжести* обусловлены приливными явлениями. Основной период здесь – лунные сутки ( $24^h 50^m$ ), модулированный солнечносуточным периодом. Амплитуда вариаций составляет всего около трех десятимиллионных от среднего значения. Можно ли в принципе обнаружить столь малое изменение? Категорический отрицательный ответ будет, по меньшей мере, неосторожным: изменение ускорения силы тяжести сказывается на различных процессах седиментации, т. е. концентрации некоторого химического соединения в определенной точке. Для такой ситуации можно представить себе несколько вариантов механизма усиления. Сейсмические колебания на Земле в целом значительно усиливаются после землетрясений очень большой мощности. Однако в их отсутствие имеется некоторый фон, представляющий интерес в данном случае потому, что в нем представлены собственные частоты колебаний Земли, как планеты. Соответствующий набор периодов весьма богат, он является константой нашей планеты, и в процессе биологической эволюции существенно не менялся. Восприятие организмами этих колебаний – несмотря на их очень малые амплитуды – трудно надежно исключить (как и в предыдущем случае). Но если в каких-нибудь показателях будет обнаружен период  $53.86^m$ , то необходимо будет вспомнить, что он является одной из гармоник собственных сфероидальных колебаний Земли.

*Электромагнитные поля.* В данном случае имеется в виду постоянно существующий на поверхности Земли фон электромагнитных колебаний на частотах ниже  $10^5$  Гц (низкие и сверхнизкие частоты). Он формируется несколькими источниками. Это микропульсации геомагнитного поля (некоторые их типы появляются при повышении уровня магнитной активности), очень низкочастотные (ОНЧ) излучения магнитосферы, атмосферники (низкочастотная часть спектра излучения молниевых зарядов). Напряженность поля во всем этом диапазоне сильно (десять раз) варьирует в зависимости от солнечной активности, причем в этих вариациях содержится множество периодов и циклов. Низкочастотные электромагнитные поля – идеальное средство для разнообразной сигнализации. Они проникают с малым затуханием практически всюду – в почву, грунт, в толщу воды,





обитания находится в сферическом конденсаторе – полости, где наружная оболочка (ионосфера) действует как «фильтр»: при высоком уровне солнечной активности мощная ионосфера «запирает» всякое низкочастотное излучение в этой полости – независимо от его происхождения; с понижением активности упомянутый фильтр делается более прозрачным, амплитуда электромагнитного поля снижается. В итоге, техногенное «электромагнитное загрязнение» внешней среды может усиливать влияние солнечной активности на биологические процессы.



**Рис. 2.13.** Динамика солнечной активности (числа Вольфа, правая шкала) и интенсивности пульсаций Pc1 (N-индекс, левая шкала) с 19-го по 22-й цикл (Матвеева Э.Т., 1998, Россия).

Наконец, следует подчеркнуть, что биологическое действие слабых ЭМП в области низких – сверхнизких частот установлено сейчас во многих экспериментах с полной определенностью. Возникла специальная дисциплина – биофизика неионизирующих излучений. Соответствующие исследования проводятся во многих научных центрах. Найденные при этом закономерности интересны и конечно, о них невозможно здесь рассказать подробно. Достаточно одного примера. В опытах, когда на подопытный биообъект действовали магнитными полями малой амплитуды и разными частотами, выяснилось, что есть частоты биологически эффективные, а есть совсем мало активные. Так был составлен список особых частот, к которым организмы особенно чувствительны. Оказалось, что в этом каталоге имеются частоты, хорошо известные геофизикам: около 0,01 Гц (именно близ этой частоты располагаются геомагнитные микропульсации типа Pc3); около 8 Гц (читатель, вероятно, помнит, что это – основная резонансная полоса ионосферного волновода).

## 2.5. Солнечная активность и земная погода

Земная погода включает в себя комплекс экологически важных факторов. В течение многих десятилетий вопрос о связи солнечной активности и погоды на Земле был предметом полемики. Уже к середине прошлого века соответствующая литература была почти необозримой. Переломным моментом явилась реализация в России специальной исследовательской программы, целью которой было изучение влияния на тропосферную циркуляцию самого масштабного проявления солнечной активности – магнитных бурь. Работа проводилась на протяжении нескольких лет под руководством известного российского астрофизика Мустеля Э.Р. (1997). В качестве исходного материала использовались мировые метеорологические данные, охватывающие несколько 11-летних циклов солнечной активности. Результаты опубликованы в обширной серии статей. Было обнаружено, что пик индекса нестабильности атмосферного давления наблюдается спустя примерно трое суток после максимума развития магнитной бури. Его амплитуда составляет несколько стандартных отклонений, так что результат статистически высоко значим. В местную зиму эффекты однотипны для северного и южного полушарий. Если данные нанести на карту, то хорошо видно, что имеются районы наибольшего возрастания этого индекса. Они располагаются преимущественно на краю зоны максимальной повторяемости полярных сияний (67° северной широты). Это регионы особо чувствительные к внешнему

космическому воздействию. Эффект магнитных бурь был позже обнаружен и непосредственно в изменении атмосферного давления: в Северном полушарии зимой давление падает главным образом в Северной Атлантике, при этом в «верхних этажах» атмосферы усиливается зональная циркуляция. Эффект магнитных бурь удалось обнаружить и для одного из глобальных индексов атмосферной циркуляции. Влияние солнечной активности на циркуляцию планетных атмосфер – явление общее для солнечной системы. Если принимать во внимание периодическую составляющую динамики атмосферных параметров, то оказывается возможным обнаружить связь атмосферных показателей с индексом солнечной активности, отражающим вариации солнечного коротковолнового излучения. Так, параметры атмосферы значимо коррелируют (или антикоррелируют) с индексом солнечной активности  $F(10,7 \text{ см})$  в зависимости от фазы известного космофизического периода около двух лет. Для длительных периодов атмосферные эффекты солнечной активности становятся заметными в глобальном масштабе. Например, фундаментальный цикл солнечной активности около 22 лет (два 11-летних цикла), известный до недавнего времени в ритмах засух на средних широтах, теперь обнаружен в самых различных климатических индексах. На еще более длительных интервалах времени – порядка тысячи лет – могут быть заметны эффекты вариации солнечной постоянной (для 11-летнего цикла эти изменения не превышают 0,1%). Косвенным указанием на контроль климата со стороны СА являются данные о связи долговременных климатических изменений, с вариациями магнитного момента Земли. Напряженность геомагнитного поля определяет размеры магнитосферы – земной оболочки, «защищающей» атмосферу от прямого воздействия солнечного ветра.

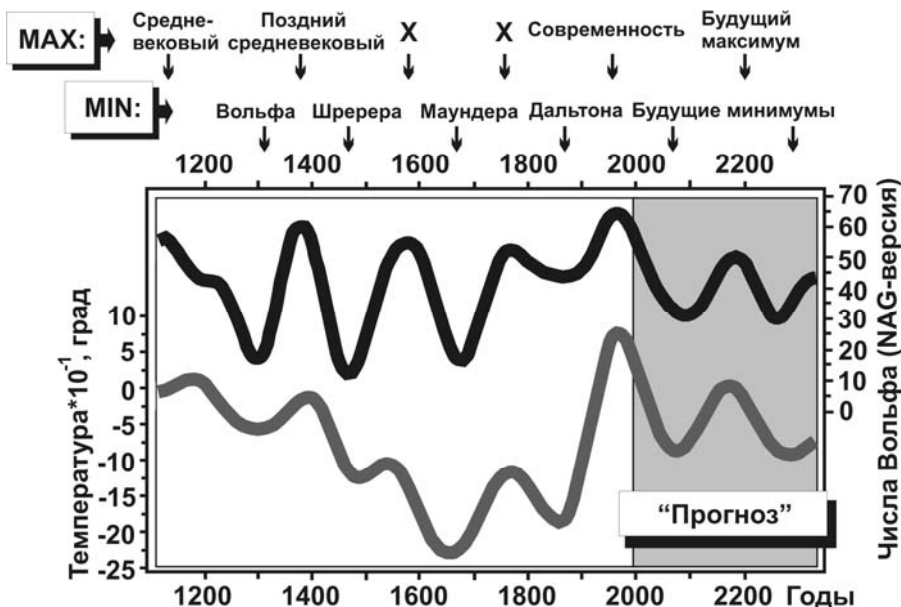
Проблема влияния солнечной активности на климат имеет важное значение для прогноза климатической динамики на ближайшее столетие. В последние годы прогноз глобального повышения температуры на нашей планете – монотонный ее рост на  $+3,6^\circ \pm 2,2^\circ$  к концу текущего столетия – приобрел статус утверждения несомненного и бесспорного. В значительной мере этому содействовало широкое общественное внимание к этой проблеме, высокий авторитет международных организаций, взявших на себя ответственность за прогноз. Отчеты Международного Комитета по климатическим изменениям при ООН (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC), регулярно суммирующие состояние дел в этой области, едва ли, казалось бы, подлежат критике, так как: они составляются при участии многих сотен экспертов (главным образом из США и Западной Европы) и примерно таким же числом правительственных экспертов рецензируются. Не менее сильное впечатление составляют и политические последствия этого уже почти массового движения. Киотский Протокол (1997) подписан представителями 150 стран и вокруг него не прекращаются научные дискуссии и политические маневры.

Между тем, этот прогноз может быть ошибочным, так как рост глобальной температуры на Земле в последние десятилетия 20-го в. не обусловлен антропогенными причинами; экстраполяция тенденции этого роста на весь 21 век не достаточно обоснована. Вероятно, на грабли наступают дважды подряд: столь же острая ситуация в недавнее время имела место по вопросу о динамике озоносферы. Одно время казалось, что озоносфера разрушается из-за неконтролируемого в глобальном масштабе химического производства. Но теперь мало кто сомневается, что уменьшение толщины стратосферного озона обусловлено почти целиком естественно протекающими атмосферно-циклическими процессами (Терез Э.И. и соавт., 1994). Конечно, обо всех тех мероприятиях, которые были предприняты для ограничения выброса в атмосферу соединений, опасных для стабильности озоносферы, или парниковых газов, мероприятиях преждевременных и неоправданных, сожалеть не приходится. Но в данном случае важна истина.

Итак, в самой общей форме альтернативная модель рассматривает внешнее квазипериодическое воздействие на климатическую систему как прямую резонансную раскачку на собственных частотах, проявление параметрического резонанса или развитие синхронизованных автоколебаний релаксационного типа (Монин А.С. и соавт., 2005). Обоснование этой схемы стало возможным в последующие годы благодаря замечательным успехам в изучении («чтении») природных архивов. На данный момент динамика палеотемпературы и вариации солнечной активности надежно реконструированы на протяжении тысячелетий. Одно из самых важных открытий состоит в том, что «обычный» режим колебаний солнечной активности с известным периодом 11 лет нередко нарушается. Однако это случается после того, как амплитуда упомянутых 11-летних колебаний, увеличиваясь, достигает некоторого предела. После этого наступает глубокий продолжительный минимум активности, когда солнечные пятна практически исчезают, а едва

заметный 11-летний цикл удлиняется. Эпизоды такого типа образуют на шкале времени «сгущения» (семейства), повторяющиеся примерно каждые тысячу лет. В пределах семейства минимумы отстоят друг от друга приблизительно на 200 лет. Синхронно с этим циклом изменяется палеотемпература, уменьшаясь во время минимума на  $0,3^{\circ}$ - $0,5^{\circ}$ . Раньше был известен только один такой достаточно большой минимум – минимум *Маундера* (1645-1715 г.г.). Понижение глобальной температуры для него удалось в свое время определить на основе оценки индекса магнитной активности для указанного интервала времени и корреляционной связи между температурой и магнитной активностью в 19-м веке (*Cliver E.M. et al.*, 1998). Изменения тропосферной циркуляции при вариациях продолжительности 11-летнего цикла тоже было ранее известно (*Friis-Christiansen E. et al.*, 1995). Но все это не представлялось сначала вполне убедительным, учитывая относительно малую длительность рядов наблюдаемых данных. Теперь известно, что в предшествующее тысячелетие минимумов солнечной активности было не менее пяти (включая относительно кратковременный минимум *Дальтона*, 1795-1823 г.г.). Самый продолжительный минимум пришелся на 15 век ( $1470 \pm 55$  лет, он, видимо, сопровождался и самым значительным глобальным понижением температуры за рассматриваемый период времени). Располагая новыми данными, можно построить и долгосрочный прогноз солнечной активности и температуры. Такой прогноз был сделан с применением специально разработанной технологии специалистами Главной (Пулковской) астрономической обсерватории Российской академии наук *Наговицыным Ю.А.* и *Огурцовым М.Г.* (2003). Он показан на рис. 2.14. Сами авторы называют его прогнозом в «общих чертах».

Как видно, похолодания можно ожидать сразу после максимума 24-го цикла, т.е. около 2012 года. Сам этот максимум должен иметь относительно малую амплитуду (около 60 единиц в числах *Вольфа*, близкая оценка получилась и у некоторых других авторов, впрочем полного единодушия здесь нет. Самое главное, что результат прогноза солнечной активности, представленный на рис. 2.14, в целом совпадает с прогностическими оценками целого ряда других независимых авторов, использовавших в своих вычислениях самые разные подходы. Вне сомнения, замечательная согласованность данных разных авторов заставляет отнести к прогнозу локального температурного минимума с полной серьезностью и для оценки экологических и геополитических последствий предстоящего похолодания необходима реализация специальной исследовательской программы.



**Рис. 2.14.** Грандиозные минимумы и максимумы солнечной активности и глобальной температуры: последнее тысячелетие и прогноз на ближайшие три столетия (*Наговицын Ю.А., Огурцов М.Г.*, 2003, Санкт-Петербург, Россия).

Некоторые узловые вопросы такой программы можно назвать уже сейчас. Например, интересно было бы выяснить, каков будет знак северо-южной асимметрии солнечной активности в предстоящие десятилетия? В минимум *Шперера* было активно преимущественно северное полушарие Солнца, а в Маундеровском минимуме – южное. При уточнении и детализации прогноза очень важно помнить, что внешнее воздействие на тропосферную циркуляцию осуществляется одновременно по двум каналам – через изменения коротковолнового солнечного излучения и через солнечный ветер – магнитосферу. Поэтому необходимо применять одновременно оба известных класса космофизических индексов – числа *Вольфа* и индексы магнитной активности. По мнению большинства авторов предстоящий минимум солнечной активности по своим масштабам будет меньше Маундеровского. Поэтому очень желательно специально проанализировать вариации параметров тропосферной циркуляции в эпоху слабого минимума солнечной активности в начале 19-го века (минимум Дальтона, 1795-1823 г.г.). Нуждается в проверке интересный результат о приуроченности особенно сильных глобальных возмущений климата Эль-Ниньо к эпохам перехода от высокого уровня активности к низкой, при этом отмечено, что Эль-Ниньо в глобальные минимумы солнечной активности случается чаще (*Чистяков В.Ф.*, 1999).

Учитывая выраженную региональную зависимость климатических изменений, важным шагом в дальнейших исследованиях может быть междисциплинарный анализ климатической динамики за время последних больших минимумов солнечной активности 15 -19 в.в. в отдельных географических регионах. Как часто в этих регионах в выделенные эпохи отмечались аномально суровые зимы? Соответствующие сведения имеются в историко-археологических данных и «закодированы» в природных «архивах» – в кольцах деревьев, в илах рек и озер, в карбонатных натеках пещер, в структуре почв и др..

Итак, солнечная активность несомненно влияет на метеорологические процессы. При этом постепенно выявляются весьма сложные пространственно-временные закономерности, в которых еще предстоит разобраться. По многим признакам атмосфера представляет собой сложнейшую многоуровневую колебательную систему. В таких ситуациях внешнее воздействие может реализоваться через какие-либо запускающие механизмы или принудительную синхронизацию. Энергия, которая вносится при этом в систему, может быть совершенно ничтожна.

В современном естествознании известно множество примеров такого рода «сигнального» («информационного») воздействия, в том числе – в биофизике. Вместе с тем, приходится констатировать, что общепринятого механизма, позволяющего истолковать воздействие солнечной активности на тропосферную циркуляцию пока не предложено. Одна из гипотез состоит в том, что земная атмосфера является гигантской «камерой Вильсона». Облакообразование в такой «камере» весьма чувствительно к концентрации ионизированных молекул атмосферных газов, которые образуются в результате проникновения *галактических космических лучей*. Чем выше поток космических лучей, тем большее количество облаков образуется и тем сильнее солнечная радиация отражается обратно в космос, что в свою очередь приводит к уменьшению разогрева атмосферы и поверхности Земли. Интенсивность потока космических лучей, в свою очередь, модулируется солнечным ветром, а он уж напрямую зависит от солнечной активности. Как известно, при снижении солнечной активности интенсивность космических лучей существенно возрастает, а это приводит к сильному повышению облачности. Такая система взаимосвязей может характеризоваться нелинейной чувствительностью, где переходы между состояниями имеют характер катастрофических откликов на внешний медленно изменяющийся сигнал. Данный статистически существенный эффект влияния космических лучей на состояние облачности заставляет отныне учитывать космическое излучение в качестве дополнительного внешнего источника изменчивости климата и вводить этот фактор при моделировании климатических условий прошлого и будущего.

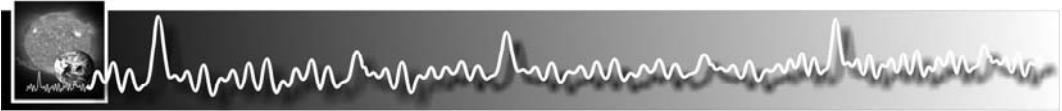
Другая группа из гипотез основывается на том, что на температурное поле атмосферы значительное влияние оказывают некоторые *газы*, постоянно присутствующие на определенных высотах в малой концентрации. Если концентрация этих газов зависит от солнечной активности, то и нарушение установившегося теплового режима атмосферы окажется связанным с соответствующими гелиофизическими индексами. В данном случае некоторые авторы отводят большую роль окислам азота и серы.

Двуокись азота поглощает прямую солнечную радиацию в полосе длин волн 330-355 нм, существенно изменяя тепловой режим на высотах больше 26 км. На этих высотах концентрация молекул зависит от потока ионизирующей радиации, в том числе от солнечных и галактических космических лучей, в свою очередь зависящих от уровня солнечной активности.

Двуокись серы в атмосфере реагирует с кислородом. Результатом этих реакций является образование сернистого ангидрида  $SO_3$ . Накапливающиеся в атмосфере  $SO_2$  и  $SO_3$  в присутствии водяного пара быстро переходят в сернистую и серную кислоты, которые иницируют образование аэрозоля, влияющего на тепловой режим атмосферы.

Определенный вклад в этот тип механизма может вносить озон. Динамика озоносферы изучена в такой мере, что позволяет утверждать присутствие солнечной цикличности для некоторых регионов с полной определенностью. Если применять не очень большое пространственное усреднение, изменение толщины озоносферы в 11-летнем цикле солнечной активности составляет на средних широтах около 3%. Для некоторых озонометрических пунктов эта величина может быть в 2 раза больше, в других – меньше. Региональные вариации толщины озоносферы имеют и прямое экологическое следствие: 11-летний цикл в данном регионе проявляется в интенсивности приземного ультрафиолетового излучения полосы В ( $\lambda = 290-320$  нм) с амплитудой, равной амплитуде изменения толщины озоносферы.

В общем, солнечная активность влияет на погоду–климат одновременно по двум каналам: через изменение коротковолнового излучения (космических лучей, ультрафиолетового, рентгеновского) и через вариации параметров солнечного ветра (скорость, напряженность межпланетного магнитного поля). Это влияние имеет сложный характер. Но если такое влияние реально существует, то эффекты солнечной активности могут наблюдаться и в некоторых биологических процессах: в фенологических наблюдениях (для данного региона – прилет птиц, зацветание деревьев), в урожайности, в толщине колец деревьев. Действительно, эти явления давно известны. В определенных случаях, однако, корреляции биологических показателей с космофизическими индексами обнаруживаются при наблюдениях в условиях лаборатории и фитотрона (особого помещения, где температура, влажность и освещенность стабилизированы). Поэтому солнечно-биосферные связи отнюдь не сводятся к простой зависимости от солнечной активности, погоды и климата.



### Глава 3. СОЛНЕЧНАЯ АКТИВНОСТЬ И БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ – ЧТО ПОКАЗЫВАЮТ НАБЛЮДЕНИЯ

Насколько бы убедительными не представлялись те или иные теоретические соображения, они должны быть тщательно проверены в наблюдениях и экспериментах – притом неоднократно, независимыми исследователями. Таков общепринятый важнейший принцип научного подхода. Если же речь идет о каких-то явлениях, которые не предсказаны, не предусмотрены существующими моделями, их реальное бытие должно быть доказано особенно аккуратно, дотошно и всесторонне. Это именно та ситуация, с которой приходится сталкиваться при изучении солнечно-биосферных связей. Заранее неизвестно, достаточно ли велики экологические изменения в среде обитания, чтобы организмы реагировали на них. Возможно, на такие изменения реагируют определенные организмы, а другие, напротив, к ним нечувствительны. Ощущаются ли в биосфере конкретные проявления солнечной активности – такие как магнитные бури? На эти и многие другие подобные вопросы сейчас получены четкие и ясные ответы.

При изучении возможного влияния солнечной активности на биологические процессы обычно поступают следующим образом. Пусть имеется серия измерений какого-нибудь биологического показателя на определенном интервале времени, например, ежедневные наблюдения на протяжении года. За этот же интервал времени берутся данные гелиогеофизических измерений, и день за днем сопоставляются со значениями биологического показателя. Если, например, выясняется, что используемый биологический индекс изменяется во время магнитной бури, то этот предварительный результат в последующем проверяется для других магнитных бурь. При этом с учетом ошибки измерений данного биологического показателя, обязательно подсчитывается вероятность получить данный результат чисто случайно. Ведь в любой биологической системе все время происходит множество вариаций и важно убедиться, что наблюдаемое изменение носит систематический характер и всегда происходит, когда наступает магнитная буря. Эффект магнитной бури, разумеется, должен превышать совокупную ошибку рассматриваемых биологических (физиологических, биохимических и т. д.) измерений. Только в этом случае можно утверждать, что магнитная буря в самом деле влияет на изучаемый организм, либо конкретный показатель жизнедеятельности.

При сопоставлении биологических и космофизических индексов исследователи обычно применяют различные технические приемы, чтобы представить результат в легко воспринимаемой наглядной форме. В последующем изложении именно такой, легко читаемый итог проделанного анализа и будет фигурировать в различных примерах, технические же детали будут опущены.

Авторы приводимых ниже результатов, как правило, используют жаргонные выражения типа «число пятен влияет на...», биологический показатель «зависит от Ар-индекса». Читатель, конечно, уже знает, что эти слова не следует понимать буквально. Реальной первопричиной, воздействующей на организм, являются не солнечные пятна (числа *Вольфа*) и не геомагнитный Ар-индекс, а экологические факторы, которые контролируются солнечной и геомагнитной активностью.

Поскольку речь идет о достаточно слабых экологических факторах, контролируемых солнечной активностью, естественно, возникает вопрос о том, действительно ли на такие

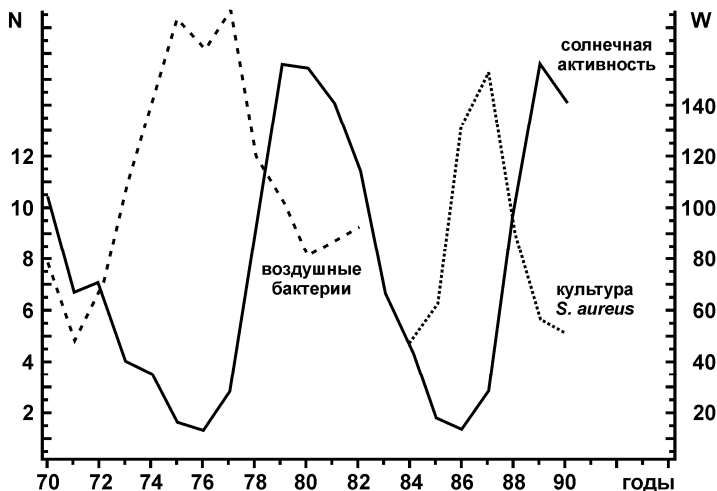
слабые воздействия может реагировать живой организм. Первым, кто систематизировал известные данные и убедительно показал влияние таких экологических факторов, контролируемых солнечной активностью, был *А.Л. Чижевский* (переизданные труды *Чижевского А.Л.*, 1976, 1995, Россия). В то время не было известно, какие именно факторы могут выступать в роли посредников в солнечно-биосферных связях. Поэтому *Чижевский А.Л.* высказал только ряд предположений о возможной физической природе таких факторов. Но в настоящее время биологическая активность слабых воздействий - это надежно установленный факт. В последние годы в научном мире все чаще появляются работы, свидетельствующие о поразительных эффектах воздействия сверхмалых доз физических и химических факторов на протекание процессов в биологических объектах.

На страницах ведущих научных журналов разворачиваются целые дискуссии по этому поводу. Основной парадокс данного явления можно сформулировать следующим образом. Биологическая активность веществ или физических факторов в области обычных концентраций или интенсивностей меняется в полном соответствии с общепринятыми представлениями, т. е. сила биологической реакции изменяется пропорционально с увеличением концентрации вещества или интенсивности действующего физического фактора. Данный принцип реагирования живых систем известен давно и широко используется в биологии для управления функциями биологического объекта и в медицине для терапевтического воздействия. Но при сверхнизких концентрациях ( $10^{-7}$ - $10^{-19}$  моль/литр) и интенсивностях (менее  $10^{-6}$  Вт/см<sup>2</sup>) химических и физических факторов часто наблюдаются отклонения от вышеуказанной закономерности. В определенных участках указанного диапазона могут наблюдаться максимумы биологической активности. Между ними располагаются так называемые «зоны молчания», в которых реакция живых организмов не обнаруживается. Открытие биологической активности сверхмалых доз и теоретические разработки в этом направлении в ближайшем будущем могут привести к более глубокому пониманию механизмов действия и экологической значимости разнообразных химических и физических агентов, в том числе и природных факторов, контролируемых солнечной активностью. Более подробно об этом мы поговорим в последней главе нашей книги.

### 3.1. Мир бактерий и клеток

На рис. 3.1 показаны итоги более чем 20-летних наблюдений итальянского микробиолога *П. Фараоне* (1995, Италия). Этот исследователь ежедневно брал пробы воздуха, в котором всегда присутствует в виде взвеси какое-то количество бактерий. Осажденные из воздуха бактерии помещались на питательную среду и некоторое время проращивались в термостате. В микроскопе было отчетливо видно, как вокруг каждой клетки возникала целая их колония. Некоторые колонии обладали своеобразной особенностью – в них делящиеся клетки образовывали секторы. Процент подобных аномальных колоний (на рисунке отложен по вертикальной оси) в несколько раз возрастал в годы минимума солнечной активности. Однотипные аномалии показывала и культура хорошо изученных бактерий определенного вида, которые размножались в условиях лаборатории. И для этих бактерий число аномальных колоний сильно увеличивалось в годы минимума числа пятен. В качестве индексов жизнедеятельности бактерий можно использовать самые разные показатели – размножение, выживаемость при воздействии какого-нибудь неблагоприятного фактора, продукция определенного соединения и т. д. Разными авторами было обнаружено, что такого рода показатели определенно изменяются не только при вариациях солнечной активности, но и геомагнитной возмущенности. Эти эффекты наблюдались как для одноклеточных, живущих в естественных условиях (например, в почве), так и для условий лаборатории. Некоторые наблюдения над лабораторными бактериальными культурами воистину удивительны. При изучении флуктуаций в скорости размножения кишечной палочки было найдено, что эти бактерии растут по-разному в дни разной полярности межпланетного магнитного поля – когда знак поля отрицательный, они растут хуже (*Ачкасова Ю. Н. и соавт.*, 1978). У светящихся бактерий интенсивность свечения (биолюминесценция) возрастает во время магнитных бурь (*Бержанская Л. Ю. и соавт.*, 1995). Накопленные данные наводят на мысль, что при изменениях солнечной (геомагнитной) активности могут изменяться, среди прочих, и болезнетворные свойства бактерий. И тогда наступление инфекционных заболеваний у растений, животных и человека также будут приурочено к определенным интервалам времени, связанным с циклами солнечной активности (см. ниже, раздел 3.8).





**Рис. 3.1.** Количество колоний бактерий разных видов с аномалией роста (штрих-линия, левая шкала) и числа Вольфа (сплошная линия, правая шкала) (Итальянский микробиолог Фараоне П., 1995, Италия).

Если эффекты солнечной активности заметны в показателях жизнедеятельности бактерий, то естественно думать, что аномальные эффекты должны обнаруживаться также на различных клеточных популяциях, выращиваемых в искусственных условиях вне организма. Это предположение оправдывается в полной мере. Ниже приведены два ярких примера.

Новосибирские медики *В. П. Казначеев* и *Л. П. Михайлова* (1985) длительное время изучали воздействие клеток друг на друга через их сверхслабое свечение. Для этого две тождественные клеточные культуры в некоторый момент времени помещали в одинаковые колбы с плоским дном. В одной из колб клетки перед герметизацией сосудов подвергаются определенному дозированному повреждающему воздействию. После этого колбы приводятся в соприкосновение днами так, что между культурами имеет место только оптический контакт. Все другие пути взаимодействия между ними исключаются условиями опыта.

После экспозиции (в термостате, в темноте) оказывается, что поврежденная ткань «передала» эффект повреждения здоровой ткани. Опыты проводились систематически по неизменной методике в течение нескольких лет. Они не всегда воспроизводятся – нередко повреждение не «передается».

Сопоставление с космофизическими индексами показало, что опыты, как правило, удаются, если начало эксперимента приходится на дни смены полярности межпланетного магнитного поля типа «плюс переходит в минус». Получается, что в дни с отрицательной полярностью межпланетного магнитного поля здоровая ткань более уязвима для повреждающего оптического влияния. Для клеток разных тканей эффект оказался однотипным.

Другой пример не связан с таким сложным экспериментом, но производит не менее сильное впечатление. На протяжении некоторого времени проводились систематические (несколько раз в сутки), наблюдения над клетками трех различных видов клеточных культур. Среди прочего, подсчитывался процент клеток со многими ядрами («индекс многоядерности»). В середине интервала наблюдений произошла сильная магнитная буря. Одновременно упомянутый индекс во всех культурах возрос на несколько раз. Исследователи (*Белишева Н. К. и соавт.*, 1995) отметили синхронные изменения целого ряда других морфологических и функциональных признаков клеток, которые также регистрировались в этих наблюдениях.

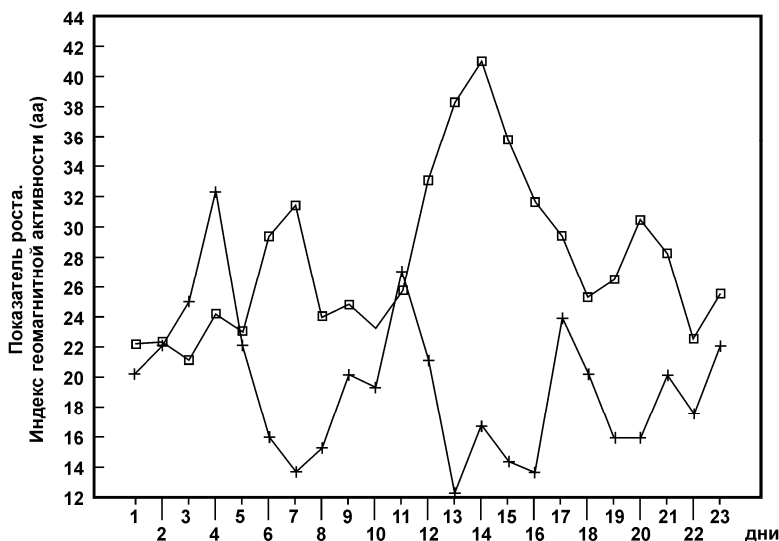
### 3.2. Растения

Что касается растений, то процессы их жизнедеятельности (в естественных условиях) определяются прежде всего погодно-климатическими факторами. Поэтому связь с числом солнечных пятен времени зацветания вишни или толщины годового кольца дерева зависит от географической области, и, вероятно, связана с влиянием солнечной активности на

тропосферную циркуляцию. Указанная корреляция была хорошо известна в начале 20-го столетия и об этом писал *А.Л. Чижевский*.

Влияние других физических факторов (если оно реально существует) надо попытаться выделить на фоне этих больших вариаций метеорологического происхождения. Легче всего это сделать, если проводить наблюдения в условиях фитотрона – особого помещения, где температура, влажность и освещенность стабилизированы. В этом случае зависимость функционального состояния растения от космофизических индексов обнаруживается без труда.

На рис. 3.2 показан один из примеров: прирост одного из видов растительных клеток заметно подавляется, когда геомагнитный *aa*-индекс (аналог *Ap*-индекса) возрастает. Такого же типа связь найдена в условиях фитотрона для корневых выделений. Вариации интенсивности корневых выделений протекают в этом случае синхронно независимо от видовой принадлежности организмов (изучались ячмень, табак, овес и кукуруза).



**Рис. 3.2.** Показатель роста растительных клеток в стабильных условиях (□); индекс геомагнитной активности *aa* (+) (*Tomassen G.J.*, 1992, Нидерланды).

### 3.3. Насекомые

Поведение насекомых так сильно зависит от температуры, влажности и ветра, что, казалось бы, выделить на фоне больших вариаций этих факторов еще и космофизическую составляющую – дело совсем безнадежное. Тем не менее, это оказалось возможным благодаря замечательному открытию, сделанному проф. МГУ *В. Б. Чернышевым* (1989). Этот исследователь обнаружил, что лёт насекомых на свет кварцевой лампы драматически усиливается во время магнитных бурь. Полагают, что насекомые летят на свет главным образом потому, что инстинктивно отождествляют освещенный объем с открытым пространством. Применение в данном случае именно кварцевой лампы связано с чувствительностью глаз насекомых к ультрафиолетовому излучению (обычная лампа накаливания этого излучения не дает). Описанный результат следует понимать в том смысле, что магнитные бури стимулируют подвижность насекомых. Дальнейшие исследования показали, что этот показатель возрастает с увеличением геомагнитной активности, прежде всего у некоторых видов жуков. Определенные виды бабочек, напротив, летят к световой ловушке во время магнитных бурь слабее, чем в обычные дни (при прочих равных условиях). Описанный результат был далее проверен в условиях лаборатории. В течение длительного времени регистрировалась двигательная активность одного из видов жуков. Оказалось, что их подвижность заметно возрастала в дни с повышенными значениями *Kp*-индекса. В количественных наблюдениях других энтомологов было найдено, что в такие дни термиты, содержащиеся в отдельных, изолированных друг от друга садках в условиях лаборатории,

потребляли меньше пищи. Пищевое потребление в связи с изменениями уровня геомагнитной активности изменялось у разных групп этих насекомых синхронно! В описанных исследованиях было сделано и еще одно наблюдение, важное для идентификации непосредственно действующего физического агента. Оказалось, что если садки с термитами поместить в экранированный объем, куда не проникает электромагнитное поле очень низких частот, связь пищевого потребления с индексами магнитной активности исчезает.

Известно, что пчёлы (*Apis mellifera*) точно указывают своим собратьям местонахождение источника нектара с помощью «пчелиного танца», который содержит информацию о направлении на цветы. На данный момент убедительно доказано, что пчелы способны ориентироваться по солнцу, дополнительно используя различные предметы в качестве ориентиров. Помимо всего прочего оказалось, что пчелы для навигации также используют геомагнитное поле. А во время геомагнитных возмущений пчелы хуже ориентируются, в результате чего время полета от места сбора нектара до улья возрастает (*Lindauer et al*, 1968, *Martin*, 1997). Видимо, такие нарушения в навигации у пчел во время геомагнитных возмущений являются одной из причин снижения медоносности пчелиных семей, обнаруженной в исследованиях Э. Бабаева (*Babaev E.S. et al.*, 2006). Данные, полученные этим исследователем, свидетельствуют о наличии 11-12 летнего цикла в мировом производстве меда, максимумы которого, как правило, приходятся на периоды с пониженной солнечной активностью, определяемой по числам *Вольфа*. В данном случае важно отметить отсутствие выраженной корреляционной связи динамики производства меда с геомагнитным Ар-индексом. Это, вероятнее всего, указывает на связь рассматриваемого показателя не с абсолютными значениями геомагнитного Ар-индекса, а с частотой следования геомагнитных бурь с внезапным началом, хорошо коррелирующей с числами *Вольфа* (рис. 4.1). Однако нельзя исключить, что причины выявленной зависимости имеют более сложную природу и реализуются на биоценотическом уровне. В таком случае причиной изменений производства меда может быть влияние гелиофизических факторов на численность пчелиных сообществ, на заболеваемость пчелиных семей, а также на численность и медоносность растений.

Все, кто интересовался жизнью насекомых, слышали о том, что вспышки массового размножения этих организмов повторяются через каждые 11-12 лет (или с периодами, кратным этой величине). Еще в 19 в. было подмечено, что указанный период совпадает с самым известным циклом солнечной активности. В настоящее время мало кто сомневается, что это явление представляет собой автоколебания, аналогичные популяционным осцилляциям млекопитающих, синхронизованное космической ритмикой. Этот вопрос рассматривается в разделе о биологических ритмах.

### 3.4. Обитатели морских и пресноводных бассейнов

Вопрос о чувствительности обитателей водной среды к перепадам солнечной активности представляет особый интерес. С одной стороны, эта среда характеризуется своим набором важных экологических параметров. С другой стороны, некоторые рыбы обладают электрорецепторами такой высокой чувствительности, что, вероятно, должны ощущать естественные электромагнитные возмущения, обусловленные солнечной активностью.

К настоящему времени восприятие некоторыми рыбами электрических токов, индуцируемых геомагнитными возмущениями, строго доказано специальными экспериментами. С повышением магнитной активности эти наведенные токи (их называют теллурическими) существенно возрастают близ береговой зоны. Полагают, что многим рыбам «неприятно» в такое время находится на мелководье, и рыбные стаи отходят в открытое море. Такие миграции должны отражаться на статистике промысловой добычи. Действительно, для годовых уловов сельди в Норвежском море связь с магнитной активностью (индекс *Kp*) хорошо заметна (рис. 3.3). Статистика промысловой добычи отражает, разумеется, влияние и некоторых других причин, в том числе и изменение численности популяции добываемых видов. Вероятно, именно с этой причиной связаны изменения годовых уловов краба на западном побережье США, показанных на рис. 3.4. Как видно, уловы регулярно возрастают в эпохи максимумов чисел *Вольфа*.

Однотипные закономерности известны и для пресноводных бассейнов. Уловы горбуши на Амуре также возрастают в годы максимума солнечной активности.

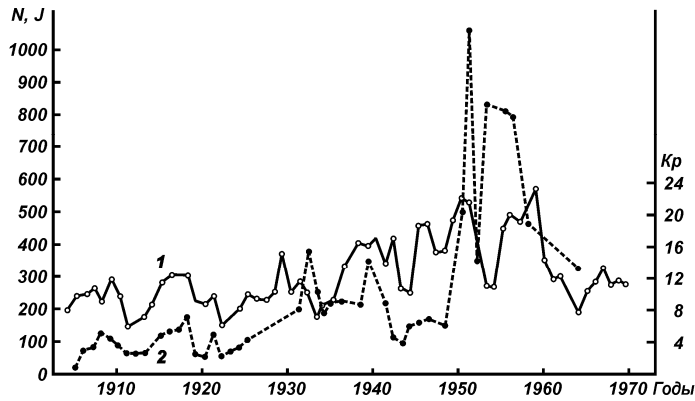


Рис. 3.3. Ежегодные уловы сельди в Норвежском море (2, N) и индексы магнитной активности Kp (1) (Протасов В. Р. И соавт., 1982, Россия).

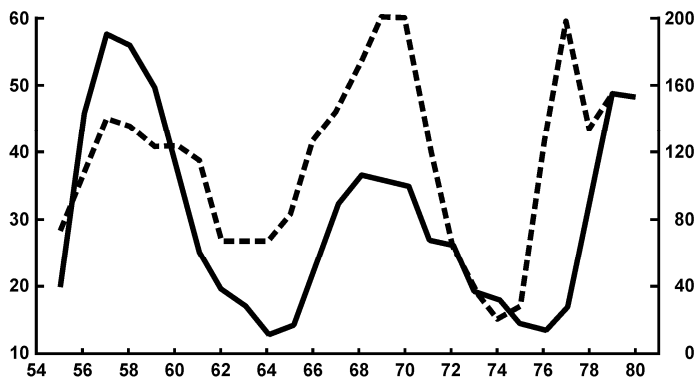


Рис. 3.4. Годовые уловы краба на западном побережье США (1) и вариации чисел Вольфа W (2) (Cumming D.G., 1990, США).

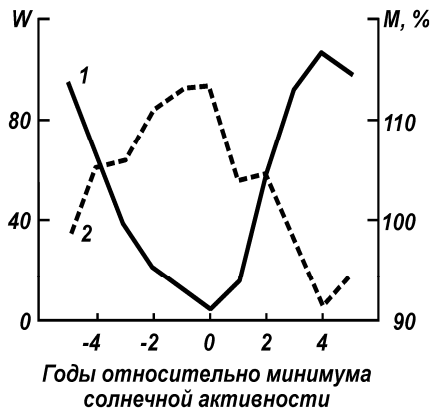


Рис. 3.5. Рост мидий Граяна в Японском море (2, M, %) и кривая чисел Вольфа (1, W). Данные совмещены по эпохам минимума солнечной активности (совпадают с положением нуля); по горизонтальной оси – годы до минимумов (минус), годы после минимума (плюс) (Золотарев В. И., 1974, Россия).

Раковины моллюсков являются прекрасными регистрирующими структурами, подобными кольцам деревьев. Ритмика солнечной активности отражается в их приросте вполне определенно. Это хорошо видно на изменениях прироста раковин мидий Граяна, обитающих в Японском море. Вариации в темпах роста моллюсков происходят синхронно в разных районах.

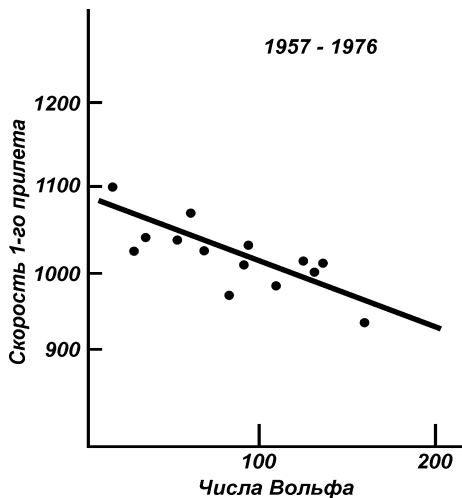
Суммарный график, иллюстрирующий эту закономерность (рис. 3.5), получен следующим образом: взяты все значения прироста, приходящиеся на годы минимума солнечной активности; то же сделано для всех лет, отстоящих от минимума на 1 год, на 2 года и т.д.; годы до минимума имеют знак минус, после минимума – плюс. Как видно, самый большой прирост фиксируется именно в минимум активности (кривая 1 показывает средние значения чисел Вольфа для каждого годового интервала).

Единственным физическим агентом, который в состоянии оказать влияние на моллюски и другие гидробионты через толщу морской воды,

являются уже много раз упоминавшиеся здесь радиоволны очень большой длины (электромагнитные колебания в диапазоне крайне низких частот). Специально проведенные экспериментальные исследования в Российском государственном гидрометеорологическом университете в Санкт-Петербурге под руководством *И.А. Степанюка* (2002) убедительно доказывают справедливость данного предположения. При этом показано, что гидробионты демонстрируют крайне высокую чувствительность к изменениям электромагнитного фона в диапазоне крайне низких частот и используют их в качестве внешнего сигнала об изменении метеорологической ситуации. Одновременно с этим, реакция гидробионтов на изменение геомагнитной обстановки является неизбежным следствием высокой электромагнитной чувствительности морских обитателей. Вероятно, читателю также интересно будет знать, что канал радиосвязи с подводными лодками в погруженном состоянии, также использует частоты в несколько десятков герц.

### 3.5. Птицы

Исторически сложилось так, что влияние солнечной активности на поведение птиц было впервые обнаружено в орнитологии еще в самом начале 20-го века. Общеизвестно, что навигационный аппарат у некоторых видов птиц являет нам пример удивительного функционального совершенства: голуби способны возвращаться на родную голубятню за сотни километров из незнакомой местности даже ненастной ночью. Эта их способность (хоминг – «чувство дома») является предметом исследований в течение длительного времени. В процессе этой работы и было установлено, что навигационный аппарат птиц при гелиогеофизических возмущениях нормально действовать не может. Теперь это установлено с полной определенностью несколькими независимыми авторами для нескольких видов (помимо голубей, еще птенцы чайки и ночные мигранты, принадлежащие к воробьиным). Было установлено, что ошибки в прокладывании курса при миграциях появляются уже при умеренной геомагнитной возмущенности и оказываются самыми большими при сильных магнитных бурях. Зависимость эта получена отдельно для дневного и ночного времени.



**Рис. 3.6.** Корреляция между уровнем солнечной активности (числа *Вольфа*) и показателями работы навигационной системы у голубей (скорость прилета км/мин) (*Schreiber B., Rossi O., 1979, Италия*).

На рис. 3.6 показан один из примеров, относящийся к классической схеме: птицы возвращаются на родную голубятню из некоторого пункта, куда были доставлены в клетках. Показателем правильности ориентации является средняя скорость, с которой преодолевается расстояние «пункт выпуска – голубятня». На рис. 3.6 эта скорость отложена по вертикальной оси и относится к самой первой птице данной группы, с которой экспериментировали в данный день. Уровень солнечной активности в этот день (неизвестный в свое время экспериментаторам) отложен по горизонтальной оси. Как видно, по мере увеличения чисел *Вольфа* навигационный аппарат работает все хуже. Интересно, что аналогичный эффект наблюдается и у некоторых насекомых. Медоносные пчелы улетают на фуражировки на расстояния до 5 км от улья. Во время геомагнитных возмущений среднее время полета по этой трассе заметно возрастает. В такие дни, как читатель увидит дальше, плохо работает «чувство меридиана» у человека, люди чаще оказываются, вовлечены в городские транспортные происшествия.

Если гелиогеофизические возмущения мешают нормальной навигации птиц, то резонно ожидать, что в это же время могли бы изменяться и другие показатели функционирования их нервной системы. Такие ожидания оправдываются: в длительной серии опытов, проведенных в свое время в Таврическом национальном университете (*В. Г. Сидякин и др., 1995*), было

обнаружено, что при возрастании уровня геомагнитной активности параметры выработанного у голубей условного рефлекса действительно ухудшаются.

В орнитологических экспериментах к настоящему времени накоплены данные, указывающие, что непосредственно действующим физическим фактором, дезорганизирующим работу навигационной системы, являются те же электромагнитные сверхнизкочастотные поля. Было замечено, например, что птицы сразу же теряют ориентацию, если они оказываются неподалеку от работающей антенны упомянутой системы связи с погруженными атомными подводными лодками.

Для птиц известны и другие солнечно-биосферные эффекты, уже рассматривавшиеся для других организмов. Например, резкие изменения численности – как у рыб и насекомых – у них также часто происходят в годы переломов на кривой чисел *Вольфа*.

### 3.6. Млекопитающие

Поскольку млекопитающие, как и другие организмы, постоянно реагируют на изменения погоды, особенно ценными являются наблюдения над ними в контролируемых условиях. Именно в таких ситуациях, как и с растениями в фитотроне, легче всего обнаружить космофизические эффекты и разобраться в природе непосредственно действующего экологического фактора. Во всех приводимых ниже примерах эффекты солнечной активности были обнаружены в опытах, которые преследовали какие-то иные специальные цели:

– выяснено, что прирост обычных лабораторных животных – мышей, которые не только содержались в контролируемых условиях, но и получали стандартную диету, возрастает с увеличением геомагнитной активности.

– ответная реакция нервных клеток головного мозга кошек на стандартизованное раздражение периферических нервов существенно зависит от индексов магнитной активности в день проведения эксперимента.

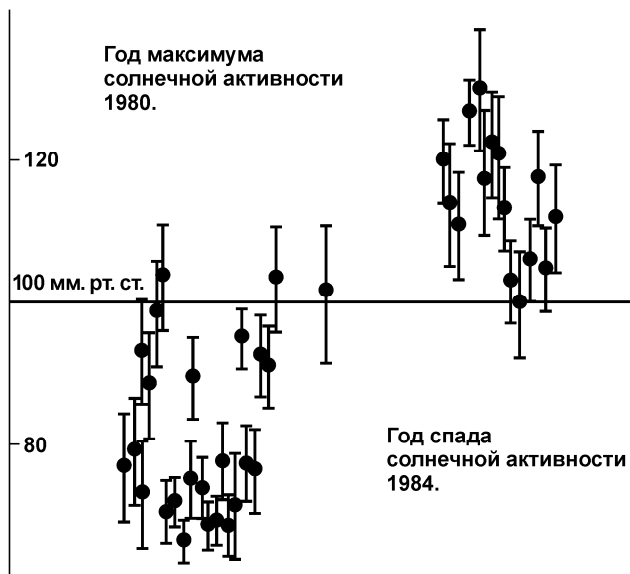
– давно показано, что степень сопротивляемости организма воздействию радиоактивного облучения день ото дня меняется и отчасти эта изменчивость обусловлена вариациями магнитной активности. Специальные исследования, проведенные в Таврическом национальном университете (*Копылов А. Н. и соавт.*, 1982), в частности, показали, что если магнитная буря предшествовала сеансу облучения мышей на 4-5 суток, их выживаемость возрастала (этот эффект, между прочим, удалось воспроизвести, если магнитную бурю «заменить» искусственным 3-х часовым воздействием переменным магнитным полем на частоте 8 Гц).

Но возможно ли обнаружить влияние вариаций солнечной активности на организм млекопитающих, если проводить измерения какого-нибудь показателя жизнедеятельности в условиях, близких к естественным? Оказывается можно, если проводить измерения достаточно продолжительное время и выбрать значимый показатель. Так у группы собак, содержащихся вне помещения, ежедневно измеряли иммунные показатели, отражающие общую сопротивляемость организма к неблагоприятным воздействиям. Параллельно регистрировались 19 метеорологических параметров и 3 космофизических индекса. Метод обработки данных, собираемых на протяжении трех лет, позволял ответить на интересный и важный вопрос: от какого параметра неспецифический иммунитет зависит сильнее всего? Оказалось, что на первое место надо поставить числа *Вольфа*: с их возрастанием активность отдельных иммунных процессов снижается.

Следующий пример является случаем замечательного «везения». В физиологической лаборатории Университета Дружбы Народов (*Чибисов С. М. и соавт.*, 1995) проводилась долговременная исследовательская программа по изучению сезонных изменений в сердечно-сосудистой системе кроликов. Опыты проводились по заранее намеченному расписанию. Каждый эксперимент проводился непрерывно трое суток. Каждые три часа измерялось большое число показателей, клетки ткани сердечной мышцы исследовались под электронным микроскопом. Во время очередного опыта произошли одна за другой сильные магнитные бури (сентябрь, 1984 г.). У всех подопытных животных одновременно (синхронно) наступили глубокие функциональные изменения. После подробного анализа всего массива собранных данных авторы сделали два основных заключения: 1) магнитная буря имела своим следствием серьезное нарушение всей временной организации работы сердца

(десинхронизация, см. раздел, посвященный биологической ритмике); 2) на клеточном уровне воздействие магнитной бури привело к частичному выходу из строя энергообразующих органелл клетки – митохондрий. Еще одним итогом этой работы было получение зависимости показателей работы сердца от общего уровня солнечной активности (рис. 3.7).

Если следовать уже известному читателю предположению о том, что описанные здесь изменения обусловлены электромагнитным возмущением, сопутствующим буре, то естественно возникает вопрос: что будет, если на сердечно-сосудистую систему животных подействовать соответствующим искусственным сигналом? Конечно, воспроизвести в лаборатории магнитную бурю в виде ее точной копии технически сложно. Но допустимо использовать и самую примитивную имитацию – колебания магнитного или электрического поля на какой-нибудь одной частоте с экспозицией порядка продолжительности активной фазы бури. Амплитуда колебаний должна быть малой, но значительно больше, чем в естественных возмущенных условиях.



**Рис. 3.7.** Вариации величины давления в полости левого желудочка сердца кролика в различные фазы 11-летнего цикла солнечной активности. Каждая точка – среднее по группе 5-20 животных; ошибки – среднеквадратичные отклонения (Чибисов С. М. и соавт., 1995, Россия).

Примерно так рассуждали исследователи, приступившие в конце 60-х гг. к подобным экспериментам под руководством А. М. Волынского (1982). Рабочей частотой была выбрана частота 8 Гц (это, напомним, основная резонансная частота ионосферного волновода – полости между ионосферой и поверхностью Земли). Стандартная экспозиция составляла три часа. Амплитуда колебаний для электрического поля составляла около 1 В/м, магнитного – около 10 нанотесла. Подопытными объектами были собаки, кролики, лягушки. Выяснилось, что сердечно-сосудистая система животных определенно реагирует на такое воздействие – это можно было заметить по электрокардиограмме. В последующем было найдено, что эта грубая имитация магнитной бури влияет и на систему крови животных, и на их нервную систему. Был поставлен и более сложный эксперимент (Аритщенко В. А. и др., 1975). У морских свинок экспериментально был вызван инфаркт миокарда – повреждение сердечной мышцы, обусловленное недостатком кровоснабжения. Далее, такие животные подвергались воздействию подобным электромагнитным воздействием в течение нескольких сеансов. Специальное их исследование показало, что искусственный инфаркт миокарда в этом случае протекает более тяжело, с осложнениями – по сравнению с контрольными животными, у которых была сделана подобная же операция, но которые не «облучались».

Аналогичные опыты были поставлены и другими исследовательскими группами. В общем, были получены подобные выводы – организм животных весьма чувствителен к слабым электромагнитным полям очень низких частот. Только ли организм животных? Может быть, самое неожиданное открытие было сделано в Томском государственном

университете (Опалинская А.М., Агулова Л.П., 1984). Было обнаружено, что слабые переменные магнитные и электрические поля сверхнизкочастотного диапазона влияют на коллоидные растворы и на другие лабораторные физико-химические системы. Здесь возможен и принципиально иной тип эксперимента. От любого возмущения (кроме гравитационного) можно защититься. Физическая природа действующего фактора определяет материал, из которого должна быть изготовлена экранирующая камера. Для защиты от ионизирующей радиации лучше всего подходят материалы с большим атомным весом (свинец). От электрического поля защищает заземленная сетка из любого проводящего материала. Для защиты от инфразвука нужен подземный бункер.

Опыты с экранированием (они проводились еще А. Л. Чижевским) очень трудны: ведь из экранированного объема должен быть изъят исследуемый фактор, а все остальные (именно – все!) следует оставить без изменений. Но если изготовлена камера для экранирования электромагнитных полей очень низких частот, в ней обязательно будет ниже фон ионизирующей радиации, величина постоянных электрического и магнитного полей, установится свое отличное от нормального, соотношение между отрицательными и положительными ионами и т. д.

С точки зрения концепции микродоз изменение фактора даже малой интенсивности может сказаться на процессах жизнедеятельности. Если в камере изменяются (чуть-чуть!) сразу несколько влияющих факторов, можем ли мы относить наблюдаемые изменения организма исключительно к действию агента, от которого мы стремились защититься? Рассмотренное методическое затруднение пока преодолеть не удается, как не удается пока «сделать» в лаборатории «настоящую» магнитную бурю. Но все же из опытов по электромагнитному экранированию, проводившихся в разное время разными авторами с бактериями, клеточными культурами, мышами и кроликами, следует, что длительная изоляция от внешних электромагнитных полей, в общем, неблагоприятно сказывается на организмах. Эти экспериментальные исследования косвенно подтверждают гипотезу о том, что эффекты солнечной активности появляются в биосфере в соответствии со схемой: *процессы на Солнце → возмущения электромагнитных полей в среде обитания → реакция организмов на электромагнитные поля, отличающиеся от привычных, «нормальных».*

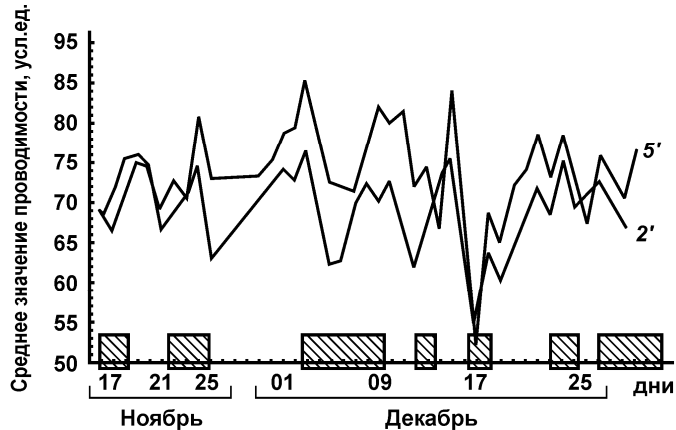
### 3.7. Здоровый человек и солнечная активность

Информация о связи с солнечной активностью (геомагнитной возмущенностью) физиологических, биохимических и прочих показателей организма человека черпается из анализа различных обследований, проводимых с той или иной конкретной целью. Они ясно демонстрируют, что на изменения «космической погоды» реагируют все подсистемы организма, одновременно обычно фиксируется реакция и на изменения «обычной» погоды. Вот несколько характерных примеров.

Существуют методы, позволяющие измерять активность биологических катализаторов – ферментов в белых кровяных клетках (лейкоцитах) крови, взятой на медицинский лабораторный анализ. Результаты таких измерений позволили заключить, что активность ферментов у детей определено зависит как от индексов солнечной активности, так и от индексов магнитной активности. Знак эффекта магнитной бури для активности данного фермента (повышение или понижение) зависит от возраста обследованного ребенка (граничный возраст – 5 лет). Изменения активности фермента при изменении Ар-индекса хорошо заметно при пониженном атмосферном давлении: повышение давления отчасти «снимает» эффект магнитной бури (Нарциссов и соавт., 1992). Замечательным примером влияния вариаций магнитной активности на сердечно-сосудистую систему организма человека являются данные, касающиеся космонавтов. Это, конечно, «абсолютно здоровые» люди. Но выполнение ими своих профессиональных обязанностей связано с непрерывным стрессом – эта работа сложна и опасна. Анализировали архивные данные телеметрических медицинских измерений на 32-м витке транспортного корабля «Союз» во время спокойных и возмущенных условий (Ар-индекс, экспедиции 1986-1995 гг., всего 49 человек). Этот виток, последний перед стыковкой транспортного корабля со станцией «Мир», был выбран потому, что в это время происходит относительная нормализация функций организма после перегрузок предыдущего этапа полета. Оказалось, что у космонавтов, совершавших полет в дни геомагнитных возмущений, наблюдается повышенная активность регуляторных систем с нарушением баланса управления. Частота сердечных сокращений снижалась на 30%. Если посадка на



Землю совершалась в дни магнитных бурь, адаптация к земным условиям была более длительной, по сравнению с ситуацией для геомагнитноспокойных дней (Н. К. Бреус, Р. М. Баевский, 1998). Из всего списка возможных экологических параметров, предположительно влияющих на организм во время магнитных бурь, в условиях орбитального полета за пределами ионосферы остается только один – очень низкочастотные электромагнитные колебания, проникающие внутрь кабины корабля «Союз» без существенного поглощения. Интенсивность этих полей за пределами ионосферы вообще выше и сильно возрастает с увеличением уровня магнитной активности.



**Рис. 3.8.** Динамика средней проводимости биологически активных точек двух ежедневно обследованных субъектов, один из которых находился под Санкт-Петербургом, другой – в Подмосковье. Ноябрь-декабрь 1999 г. Заштрихованные интервалы на горизонтальной оси соответствуют геомагнитным возмущениям. (Дмитриева И. В. и соавт., 1999, Россия).

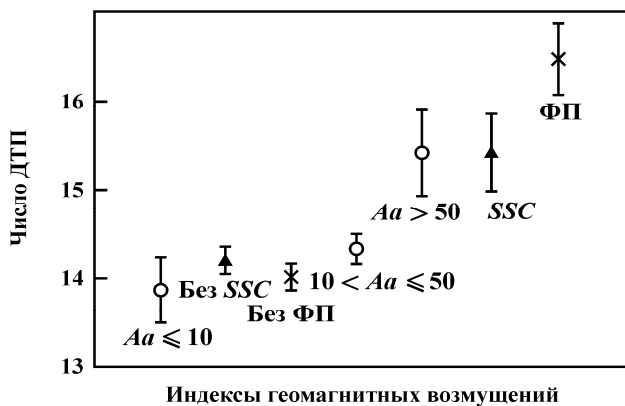
Замечательная возможность оперативно следить за состоянием какого-либо органа или подсистемы организма появилась у исследователей с развитием технологии измерений электропроводности в биологически активных точках (точках акупунктуры). Созданы специальные устройства, позволяющие быстро отыскать такую точку – участок на коже с характерным размером 3 мм – и произвести измерения, не вмешиваясь в работу организма. В Институте земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн Российской Академии Наук (Дмитриева И. В. и соавт., 1999) была организована служба ежедневного обследования 22 точек рук у группы в 30 человек. Сопоставление накопленных данных с геомагнитными индексами А показало, что электрическая проводимость с наступлением магнитной бури возрастает во всех точках у 80% испытуемых. Спустя несколько часов измеряемая величина уменьшается, причем характер этой депрессии позволяет выявить различные типы реагирования на магнитную бурю. На рис. 3.8 показаны изменения проводимости в среднем всех обследованных точек у двух испытуемых одного типа, наблюдавшихся синхронно – один в Подмосковье, другой – в окрестностях Санкт-Петербурга.

Как оказалось, связь электрических характеристик кожи человека с изменениями геомагнитной обстановки сильно зависит от индивидуально-типологических характеристик организма. Эмоционально неустойчивые люди, характеризующиеся более высоким уровнем нейротизма, чаще и сильнее реагировали на изменения космической погоды (Мартынюк В.С., 2005). Более детальные исследования, проведенные авторами в Таврическом национальном университете, показали, что электрическая проводимость биологически активных точек обнаруживает связь не только с магнитной активностью, но и с индексами солнечной активности. Анализ ритмической организации параметров биологически активных точек позволил обнаружить целый комплекс гелиобиологических явлений в электромагнитной системе организма человека:

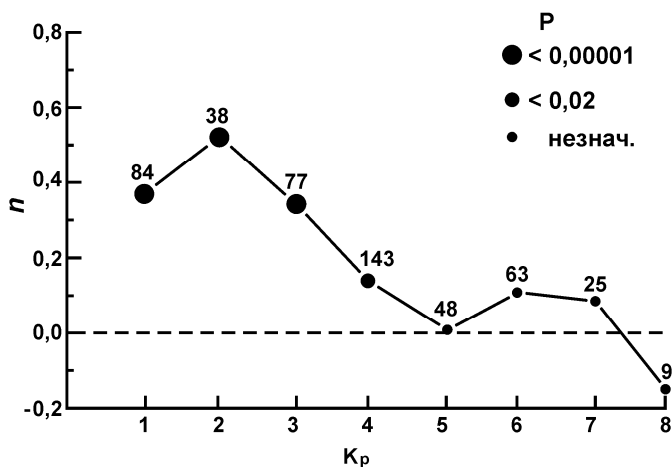
- корреляция биологических параметров с гео-гелиофизическими индексами;
- 3-5 суточное запаздывание биологических реакций относительно гелиофизических событий;
- наличие единого набора периодов для био- и гео-гелиофизических процессов;
- индивидуальная реактивность и стратегия согласования биоритмов организма с периодическими факторами гео-гелиофизической природы.

Это означает, что воздействие на организм возмущений электромагнитных полей контролируется и через солнечный ветер – магнитосферу и через коротковолновое солнечное излучение – ионосферу – т. е. через оба основных канала передачи солнечных воздействий к Земле (см. главу 2).

Чувствительность нервной системы к гелиогеофизическим воздействиям известна давно. Более полувека назад было найдено, что от геомагнитной активности зависит время реакции человека на внезапное изменение ситуации. Неосведомленным скептикам этот эффект казался в свое время совершенно неправдоподобным. Недавнее исследование статистики транспортных происшествий в Санкт-Петербурге, проведенное международной и междисциплинарной бригадой (Н. Г. Птицина и соавт., 1998) показало зависимость риска таких происшествий с увеличением мощности бури (рис. 3.9).



**Рис. 3.9.** Среднее число дорожно-транспортных происшествий на улицах Санкт-Петербурга (1987-89 г.г.) в зависимости от уровня геомагнитной возмущенности,  $Aa < 10$  соответствует спокойным условиям; самые сильные бури обозначены ФП (Птицина Н.Г. и др., 1998, Россия).

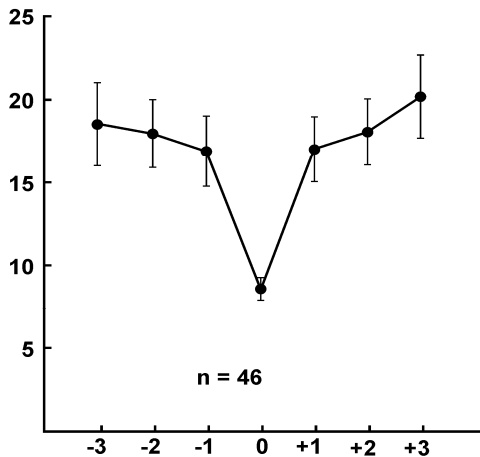


**Рис. 3.10.** Нарушение «чувства меридиана» у человека с возрастанием Кр-индекса; цифры около точек – число испытуемых (Бэкер Р.Р., 1989, США). Пояснения в тексте.

В среднем, в возмущенные дни по сравнению со спокойными число аварий в городе возрастает на  $17,4 \pm 3,1\%$  ( $P = 10^{-7}$ ). Неверно трактовать этот эффект как простое увеличение времени двигательной реакции. С изменением уровня возмущенности в нервной системе происходят весьма многообразные изменения, о которых можно отчасти судить по картинам электроэнцефалограмм в спокойные и возмущенные дни. Еще одним указанием на сложность соответствующих реакций могут служить результаты так называемых «автобусных опытов». В них испытуемые (обычно – студенты) привозятся на автобусах в незнакомую местность. Каждого из них по очереди помещают с завязанными глазами во

вращающееся кресло. После нескольких обращений кресла испытуемый должен указать на правление на север исходя из «ощущения» меридиана. У некоторых такое «компасное чувство» определенно «срабатывает» – они называют правильное направление значительно чаще, чем это могло бы происходить число случайно. Но, как видно из рис. 3.10 «компасное чувство» имеет место только тогда, когда магнитная активность очень низкая ( $K_p < 4$ ; размеры кружков на графике показывают статистическую надежность определения положения меридиана: при  $K_p = 1,2$  вероятность получить этот эффект случайно составляет одну сотысячную; во время бурь, напротив, она делается близкой к единице).

Существуют данные, свидетельствующие о вмешательстве космофизических вариаций в самые сложные и интимные нейропсихологические процессы. Все, вероятно, слышали о странных и труднообъяснимых случаях так называемой «спонтанной телепатии». Эти события производят, как правило, очень сильное личное впечатление, субъективно



**Рис. 3.11.** Субъективные ощущения какого-то происшествия, случившегося в данный день с близким человеком («спонтанная телепатия»), возникают, как правило, в дни очень низкой магнитной активности. По вертикальной оси – средние значения  $aa$ -индекса (ошибки – среднеквадратичные отклонения). Данные совмещены по датам зафиксированных случаев появления указанных событий (день «ноль»); по горизонтальной оси – дни до события (-3, -2, -1) и дни после события (+1, +2, +3 ...) (*Persinger M.A.*, 1987., Канада).

воспринимаются как появление уверенного ощущения, что с близким человеком, находящимся на некотором расстоянии, случилось что-то очень важное, иногда трагическое. Общеизвестен сон *М. В. Ломоносова*, в котором он образно переживал опасное происшествие, случившееся с его отцом – помором. Более или менее документированные описания подобных переживаний (галлюцинаций?) уже более столетия являются предметом изучения психологами и психиатрами. До сей поры, они представляются загадочными и непонятными. Известны каталоги таких событий, где приведены соответствующие даты. Было выяснено, что случаи «спонтанной телепатии» фиксируются обычно в день очень низкой магнитной активности. Однотипный вывод получается для всех известных каталогов. Типичный результат показан на рис. 3.11. Здесь для всех случаев данной выборки индекса магнитной активности  $aa$  брался для дня данного события («нулевой день»), а также для трех дней до него и трех дней после него. Затем индексы для соответствующих дней – 3, – 2 (до нуля), и +1, +2 ... (после) усреднялись. По вертикальной оси усредненного графика рис. 3.11 отложено среднее значение индекса, оно минимально

для дня, когда был зафиксирован случай галлюцинации и не может быть объяснено случайным совпадением. Результат одинаков для мужчин и для женщин, для 19 и 20 веков, для разных географических областей. Ничего подобного не получается для так называемых «вещих» снов (когда субъекту кажется, что он «чувствует» будущее) и случаев «явления» умерших (*Persinger M.A.*, 1987).

Еще один замечательный пример такого рода – явление так называемого «полтергейста» (нем. – «шумный дух»; в отечественной литературе – «барабашка»). В семье (квартире, доме) внезапно начинают происходить странные, всех будоражащие вещи: перемещаются сами по себе неодушевленные предметы, начинают качаться люстры. Все обстоит так, словно в этом месте поселяется невидимое существо – иногда добродушное, иногда – пакостное. Расследование таких происшествий неизменно обнаруживает одно: в данной семье (квартире, группе людей) имеется человек, психика которого, вроде бы, вполне нормальна, но он проявляет особую заинтересованность при рассказе о тех или иных загадочных эпизодах. Создается впечатление, что такие мелкие происшествия, как загадочные перемещения или падения предметов, волнуют его чрезвычайно. Нередко выясняется, что

о некоторых странных мелких происшествиях этот человек проявляет удивительную осведомленность, такую, что возникает подозрение о его причастности к этим самым происшествиям. В некоторых случаях расследование делает такое подозрение обоснованным. Оказывается, у некоторых людей существуют такие особенности психики, что они получают ни с чем несравнимое наслаждение от устройства подобных игр.

Упомянутый выше *М. Персинджер* установил, что «полтергейсты» начинаются чаще всего во время магнитных бурь. Получается, что у определенных личностей пограничное психическое состояние переходит в аномальное поведение под влиянием электромагнитных возмущений? Такое, казалось бы, совсем смелое предположение находит, однако, подтверждение при рассмотрении статистики психических заболеваний (см. ниже).

Существует, наконец, весьма незначительное количество наблюдений связи вариаций солнечной активности и определенных особенностей эмбрионального развития. Если внутриутробное развитие ребенка пришлось на годы активного Солнца, то предполагается, что в таком случае можно ожидать его более раннего развития. Такие данные будут рассмотрены дальше, в заключительной части книги.

### 3.7. Солнечная активность и болезни

Если солнечная активность влияет на здоровый организм, разумно предположить, что на организм, пораженный какой-либо болезнью, такое влияние еще более серьезно. Для того чтобы подтвердить (или опровергнуть) эту гипотезу, нет иного источника информации, нежели медицинская статистика.

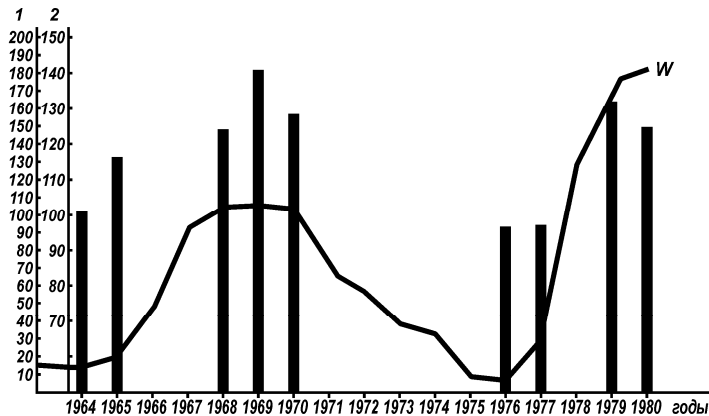
Множество авторов пытались выяснить, содержит ли эта статистика доказательства космобиологических связей. Долгое время в этой области исследований велись острые дискуссии. Но теперь можно подвести некоторые итоги этой работы. Целесообразно сначала коснуться неинфекционных заболеваний. *А.Л. Чижевский* был первым, кто провел системный анализ связи инфекционных заболеваний с солнечной активностью еще в начале прошлого столетия (*Чижевский А.Л.*, 1995). Он убедительно показал, что вспышки холеры, возвратного тифа, дифтерии и других инфекционных заболеваний в высокой степени коррелируют с солнечной активностью (см. главу 4). При этом *А.Л. Чижевский* подчеркивал, что любое развитие эпидемий обусловлено сложным взаимодействием факторов космофизической, биологической и социальной природы, которые одновременно действуют на человеческую популяцию в конкретном регионе планеты. Этим можно объяснить тот факт, что в настоящее время в условиях высоко развитой социальной инфраструктуры не всегда четко проявляются такие корреляционные связи.

В последующих исследованиях воздействие гелиогеофизических возмущений было обнаружено для пациентов с одной из наиболее распространенных и опасных форм сердечно-сосудистой патологии – инфарктом миокарда. Это внезапно возникающее и надежно диагностируемое заболевание легче сопоставлять с различными космофизическими индексами. Первые такие сопоставления, сделанные в начале 60-гг. прошлого века известными тогда российскими медиками *К. Ф. Новиковой*, *Б. А. Рывкиным* и др. (1968), показали, что заболеваемость, осложнения и смертность возрастают в магнитовозмущенные дни по сравнению с магнитоспокойными в 1,5-2 раза. В последующие годы такие сопоставления были сделаны для многих городов бывшего СССР и зарубежными исследователями. В некоторых случаях (например, для крупных городов США) эффект не был обнаружен. Это породило долгую дискуссию. Только сравнительно недавно стали понятны причины противоречивости многих результатов. Оказалось, что для уверенного выяснения искомых гелиогеофизических эффектов важно учитывать наличие в медицинской статистике вариаций, обусловленных социальными причинами и биологической мезоритмикой. Важно применять оптимальные для поставленной задачи математические приемы обработки исходного материала. Необходимо учитывать масштабы возмущений – слабые магнитные бури дают, как правило, малые возрастания заболеваемости–смертности.

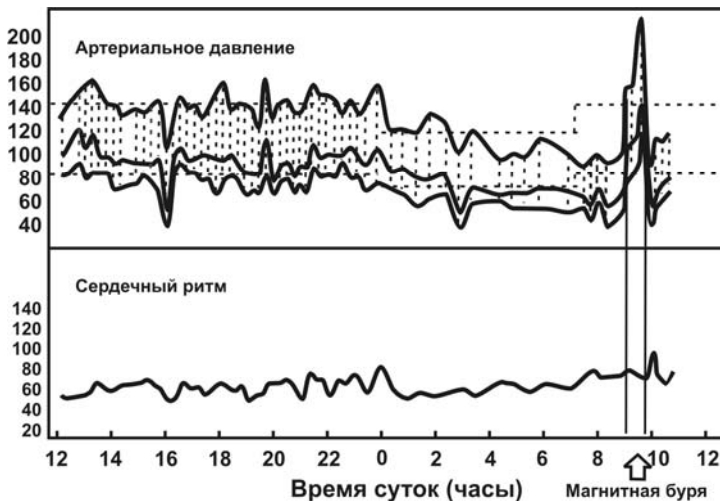
В исследованиях, проведенных в наши дни с учетом всех необходимых поправок, ранние результаты сопоставлений получили полное подтверждение. Так, для большого массива данных Службы скорой помощи Москвы (1979-1981) наступление сильной магнитной бури сопровождается всплеском в частоте следования инфарктов. Найдено также, что такие всплески происходят синхронно в далеко отстоящих друг от друга городах (их амплитуда по разным причинам может заметно различаться). Возрастания заболеваемости–смертности

обнаруживают связь также и с изменениями чисел *Вольфа*, так что в этих показателях прослеживается и 11-летний цикл активности (рис. 3.12).

У больных ишемической болезнью сердца надежно зарегистрировано повышение артериального давления в момент развития магнитной бури. Один из примеров такой реакции больного организма на геомагнитное возмущение показан на рис. 3.13) (*Атьков О.Ю. и соавт., 2005*).



**Рис. 3.12.** Средняя частота следования инфаркта миокарда (2) в 11-летнем цикле солнечной активности (1, W) (*Никберг И. И., 1977, Украина*).



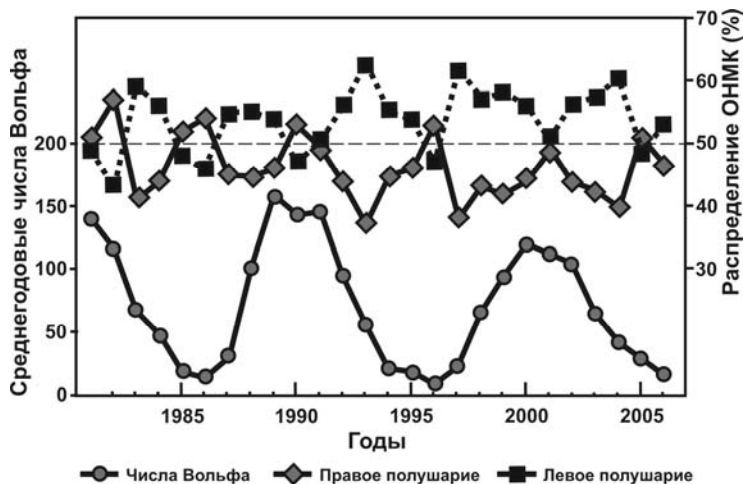
**Рис. 3.13.** Динамика артериального давления у пациента, страдающего ишемической болезнью сердца. Отчетливо виден подъем артериального давления после начала магнитной бури (*Атьков О.Ю. и соавт., 2005*).

Независимое подтверждение эти данные находят в клинических наблюдениях, где возможны систематические измерения. Например, в одной из больниц Москвы у пациентов, страдающих ишемической болезнью сердца, помимо измерения стандартных показателей – частота сердечных сокращений, артериальное давление и т. п. – фиксировалось еще эмоциональное и интеллектуальное состояние и изучался с помощью специальной технологии кровотоков через мелкие кровеносные сосуды – капилляры. После сопоставления с индексами магнитной активности выяснилось, что после возрастания возмущенности состояние пациентов, как правило, ухудшалось по всем показателям, а капиллярный кровоток существенно уменьшался. Такое нарушение кровообращения в капиллярах, между прочим, исследователи предвидели, т. к. было известно, что во время магнитных бурь имеет место

тенденция к повышению слипания красных телец (эритроцитов) в группы – агрегаты, а прохождение через микрососуды таких объединений затруднено.

В этой же больнице врачи впервые в мире реализовали идею А. Л. Чижевского о защите пациентов от повреждающего воздействия магнитной бури (Гурфинкель Ю. И. и соавт., 1998). Как только поступал сигнал о начале бури, некоторые из пациентов, чье состояние внушало определенные опасения, помещались в специальную экранированную палату. Эта палата представляла собой комнату 2,9 x 2,5 x 2,7 м с небольшим подсобным помещением, внешне ничем не отличающихся от других палат отделения реанимации этой клиники. Однако, стены, пол и потолок этой комнаты были покрыты двухслойным железным экраном, надлежащим образом были устроены двери, работала специальная система кондиционирования, были оборудованы специальными вводами входившие в палату кабели и провода. Геомагнитное поле в этой палате было уменьшено по сравнению с «обычной» палатой в 5 раз (во столько же раз оказались меньше и микропульсации геомагнитного поля). Внутри палаты существенно уменьшились также низкочастотные излучения магнитосферного происхождения. Поскольку, как читатель помнит, длительная изоляция от невозмущенного электромагнитного поля может оказать неблагоприятное влияние на организм, пациенты находились в палате не более 2-3 суток – пока не заканчивалась магнитная буря.

Опыт эксплуатации экранированной палаты показал, что спустя несколько часов пребывания в ней, состояние пациентов достоверно улучшалось. В частности, заметно, улучшались параметры микроциркуляции. Исследователи характеризовали капиллярный кровоток особым индексом. Его величина во время бури для пациентов, находящихся в «обычной» палате, составляла в среднем 6,3 ед. К исходу первых суток пребывания в экранированной палате индекс приближался к нормальному (3,5 ед.). Эффективность палаты испытана пока на нескольких десятках пациентов. Нет сомнений, что в недалеком будущем подобные и более совершенные палаты появятся и в других клиниках.



**Рис. 3.14.** Динамика солнечной активности и распределения острых мозговых нарушений кровообращения по полушариям головного мозга (Цыганков К.В. и соавт., 2007)

Интересные данные были получены в исследованиях распределения острых нарушений мозгового кровообращения (ОНМК) в полушариях головного мозга человека (Цыганков К.В. и соавт., 2007). Предположив, что мозговой инсульт развивается в функционально напряжённых участках мозга, исследователи выдвинули гипотезу, согласно которой судить о функциональном состоянии головного мозга можно путём оценки распределения случаев острых нарушений мозгового кровообращения по полушариям. В результате теоретических исследований и подсчета распределения аутопсийно подтверждённых случаев инсультов по полушариям головного мозга за длительный промежуток времени, охватывающий более двух 11-летних солнечных циклов (26 лет, всего 3221 случай) было установлено, что количество инсультов в левом полушарии достигает наибольших значений в 1 - 2-й год

подъёма и на 3 - 4-й год спада солнечной активности (СА), а в правом полушарии – в годы минимума СА и на 1 - 2-й год спада (рис. 3.14). Исследователи считают, что периодичность и динамика распределения инсультов обусловлена воздействием объективно существующих в природе сверхнизкочастотных электромагнитных сигналов, модулирующих функциональную активность полушарий головного мозга на всех уровнях биологической организации человека. Правоту этих предположений подтверждают результаты независимых экспериментальных исследований, проведенных на животных (*Мартынюк В.С. и соавт.*, 2001) (см. главу 7).

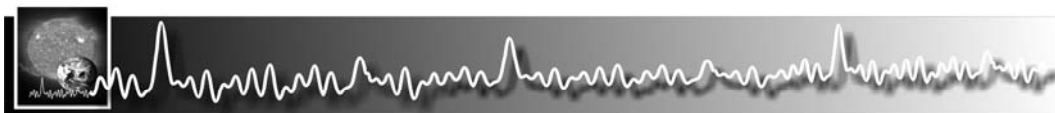
В предыдущем разделе рассказывалось об удивительных космофизических эффектах в нейропсихических функциях. Если они и в самом деле свидетельствуют о реальных процессах, с непреложной необходимостью подобные эффекты должны существовать в наблюдениях психиатров. В соответствующей литературе такие эффекты, действительно, описаны. Сообщалось, например, что пациенты, страдающие маниакально депрессивным психозом, в годы с высокой уровнем геомагнитной активности (общая продолжительность магнитных бурь в году более 2000 часов) находились в маниакальной фазе. В относительно спокойные годы преобладали депрессивные фазы. Врачи отмечали, что переходы от депрессии к маниакальной стадии часто начинались в дни сильной магнитной бури. Уже давно было замечено возрастание числа поступлений в психиатрические клиники с увеличением гелиогеофизической возмущенности. Эти наблюдения подтверждены новейшими данными. Выяснилось, что в этой психиатрической статистике присутствует сильная биоритмическая составляющая, поэтому такие сведения уместно рассмотреть в разделе о биоритмах.

В специальной медицинской литературе имеется много сообщений о связи с солнечной активностью различных заболеваний. Здесь нет возможности рассматривать эти сведения подробно. Но можно представить список заболеваний, для которых такая связь надежно установлена: геморрагический диатез (болезнь Верльгофа); пневмонии, хронические бронхиты; бронхиальная астма; болезни органов зрения – глаукома, гнойный кератит; кожные болезни – дерматозы (экземы, нейродермиты); различные виды акушерской патологии, включая поздние токсикозы беременности; болезнь Бехтерева; некоторые осложнения после хирургических операций. Этот список (только неинфекционных болезней!) конечно, не является исчерпывающим – по поводу статистики для ряда заболеваний требуется дополнительные исследования.

### 3.8. Общий взгляд

Если подытожить все, рассказанное в этой главе, то получается впечатляющая картина: космическое воздействие обнаруживается на всех уровнях биологической организации – от простейшей клетки до нейрофизиологических процессов человеческого мозга. В свое время *А. Л. Чижевский* пришел к идее о наличии солнечно-биосферных связей как общебиологической закономерности, располагая куда более скромными данными и определил их термином «гелиобиология». Применение этого термина к биологическим процессам и в наши дни вполне оправдано, он нередко применяется как название всего рассматриваемого здесь направления научных исследований.

Все же использование слова «гелиобиология» встречается сейчас все реже. Причина тому – самая серьезная. Дело в том, что сейчас надежно установлено: космофизические эффекты имеют место также в лабораторных физико-химических системах, не имеющих отношения к биологическим процессам. Первые убедительные данные в этой новой области исследований – за пределами гелиобиологии – были получены итальянским физико-химиком проф. *Дж. Пиккарди* (1985-1972). Он обнаружил влияние солнечной активности на водные растворы. В последующие годы центр этих исследований переместился в Россию. Сейчас эту работу возглавляет проф. *С. Э. Шноль* (1977). Постепенно выясняется, что солнечная активность – геомагнитная возмущенность влияют на химические реакции «в пробирке», на физические процессы во многих конденсированных телах, даже на некоторые точные физические измерения. Здесь обнаружено много загадочного, непонятного. Похоже, что гелиобиология – некоторый частный случай, простое следствие более общих фундаментальных закономерностей, в которых еще предстоит разобраться. Обсуждению этих проблем посвящена одна из следующих глав этой книги (см. главу 6).



## Глава 4. БИОЛОГИЧЕСКИЕ РИТМЫ – КОСМИЧЕСКИЕ РИТМЫ

До сих пор рассматривались наблюдения, обосновывающие следующую простую схему: на Солнце, в активной области происходит некоторое быстрое изменение; сигнал от этого события в виде возмущения в солнечном ветре или возрастания коротковолнового излучения приходит к Земле; как следствие, в магнитосфере и (или) в ионосфере имеет место геофизическое возмущение – развиваются, соответственно магнитная буря, внезапное ионосферное возмущение геофизических полей в среде обитания – резко усиливаются интенсивности электромагнитных волн и акустических колебаний (сверхдлинных радиоволн, инфразвука); организмы реагируют на эти экологические изменения. Реагируют все виды организмов, от одноклеточных до человека; когда приспособительные механизмы организма действуют нормально – фиксируются те или иные изменения физиологических (биохимических и т. д.) показателей, спустя какое-то время они возвращаются к норме; если упомянутые приспособительные механизмы работают плохо (у организма, подверженного какому-нибудь заболеванию) – возникает (усиливается) болезненное состояние. Оказывается, если сигнал солнечного происхождения имеет выраженную периодичность, возникает особый тип солнечно-биосферных связей: появляется сопряженность между биологическими колебаниями, всегда существующими в организмах и их сообществах, и периодическими изменениями экологических переменных.

В таком случае доказательством солнечно-биосферных связей служат уже не изменения самих показателей жизнедеятельности, а близость, либо совпадения между периодами, найденными в солнечных наблюдениях и периодами биоритмов. Действительность всегда сложнее любых моделей. Поэтому оба указанные механизмы иногда перекрываются или действуют совместно. Солнечные вспышки в шкале месяцев располагаются во времени беспорядочно, соответственно без выраженного периода следуют магнитные бури с внезапным началом. Но активные области на Солнце (в них и происходят хромосферные вспышки!) присутствуют только в эпохи максимумов солнечной активности. Поэтому в частоте следования вспышек с внезапным началом (и связанных с ними магнитных бурь) имеется 11-летний цикл (рис. 4.1). Когда вспышки случаются часто, в вероятности их появления, как уже говорилось, иногда хорошо заметен 155-суточный период.



**Рис. 4.1.** Динамика следования бурь с внезапным началом (SSC) в 11-летнем цикле солнечной активности (W).



#### 4.1. Краткий путеводитель по биоритмологии

В настоящее время установлено, что необходимым условием существования любого организма (или их сообществ) является согласованность во времени деятельности всех их органов. Биологические ритмы – это фундаментальное свойство живых организмов, которое обеспечивает способность к адаптации к циклически меняющимся условиям внешней среды. В биоритмологическом аспекте нормальное состояние организма представляет собой оптимальное соотношение взаимосвязанных ритмов физиологических и метаболических функций организма и их соответствие закономерным колебаниям условий среды обитания. Анализ изменений этих ритмов и их согласования или рассогласования помогает глубже понять механизмы адаптационных реакций и их нарушения, которые приводят к развитию патологических процессов. Организацию физиологических (биохимических и т. д.) процессов во времени у человека, животных и растений изучает особая дисциплина – биоритмология.

Биологические ритмы рассматривают как периодические изменения функциональной активности различных органов и подсистем организма. Впервые такое явление в европейской науке было описано французским астрономом *Де Мераном* (1722). Он наблюдал у растений, содержащихся в темноте и при постоянной температуре, суточную периодичность движения листьев. Эта периодичность оказалась тождественной с движением листьев растений, находившихся в условиях обычного чередования светлого и темного периодов суток. Долгое время именно такая – околосуточная (еще одно название – циркадианная) ритмика жизнедеятельности различных организмов и была предметом исследований. Изменение околосуточной ритмики позволило установить все важнейшие закономерности, которыми оперирует современная биоритмология.

Таблица 4.1.

Классификация биологических ритмов

Класс	Диапазон периодов	Примеры биологических ритмов	Примечания
Высокочастотные микроритмы	Доли секунд – десятки минут	Периодические изменения биопотенциалов мозга, сердца и др.	Как правило, эндогенные ритмы, мало синхронизированные с изменениями внешней среды
Низкочастотные микроритмы	От 30 минут до 28 часов	Внутрисуточные, суточные и околосуточные периоды цикла «сон-бодрствование», синтез белка, размеров клеток и др.	Почти во всех случаях эндогенные ритмы, синхронизованные с периодическими изменениями внешней среды
Мезоритмы	Более суток – несколько месяцев	Вариации физиологических функций организма, динамики популяций и др.	В большинстве случаев биоритмы, синхронизованные с периодическими изменениями внешней среды
Макроритмы	Пол года – десятки лет	Творческая активность человека, периоды протекания эпидемий, «популяционные волны», цикл прироста деревьев и др.	Экзогенные ритмы, в большинстве случаев природа ритмичности не изучена

В настоящее время твердо установлено, что временную организацию всех биологических систем следует характеризовать не только суточным периодом, но целым набором различных периодов с продолжительностью от минут до многих лет. Такой упорядоченный набор периодов называют обычно, как уже говорилось, спектром. В таблице 4.1 представлена одна из классификаций биоритмов по продолжительности соответствующих периодов. В таблице в последней колонке отмечено происхождение ритмов. Они делятся на эндогенные («эндо» – внутренний) и экзогенные («экзо» – внешний). Эндогенные ритмы представляют собой самовозбуждающиеся автоколебания, о которых уже шла речь выше (глава 2). Существуют и другие классификации. Например, биоритмы с периодами меньше суток с длительностью от десятка минут до 16-18 часов называют внутрисуточными (ультрадианными) ритмами, периоды близкие к суткам, т.е. 18-28 часов – околосуточные (циркадианные), а биоритмы от полутора дней и выше – многосуточные (инфраничные) ритмы. В биоритмологии также известны сезонные, окологодные и многолетние ритмы.

В биологических системах эти колебания контролируются специальными структурами. Важнейшим элементом в них является «водитель ритма» (пейсмекер) – «задающий генератор», своими ритмическими сигналами упорядочивающий осцилляции данной подсистемы или органа. Для суточной ритмики организма человека роль пейсмекера выполняет особый элемент центральной нервной системы мозга – супрахиазматические ядра, находящиеся в промежуточном мозге. Поскольку в организме ритмов много – много независимых пейсмекеров, необходима еще особая система для согласования (координации) их работы. В деятельности этой управляющей системы более высокого ранга важнейшая роль принадлежит так называемой шишковидной железе – эпифизу, которая также является структурой промежуточного мозга. Все биологические осцилляторы («биологические часы») устроены так, что их частота (период), амплитуда и фаза не остаются строго постоянными – они все время чуть-чуть «блуждают». Такая особенность устройства биологических часов облегчает их согласование с ритмикой внешней среды. В процессе такого сравнения (напоминающем проверку обычных часов сигналами точного времени) важную роль выполняют уже упомянутые структуры мозга.

Автоколебания возникают при определенных условиях и на уровне систем организмов. В самых общих чертах механизм возбуждения таких колебаний был выяснен при анализе обратных связей систем «хищник – жертва» и «паразит – хозяин».

Внешним проявлением их являются биологические ритмы на «надорганизменном» уровне: периодические изменения численности популяций, эпидемии – эпизоотии, охватывающие обширные территории. Ритмика, обусловленная автоколебаниями на уровне систем организмов, занимает обычно диапазон макроритмов.

Не во всех случаях биоритмы являются автоколебаниями. В некоторых ситуациях организм или биоценоз изменяют свои показатели просто в ответ на изменения определенных параметров внешней среды. При подобном «пассивном» следовании биологических показателей за изменениями внешней среды биоритмы возникают, если в самом влияющем факторе имеется выраженный период. Так, в береговой зоне периоды приливов и отливов определяют весь уклад жизни многих организмов. Такие экзогенные ритмы встречаются чаще в диапазоне макроритмов. Для того чтобы определить относится тот или иной биоритм к классу эндогенных или экзогенных колебаний, необходимо провести экспериментальные наблюдения того же типа, что делал *Де-Меран*: поместить организм в условия полной стабильности всех факторов внешней среды и посмотреть, сохраняется ли данный биологический ритм. У человека, например, суточная периодичность всех показателей жизнедеятельности сохраняется даже в условиях длительного пребывания в условиях пещер. Следовательно, это – автоколебания. Однако в условиях такой глубокой изоляции от привычной внешней среды мозг не располагает необходимой информацией о временных поправках. Поэтому через определенное время период колебаний начинает возрастать, и наступает расхождение между физиологическими показателями организма и чередованиями дня и ночи.

Установление соответствия между биологическими автоколебаниями и периодикой экологических факторов внешней среды происходит путем синхронизации – об этом широко распространенном процессе уже рассказывалось (см. главу 2).

Ритмика внешней среды является для биологических осцилляций вынуждающей силой. Здесь сохраняют свое значение все те универсальные закономерности, о которых уже шла

речь, в том числе – возможность синхронизации сигналом с чрезвычайно малой амплитудой. Современная биоритмология оперирует еще одним важным понятием, без которого невозможно рассмотрение солнечно-биосферных связей. Это особое функциональное расстройство организма – десинхроноз. Между различными биологическими осцилляциями в организме существуют определенные соответствия. Оказалось, что нарушение временного согласования между разными подсистемами организма ведет к развитию заболевания. И наоборот – развитие болезни, как правило, сопровождается десинхронозом. Нарушение временной упорядоченности в организме может быть вызвано иногда, казалось бы, пустяком: приемом какого-нибудь сильного лекарства «не вовремя». Нарушение в режиме работы внешнего синхронизатора биологической ритмики, конечно, также приводит к десинхронозу. Именно таково происхождение профессионального заболевания пилотов авиалайнеров, все время пересекающих часовые пояса: для их суточной ритмики «датчик времени» – смена темноты и освещения – работает «беспорядочно». Считается, что любое достаточно резкое изменение ритмики внешней среды обязательно должно сопровождаться десинхронозом.

Мир биологических ритмов необычайно обилен и разнообразен. Примеры, представленные в 3-й колонке таблицы 4.1, выбраны так, чтобы в какой-то степени проиллюстрировать неисчерпаемое богатство этих явлений. На записях биоэлектрических потенциалов коры головного мозга человека (электро-энцефалограмма, ЭЭГ) микроритмы с периодами около 10 минут, а также 22 минуты и 45 минут обычно непосредственно не видны (обнаруживаются специальным анализом). Они, однако, интересны тем, что могут наблюдаться в психофизиологических показателях. У нас все время происходят переходы «осознаваемое» – «неосознаваемое»: при слушании текста человек незаметно для себя отвлекается, затем, спохватившись, продолжает слушать. Близкая ритмика есть и в показателях сна. Так, циклы сна, называемого парадоксальным (в это время происходит быстрые движения глаз), имеют длительность около 120 минут. Продолжительность цикла сильно варьирует у разных людей. Подобные же ритмы есть у многих позвоночных. Они, конечно же, являются эндогенными и никак, похоже, не «привязаны» к ритмике внешней среды. Разнообразные колебания микроритмов обнаружены при наблюдениях над клетками. Это периодические вариации в скорости синтеза белка, циклы изменения размеров клеток и их органелл. Здесь преобладают периоды около часа, но встречаются еще периоды около 20 минут, около 150 минут. Полагают, что все такие осцилляции являются автоколебаниями. Они не вполне устойчивы (период может скачкообразно изменяться), нет, как будто, признаков связи подобных колебаний с изменениями внешней среды. Еще один интересный пример микроритмики относится к медицине. Оказывается, для данной географической области первые клинические признаки многих заболеваний приходятся на вполне определенные часы местного времени: если отсчитывать от полуночи, то (часы) 2,5; 9,5; 14,5; 18,5; 22,5. Эти пять максимумов повышенной вероятности начала патологических процессов соответствуют периоду около 288 минут (Глыбин Л. Я., 1987).

Один из самых важных мезоритмов – период около недели – был открыт еще в начале 20-го в. замечательным российским врачом *Н. Я. Пэрна*. На это открытие не обращали внимания еще целых полвека, пока из анализа ежедневных измерений обычных физиологических показателей у большой группы людей не было обнаружено сразу целое семейство многодневных ритмов, где были представлены половина недели, собственно неделя и ее удвоенные и утроенные аналоги. Одно время казалось, что неделя не может рассматриваться как «настоящий» ритм: ведь во многих видах данных этот цикл мог бы появиться как следствие неоднородности измерений в пределах календарной недели. Однако позже было надежно установлено, что околонедельная ритмика есть у организмов, жизнь которых никак не связана с человеческим календарем. Период  $7,0 \pm 0,5$  суток был выделен в вариациях скорости роста водорослей и моллюсков, в частоте кладки яиц насекомых, помещенных в стабильные условия, в изменчивости иммунитета мышей, в колебаниях активности шишковидной железы (эпифиза) крыс. Установлено также, что указанный период в некоторые эпохи заметно отличается от недели и что существует еще ритм продолжительностью около 9 суток. Выяснилось также, что параметры околонедельных ритмов – точное значение периода, амплитуда, фаза для данного показателя (температура тела, например) изменяется от одного человека к другому. Самый известный биологический ритм диапазона мезоритмов – околосесячный. Выяснено, что на самом деле близ этого периода располагается целое семейство ритмов. В статистических исследованиях,

проведенных в США, обнаружен, например, период около 35 суток: в частоте телефонных обращений за психиатрической помощью, в частоте следования попыток самоубийств. Но ритм поступления больных в крупнейшую в Крыму психиатрическую клинику очень близок именно к календарному месяцу: средняя величина периода за 30 лет наблюдений составляет  $28,3 \pm 0,3$  суток (Самохвалов В. П., 1989, Украина). Более длительные ритмы рассматриваемого диапазона изучены мало. Все, конечно, слышали о существовании регулярных изменений биомедицинских показателей с периодом в полгода (около 180 суток). В вариациях концентрации гемоглобина в крови здоровых людей есть периоды около 155 суток и 235 суток (Чиркова Э. Н., 1992).

Наконец, диапазон макроритмов. По очевидным причинам они изучены совсем мало. Даже для обстоятельно изученных годовых (сезонных) ритмов имеются вопросы без ответа. Чаще всего годовая ритмика рассматривается как типично экзогенная («неавтоколебательная»). Но какой физической агент вызывает сезонные изменения в показателях клеточной культуры тканей, находящейся в полной темноте в шкафу термостата? Для макроритмов целесообразно рассматривать отдельно случаи периодических изменений каких-нибудь показателей для индивидуальных организмов и для их совокупностей, составляющих единую систему, биоценоз. В первом случае ситуация такая же, как для ритмов мезодиапазона: для выявления устойчивого ритма необходимо рассматривать ряд измерений какого-нибудь показателя данного организма. Так был найден околodвухлетний цикл в высших спортивных достижениях выдающихся спортсменов. Было обнаружено, что рецидивы туберкулеза, характер диагностической реакции на это заболевание (реакция Пирке) имеют цикл около 3 лет. Заболеваемость и обострения течения шизофрении показывают тенденцию к повторению через каждые 5 лет и 10-11 лет.

Продуктивность в различных видах творческой активности (ученые, инженеры, поэты, музыканты, художники) также имеет ясно выраженную периодичность. Чаще всего встречаются ритмы 2,0-2,5 года, около 7 лет, около 10-12 лет. Не следует удивляться использованию социально-культурологических показателей для выявления биологических колебаний. Удачное решение творческой задачи существенным образом зависит от психофизиологических показателей организма: как и в спорте, высшее достижение требует предельного напряжения всех духовных и физических сил. Понятно, что эти ритмы могут быть как эндогенными, так и экзогенными.

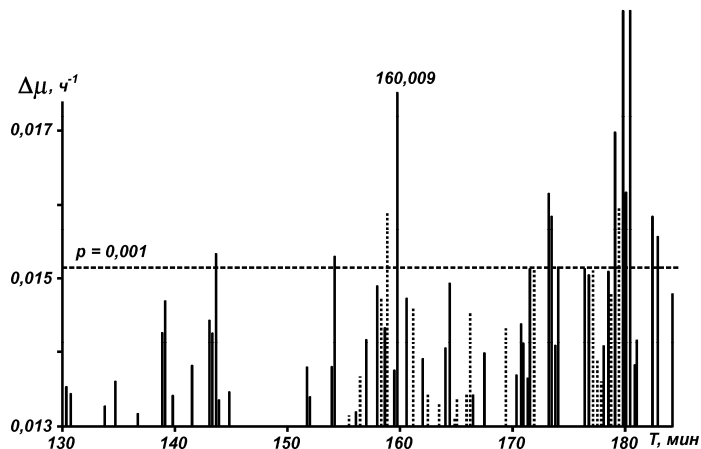
Совсем по-другому обстоит дело, если рассматриваются изменения показателей экосистемы – биоценоза, когда популяции организмов разных видов объединены в единую систему. Примером здесь могут быть инфекционные заболевания человека. Вероятность заболевания в данном случае зависит не только от состояния организма человека (степени благополучия его иммунной системы). Она зависит также от выживаемости и болезнетворных свойств микробов-возбудителей. Одновременно упомянутая вероятность зависит еще от эффективности переноса возбудителя, а это могут быть, скажем, мелкие грызуны. В системе «иммунитет человека – распространенность и болезнетворность бактерий – численность популяции переносчика» вполне возможно самопроизвольное возбуждение колебаний. Ведь для каждого члена этой триады в отдельности обязательно имеют место ритмические изменения многих их свойств. Все сказанное относится и к эпидемическим заболеваниям животных и растений. В общем, биологические ритмы – автоколебания на уровне популяций – явление распространенное и заурядное. Только в некоторых простых случаях удается разобраться в механизмах возбуждения колебаний (уже упоминавшиеся системы «хищник – жертва», «паразит – хозяин»). Во многих случаях общепринятых моделей колебаний не создано. В данном случае это не очень важно. Главное – уяснить, что мы имеем дело именно с колебаниями, такими как «волны жизни»: численность популяции данного вида все время осциллирует относительно некоторого устойчивого среднего. Поэтому число заготавливаемых шкурок промысловых животных обязательно испытывает колебания (рысь на территории Канады – на протяжении столетий, период 9,6 года). Автоколебания на уровне популяций могут синхронизироваться какими-то внешними периодическими воздействиями. Конечно, могут реализоваться и более сложные колебательные режимы, например, биения (см. главу 2). В области макроритмов известны и ритмы экзогенные. Таковы ритмы в изменчивости прироста деревьев – вариации толщины годового кольца. В большинстве случаев они отражают циклы погоды и зависят от географической области и типа ландшафта. Однако, есть регионы, где выраженной периодичности в приросте нет.

Конечно, периоды ритмов выходят за выделенные условные пределы (таблица 4.1), но периоды большой длительности изучены мало. Предполагается, что почти все они экзогенные и отражают соответствующие экологические циклы. Из таких длительных циклов широко известен период около 60 лет, который был открыт, похоже, в незапамятные времена (его упоминают халдейские жрецы, *Берос* и *Плутарх*). Самый длительный природный цикл, наличие которого доказано, составляет 2400 лет.

#### 4.2. Биоритмы, управляемые солнечной активностью

Отвечая на тот же вопрос – что показывают наблюдения? – можно теперь сопоставить периоды биологических ритмов с циклами солнечной активности, с периодами, найденными в различных космофизических наблюдениях. Для микроритмов такое сопоставление на первый взгляд кажется лишенным смысла. В среде обитания, как будто, нет устойчивых колебаний в этом диапазоне. А солнечные осцилляции с периодом порядка часов, по мнению многих исследователей, все еще не открыты. Существуют, однако, данные, показывающие, что некоторые микроритмы синхронизованы внешним периодическим сигналом. Данные удивительные. Для одного из видов полевых мышей установлено, что в чередовании активности–покоя у них отсутствует обычный суточный период. Период пищевого потребления – подвижности у этих животных составляет два часа. Ритмика наблюдается в полевых условиях. В одном из длительных опытов мыши отлавливались с помощью ловушек, автоматически отмечавших время поимки. Ловушки были разбросаны на некоторой территории. Оказалось, что ловушки, располагавшиеся друг от друга на значительном расстоянии, срабатывали синхронно, с периодом 120 минут.

Еще один замечательный пример относится к длительному (два года) эксперименту с дрожжевыми культурами (*Кузнецов А. Е.*, 1992). В этих опытах систематически измерялась скорость роста стандартных проб дрожжевой суспензии, отбираемых из лабораторного реактора в колбы со свежей питательной средой. Перед началом измерений экспериментатор добивался, чтобы деление клеток в реакторе происходило синхронно. Было найдено, что скорость роста содержала целый набор устойчивых колебаний. Спектр этих колебаний показан на рис. 4.2. Хорошо видны периоды, кратные суткам – 1/10, 1/9 и 1/8 (соответственно 144, 160 и 180 минут). Присутствуют еще периоды 143,6 мин. и 171,6 мин. Автор этих опытов специально изучил колебания около 1/9 суток и пришел к выводу, что они являются самостоятельными осцилляциями, чей период близок колебаниям, наблюдавшимся в это время на Солнце. Эти колебания происходили синхронно, даже если пробы отбирались из двух независимых реакторов или проводились в двух разных лабораториях. Все обстоит так, как будто наблюдается экзогенная ритмика. Такое предположение вполне оправдывается, если принять во внимание наличие в спектре скорости роста космофизических периодов с продолжительностью около 27 суток.

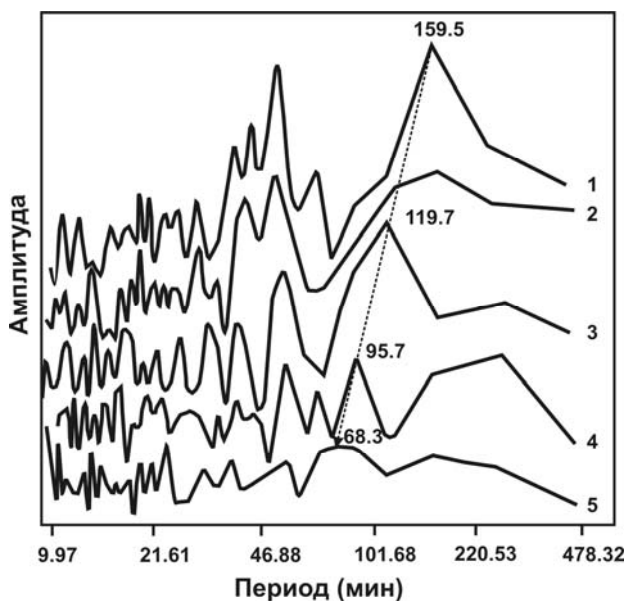


**Рис. 4.2.** Периодограмма вариаций в скорости роста дрожжевой культуры в длительном лабораторном эксперименте. Выделенные периоды достоверны, когда пересекают линию  $p=0,001$  (*Кузнецов А.Б.*, 1992, Россия).

Подробный анализ всего массива описанных измерений показывает, что дрожжевые клетки коллективно реагируют на периодические изменения своего электромагнитного окружения. Чтобы эти изменения чувствовались внутри лаборатории и реактора и охватывали значительную территорию, необходимо, чтобы упомянутое электромагнитное окружение представляло собой радиоволны очень большой длины.

В связи с перечисленными выше фактами, полученными на дрожжевых культурах, необходимо отметить, что 160 минутный ритм был обнаружен и у человека в работе зрительной системы при восприятии пляризованного света, который коррелировал как с 160-минутными пульсациями на солнечной поверхности, так и с вариациями активности некоторых ферментов, регистрируемых синхронно другими исследователями (Жвирблис В.Е., 1982; Шноль С.Э. и соавт., 1977).

Спектр геогелифизически значимых внутрисуточных периодов в диапазоне 30-300 мин характерен и для двигательной активности животных, а суточный ритм во многих случаях не являлся доминирующим (Мартынюк В.С., 1998). Наиболее часто встречающиеся периоды в ритме двигательной активности животных хорошо известны из гео-гелиофизических данных (60, 65, 68, 80, 96, 120, 145, 160, 240, 289 мин). Набор периодов и их амплитуда индивидуальны для каждого животного и нестабильны во времени. Указанная нестабильность обусловлена появлением и/или исчезновением отдельных периодов вследствие "перекачки" мощности отдельных ультрадианных колебаний в области больших и /или меньших периодов (рис. 4.3). При этом может иметь место амплитудная модуляция, т.е. амплитуда более коротких периодов периодически изменяется. Причем значения периодов модуляции также близки к известным гео- и гелиофизическим периодам.



**Рис. 4.3.** Внутрисуточная динамика спектра двигательной активности белых крыс (эксперимент 05-06.04.1994). Цифры около спектральных линий соответствуют разным внутрисуточным интервалам длиной около 4,5 часа. Пунктиром показано динамика доминирующего периода в спектре (Мартынюк В.С., 1998, Украина) (амплитуда – количество движений за 5 мин наблюдений; 1-5 – спектры, рассчитанные для разного времени суток).

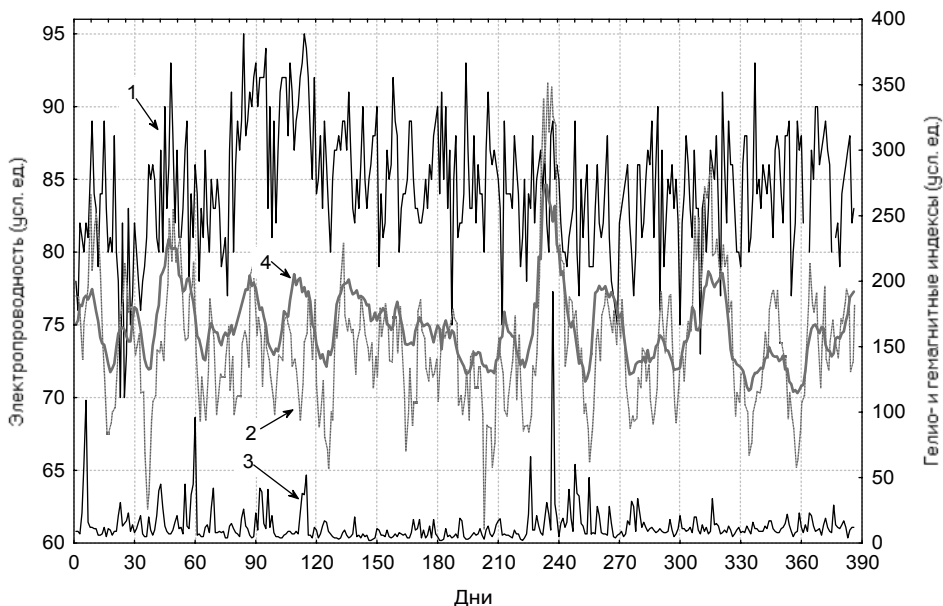
Во многих вопросах, связанных с важным недельным мезоритмом, разобраться особенно трудно. С одной стороны, как мы уже говорили, недельная ритмика сопряжена с геомагнитными индексами (см. главу 2). С другой стороны, имеется календарная неделя, так что в среднем за некоторый достаточно большой интервал времени день недели получает свою геомагнитную характеристику. Полярность межпланетного магнитного поля также в некоторые эпохи изменяется еженедельно. В выходные дни в мегаполисах не работают многие промышленные предприятия, что имеет очевидные экологические последствия.

В эти же дни реже обращаются в поликлиники, а это отражается в медицинской статистике. Таким взаимным переплетением нет конца. И все же многое теперь понятно.

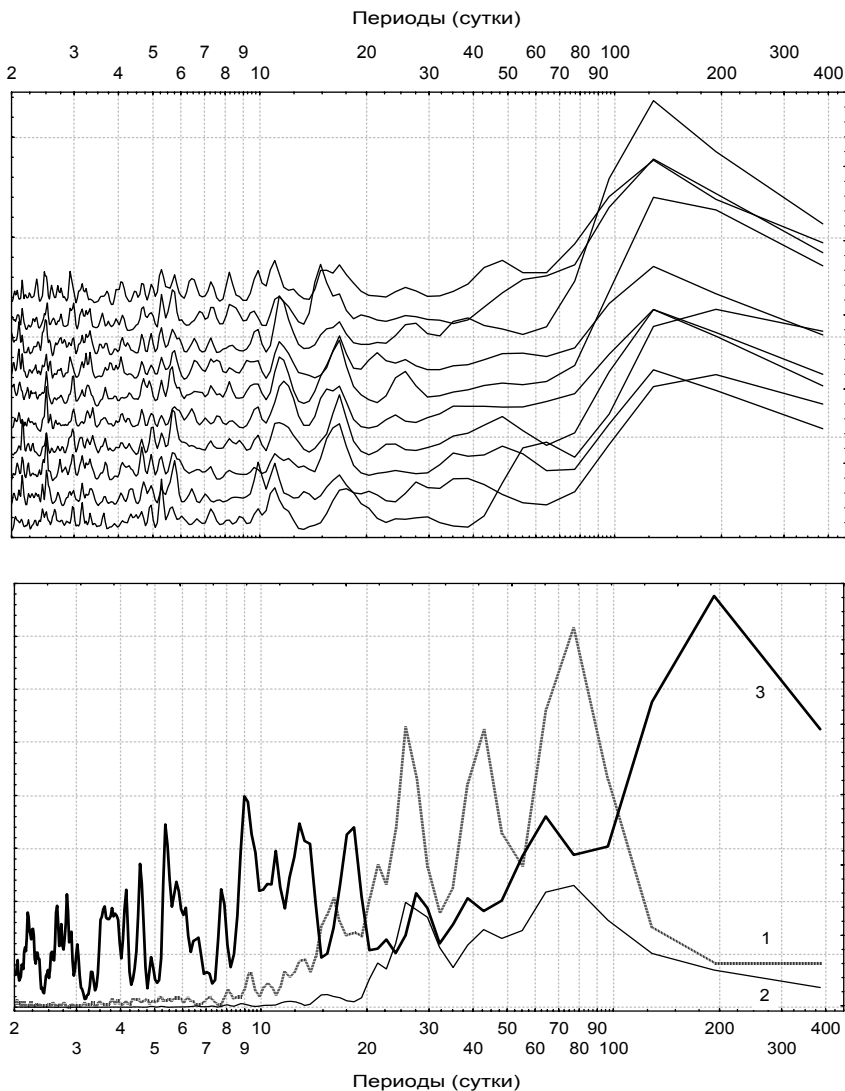
Иногда недельный цикл (и вообще ритмика этого диапазона) является экзогенным. Ежедневно в двух независимых лабораториях, расположенных на некотором расстоянии, измеряли поглощение воды семенами. Изменения этого показателя день ото дня регистрировали в обоих пунктах синхронно, и был хорошо заметен околонедельный цикл (точнее, этот период составлял 7,4 суток, и американские исследователи, проводившие этот опыт, думали, что обнаружили влияние лунных фаз). Для организма млекопитающих собраны убедительные данные, показывающие, что изменения физиологических показателей организма с недельным циклом являются автоколебаниями. Они проявляются при помещении подопытных животных в постоянные условия (температура, освещенность, режим питания). Различные эксперименты с целью изменить режим колебаний путем воздействия на определенные управляющие структуры не дали ясных результатов. Пока нет понимания, как эти ритмы управляются в организме.

Установлено, что для некоторых физиологических и медицинских показателей организма человека наряду с недельным циклом присутствует двухнедельный. Ему следуют, например, кровяное давление, неспецифический иммунитет, риск проявлений (обострений) шизофрении. Точное значение периода обоих этих ритмов изменяется с сезоном и, вероятно, с фазой более длительных ритмов (макроритмов).

Детальный анализ инфрадианных ритмов физиологических процессов у животных и периодов гео-гелиофизических процессов, проведенные авторами этой книги, позволил сделать вывод о том, что количество выявляемых периодов в спектрах физиологических процессов и гео-гелиофизической динамике изменяется в зависимости от фазы солнечного цикла, однако практически всегда обнаруживаются периоды в диапазонах 2,5-3,0; 6,6-7,2; 8,4-10,0; 10,6-11,4; 13,0-14,8; 25,4-30,0 суток. Важным оказался тот факт, что степень близости периодов физиологических процессов с периодами гео-гелиофизических процессов выше, если проводить сопоставление гео-гелиофизических периодов, выявленных в интервалах, соответствующих времени всей жизни животных с момента рождения. Это является экспериментальным доказательством идеи об «отпечатывании» (импринтинге) ритмической структуры внешней среды в структуре биологических ритмов в процессе индивидуального развития организма.



**Рис. 4.4.** Динамика электропроводности контрольно-измерительной биологически активной точки A14(1b) (1) у одного из испытуемых в период с августа 2000 г по август 2001 г и индексов космической погоды — числа Вольфа (2), Ар-индекс (3), поток радиоизлучения (4) (Мартынюк В.С., 2005, Украина).



**Рис. 4.5.** Спектры мощности интегральной ритмики электропроводности 10 контрольно-измерительных точек руки биологически активных точек у одного из испытуемых (верхний график) и вариаций индексов космической погоды (1 – числа *Вольфа*, 2 – поток радиоизлучения, 3 – *Ар*-индекса) (Мартынюк В.С., 2005, Украина). Хорошо видно, что спектр вариаций геомагнитного *Ар*-индекса (линия 3 на нижнем рисунке) наиболее близок к спектрам вариаций электропроводности биологически активных точек на верхнем графике (по горизонтальной шкале – амплитуда в условных единицах).

Но что является синхронизатором (датчиком времени) околонеделной ритмики? Скорее всего, это могут быть вариации интенсивности (поляризации или спектрального состава) все тех же низкочастотных электромагнитных полей (очень длинных радиоволн).

Для ответа на данный вопрос нами были проведены длительные исследования динамики показателей электропроводности биологически активных точек, отражающих функциональное состояние отдельных функциональных систем организма человека. Обнаружено, что для организма человека характерен сложный спектр инфраничных периодов, которые близки к периодам вариаций гео-гелиофизических индексов. Для примера на рисунке 4.4 представлена годовая динамика электропроводности одной из контрольно-измерительных биологически активных точек и наиболее широко используемых индексов космической погоды – чисел *Вольфа*, потока радиоизлучения и среднесуточной геомагнитной



возмущенности Ар. Видно, что в отдельные сезоны года имеет место выраженная корреляция показателей электропроводности с гелиофизическими индексами в виде синхронного хода изменений, в другие такая связь на первый взгляд отсутствует (рис. 4.4.). Подобная сезонная динамика характерна для годового хода корреляции электромагнитного фона с солнечными данными (*Mullayarov V.A. et al., 1997*). Однако математический анализ показывает, что спектры колебаний электропроводности биологически активных точек в наибольшей степени коррелируют со спектрами вариаций Ар-индекса (рис. 4.5.), что рассматривается авторами как одно из доказательств электромагнитного канала влияния космической погоды на организм человека.

Важным доводом в обосновании электромагнитной гипотезы служат результаты специальных экспериментов, проведенных авторами в Таврическом национальном университете. В этих опытах у крыс сначала определялись амплитуды и фазы мезоритмов (включая недельный период). Потом животные подвергались воздействию слабого переменного магнитного поля на частоте 8 Гц – по три часа, несколько раз. Дальше вновь находились параметры тех же мезоритмов. Оказалось, что указанные величины после воздействия полем заметно меняются, тогда как таких изменений у контрольных животных не наблюдается. Попутно в описываемых исследованиях были получены и некоторые другие интересные результаты. Так, оказалось, что воздействие полем может ликвидировать десинхроноз, вызванный у животных искусственно (*Темурьянц Н.А и соавт., 2007*). Выяснилось также, что если десинхроноз вызван у животных удалением одной из управляющих ритмичкой систем, в частности эпифиза, мезоритмы под влиянием низкочастотного магнитного поля все равно нормализуются. На основании этого можно предположить, что у организма для управления ритмичкой есть еще какая-то резервная система, управляемая электромагнитными воздействиями.

Наконец, еще одна сложность была обнаружена при изучении околонеделной ритмики сердечно-сосудистых катастроф, фиксируемых Службой скорой помощи. В предыдущей главе уже упоминалось, что для выделения эффектов магнитных бурь «в чистом виде» в статистике этих заболеваний, было признано необходимым исключить периодическую составляющую. После введения такой поправки внезапный рост числа случаев инфаркта миокарда можно было непосредственно сопоставить со всплеском интенсивности сверхдлинных радиоволн, генерируемых в магнитосфере во время бури.

Исследователи одновременно заинтересовались, каков же уровень напряженности подобных магнитных полей техногенного происхождения в черте города? Специальные измерения показали, что в Санкт-Петербурге в полосе частот 0,001-0,2 Гц эти поля много выше естественных. Конечно, по многим своим признакам поля индустриально-технического происхождения отличаются от полей, связанных с магнитной бурей. Но ведь они также могут оказывать биологическое действие! Далее оказалось, что интенсивность технических полей резко снижается в выходные дни (суббота, воскресенье). В таких полях, тем самым, имеется недельный цикл! Таким образом, околонеделная ритмика может быть синхронизована электромагнитными полями как естественными, так и техническими. Поэтому возможно, что в крупных городах и малых поселках синхронизация биологической недели осуществляется по-разному.

Сопряженность календарной недели с одним из самых распространенных космофизических периодов, думается, не оставляет сомнений в ее происхождении: на самых ранних этапах культурной эволюции этот цикл был «вмонтирован» в календарь, чтобы согласовать социально-производственную ритмику первобытной общины с ритмичкой естественной. В последней главе книги рассказано как именно это могло произойти. В самой известной календарной системе Нового Света, развивавшейся независимо от евроазиатской традиции, «вмонтирован» двухнедельный период (13 суток, календарь мая, см. главу 7). Не подлежит сомнению, что околосемянная биологическая ритмика в основном связана с вращением Солнца и его собственными инерционными колебаниями. Конечно, как и в случае недельных циклов, здесь могут быть представлены как эндогенные, так и экзогенные ритмы. С этими ритмами связано много мифов. Один из них состоит в предположении о тесной связи конкретного месячного ритма (около 30 суток) с менструальным циклом. На самом деле его продолжительность индивидуальна и варьирует в широких пределах – от 22 суток до 35. Как уже отмечалось (глава 2), в семействе околосемянных периодов есть дискретное значение, очень близкое к периоду смены фаз Луны. Поэтому много написано о глобальных

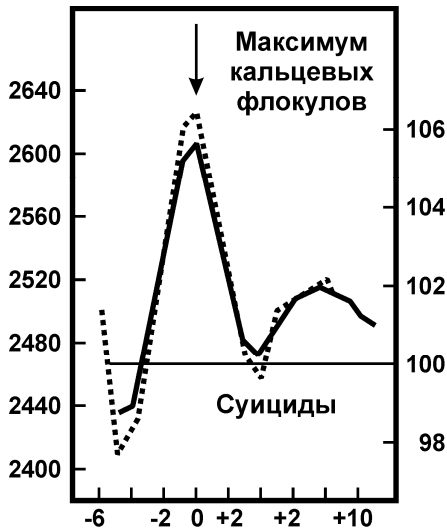


Рис. 4.6. Динамика числа самоубийств (сплошная линия, правая шкала) с прохождением кальциевых флоккул через центральный меридиан Солнца (пунктирная линия, левая шкала) по суммарным данным зафиксированных в Берлине, Копенгагене, Франкфурте-на-Майне, Гамбурге, Цюрихе (первая треть 20-го века). Нулевой день – сутки, когда на Солнце наблюдалось прохождение максимума кальциевых флоккул. Дни со знаком «минус» – до прохождения области через центральный меридиан, «плюс» – дни после прохождения. (Duce D, Nosokomeion T, 1938, США).

лунных ритмах в «селеномедицине». Между тем, период месячных циклов сильно варьирует. Уже по одной этой причине эти ритмы не могут быть отнесены полностью к лунным фазам.

Сейчас ясно, что основной вклад в околомесячные ритмы вносят гелиогеофизические вариации. Эта связь обнаружена давно. На рис. 4.6. показано, как изменяется число самоубийств в крупных городах Европы (Берлин, Копенгаген, Гамбург, Цюрих) для первой трети 20-го века, когда через центральный меридиан Солнца проходит активная область (отмечена по кальциевым флоккулам). Независимо такая же связь для одного из показателей крови была найдена японским исследователем *Takato M.* (Takata M, 1951) в его наблюдениях середины прошлого века.

В исследовании мезоритмов много белых пятен. Некоторые из них вовсе не изучены. Наиболее наглядно и показательно связь с космическими периодами наблюдается для макроритмов. Спектр экзогенной ритмики прироста деревьев, полученный Петербургским биологом *Н. В. Ловелиусом*, показан на рис. 4.7. Самый большой пик (левый крайний) соответствует хорошо известному фундаментальному циклу солнечной активности 22 года.

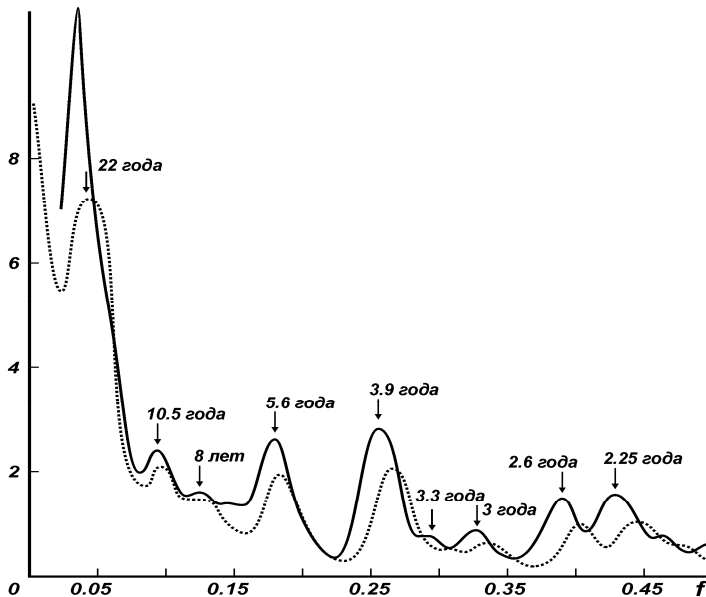


Рис. 4.7. Спектр мощности вариаций толщины годовых колец в горах Тянь-Шаня (сплошная линия) и чисел Вольфа (пунктирная линия). (Ловелиус Н. В., 1979, Россия) (по горизонтальной шкале – амплитуда периодов в условных единицах).

Как отмечалось в предыдущем разделе, вариации численности различных организмов в данной географической области обусловлены автоколебаниями. Период зависит от их видовой принадлежности, географической широты и еще каких-то причин. Но вот что важно: величины этих периодов все время оказываются близкими или совпадают точно с периодами солнечной цикличности либо кратны им. Для сайгаков Прикаспия изменения численности происходят с периодами 11 лет и 90 лет. Последний очень близок к периоду «векового цикла» солнечной активности. Период популяционных колебаний полевков в западной Европе – 3,5 года (близко к 1/3 «основного» 11-летнего солнечного цикла, но в геомагнитных индексах есть близкий период 3,6 года).

Макроритмы в развитии ряда эпидемий были открыты А. Л. Чижевским еще в 20-х гг. прошлого века. На основе изучения обширных массивов статистических данных он нашел соответствие между заболеваемостью (смертностью) целого ряда инфекционных заболеваний и числами *Вольфа*. На рис. 4.8 и 4.9 показаны его сопоставления для возвратного тифа (Москва, 1883-1918 гг) и дифтерии (Дания, 1860-1911 гг). На последнем графике отчетливо видно, что введение профилактических мероприятий сразу же нарушило ритмическое соответствие между числами *Вольфа* и медицинской статистикой.

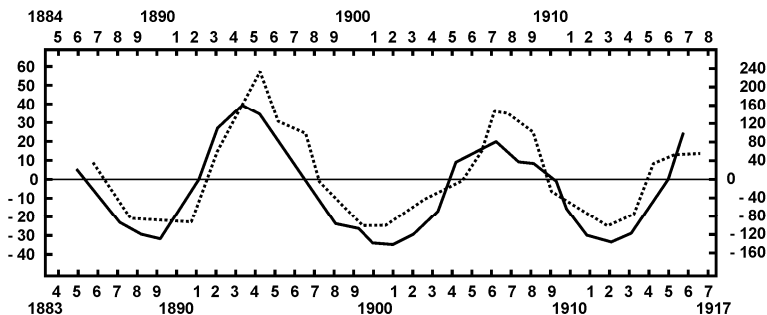


Рис. 4.8. Сопоставление заболеваемости возвратным тифом (1) (Москва, 1883-1918 г.г., пунктир) с числами *Вольфа* (2). (Чижевский А. Л., 1995, Россия).

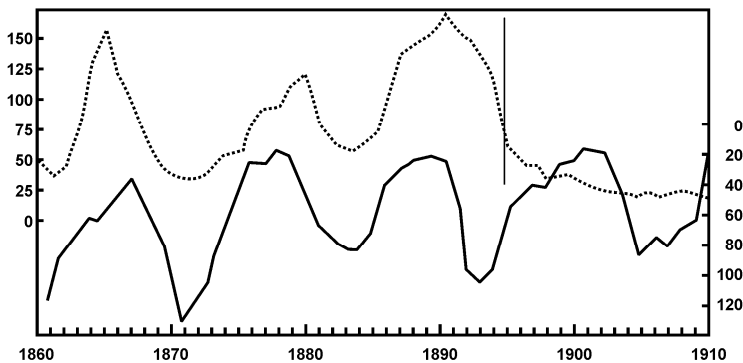
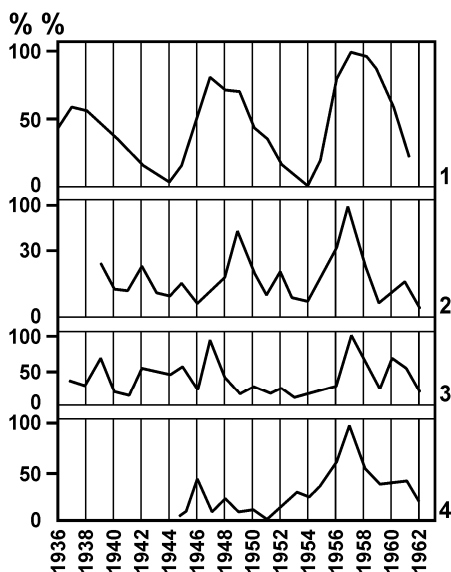


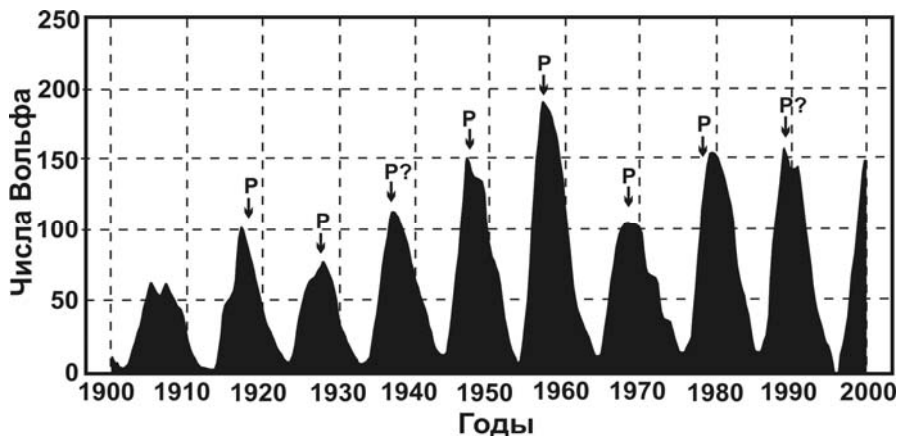
Рис. 4.9. Сопоставление смертности от дифтерии в городах Дании (1860-1911 г.г.) (1) и чисел *Вольфа* (кривая перевернута, шкала справа). Вертикальная черта – введение серотерапии в 1894 г. (Чижевский А. Л., 1995, Россия).

Понятно, что повышение эффективности служб здравоохранения сильно усложняет изучение подобных космофизических связей со второй половины прошлого века. Там не менее, последующие исследования подтвердили результаты А. Л. Чижевского. Структура цикличности многих эпидемических заболеваний, действительно, содержит многие хорошо известные периоды солнечной активности. Так, для четырех заболеваний, статистика по которым наиболее хорошо обеспечена – дифтерия, скарлатина, корь, коклюш – в спектрах вариаций заболеваемости представлены периоды (годы):  $3,2 \pm 0,1$ ;  $5,5 \pm 0,1$ ;  $8,3 \pm 0,3$ ;  $11,2 \pm 0,2$ . Всем этим периодам находят точные двойники в периодах чисел *Вольфа*.



**Рис. 4.10.** Заболеваемость клещевым энцефалитом (% к 1957г.) в Приморском крае (2), в Хабаровском крае (3) и Свердловской области (4) и чисел Вольфа (1) (% относительно минимума 1954 г.) (Ягодинский В. Н. и соавт., 1971, Россия).

«возбудитель – иммунитет – переносчик». Они распространяются из некоторого очага по неоднородной среде. В современной теории колебаний имеется модель такого процесса – так называемые автоволны. Если для данной территории и данного заболевания удастся проследить ритмику эпидемий на протяжении какого-то интервала времени, то возможен прогноз хода заболеваемости. Такие прогнозы не раз делались и неплохо оправдывались, но редко принимались всерьез.



**Рис. 4.11.** Динамика солнечной активности и периодичность самых сильных пандемий гриппа (P) в США в 20-м столетии (Wickramasinghe С., 2005, США). По горизонтальной шкале – годы, по вертикальной – числа Вольфа, P - пандемии.

1918 г – грипп-испанка, штамм H1N1, 500,000 смертельных случаев;  
 1957-58 – азиатский грипп, штамм H2N2, 70,000 смертельных случаев;  
 1970 – грипп Гонконг, штамм H3N2, 34,000 смертельных случаев;  
 1977 – красный грипп, штамм H1N1, 30,000 смертельных случаев.

Два первых периода известны также в вариациях магнитной активности (Ягодинский В. Н. и соавт., 1971). А. Л. Чижевский, не располагая в свое время современными алгоритмами для анализа, видел только 11-летний период. В некоторых случаях удается обнаружить и более длительные периоды. Для перечисленных выше заболеваний присутствует еще период  $14,5 \pm 0,5$  года. Такого периода в солнечной цикличности нет, возможно, это  $2/3$  от фундаментального солнечного периода 22 года. Кстати, этот последний представлен в вариациях заболеваемости – смертности скарлатины, одновременно с периодом, открытым первоначально в вариациях климата – около 35 лет (так называемый Брикнеров цикл климатологов).

Присутствие одинаковых периодов в динамике различных заболеваний вовсе не означает, что эпидемии не отличаются друг от друга. Для разных заболеваний, разных географических областей упомянутые периоды представлены разными амплитудами и разными фазами (рис. 4.10). В то же время пандемии гриппа в разных регионах планеты происходят практически синхронно (рис. 4.11 и 4.12)

Можно еще раз напомнить, что это явление представляет собой автоколебания в системе

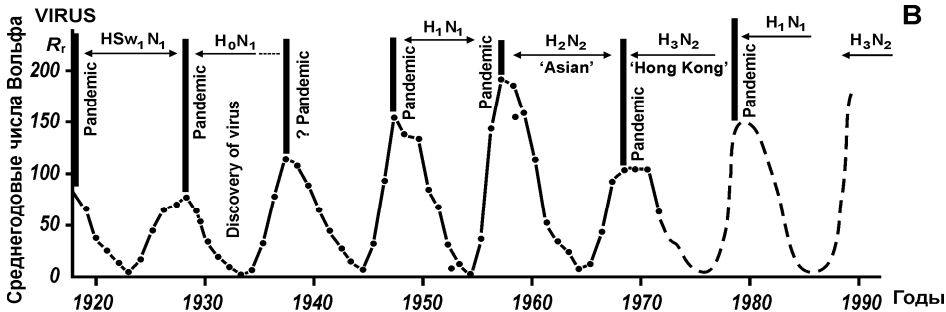


Рис. 4.12. Периодичность изменения вируса гриппа и пандемий гриппа в Европе. Вертикальные линии – максимумы пандемий (Hoyle F., Wiczamasinghe N.C., 1990, Великобритания). Пунктиром обозначен прогноз, который полностью оправдался.

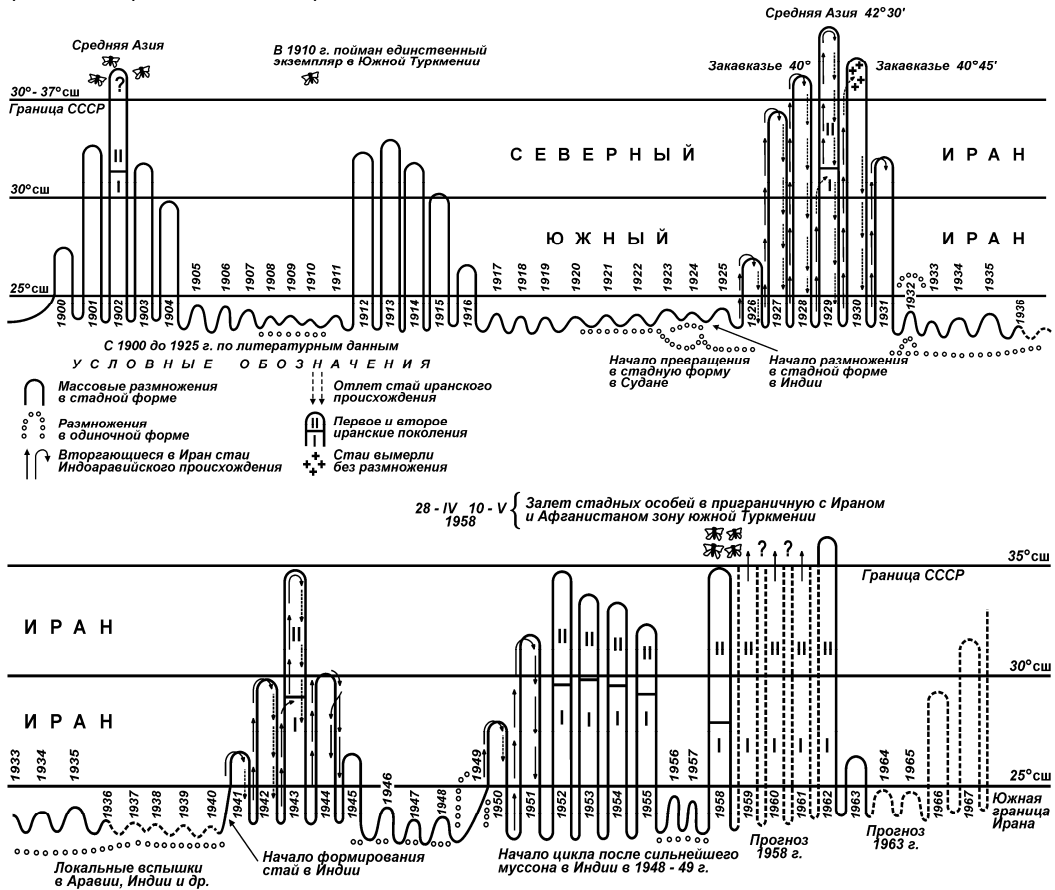
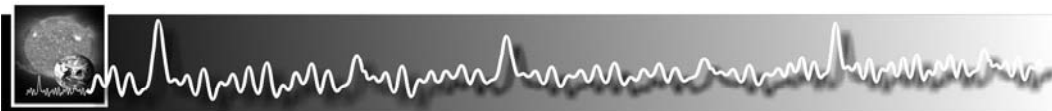


Рис. 4.13. Циклы массовых размножений саранчи-шестоножки в 20-м веке. По горизонтали – годы. По вертикали – географическая широта. Вертикальные столбики обозначают дальность миграции по широте. Данные после 1950 г. представляют собой оправдавшийся прогноз (Щербиновский Н.С., 1964, Россия).

На рис. 4.12 показан пример такого прогноза для пандемий гриппа, сделанный более 30 лет назад. Кажется, на него тоже не обратили внимания – долгое время солнечно-биосферные связи рассматривались как странные и экзотические спекуляции узкой группы сектантов – последователей А. Л. Чижевского. Большинство медиков их просто проигнорировало. Понятно, что во многих случаях возможен однотипный прогноз и

других явлений, обладающих простой макроритмикой. Примером могут быть вспышки массовых размножений насекомых. На рис. 4.13 показан график циклов массовых размножений саранчи – шистоцерки, построенный известным российским энтомологом *Н. С. Щербиновским* (1964). Он успешно предсказал на основе прогнозов солнечной активности колоссальные вспышки размножения этих насекомых во второй половине 20-го века.

Итак, при сопоставлении биологической ритмики отдельных организмов и их сообществ - биоценозов с космическими ритмами выясняется, что они очень похожи, либо совпадают. Такое сходство отчасти возникает по причинам, рассматривавшимся в предыдущей главе: какой-то агент внешней среды влияет, организм реагирует; если свойства агента изменяются периодически, в биологических показателях эта цикличность отражается. Это – экзогенные ритмы. Очень часто космическая ритмика проникает в биологические процессы еще по одной причине: «биологические часы» подстраиваются под ритмику среды обитания, но вся эта ритмика в конечном итоге солнечного происхождения. Космические ритмы являются датчиками времени, синхронизаторами биологических ритмов.



## Глава 5. СОЛНЕЧНАЯ АКТИВНОСТЬ И ОБЩЕСТВЕННАЯ ЖИЗНЬ

Ставить рядом эти две сферы бытия, как это сделано в названии главы, кажется, на первый взгляд, непомерным преувеличением. Ведь по давно сложившейся традиции, все, что принадлежит гуманитарной сфере, как бы живет и действует строго автономно по отношению к природе. Многие полагают, что в определенные сферы социальной активности естествознанию вообще «вход строго запрещен». История, модели исторического процесса, как правило, не замечают наук о природе. Соображения, указывающие на важность для описания исторических событий таких факторов как географические, экологические, медицинские, демографические, остаются на самой периферии мышления большинства историков. Но разве колоссальные по своим масштабам мировые эпидемии чумы не оставляют заметных следов в ходе исторического процесса? Разве массовый падеж лошадей во время некоторых эпизоотий не влиял на ход военных действий, когда кавалерия была важнейшей составляющей армий? Как читатель помнит, наступление эпидемий–эпизоотий зависит от солнечной активности. Эта же солнечная активность может влиять на состояние психики больного человека. А что если такая личность окажется на какое-то время лидером крупного государства? Общеизвестна «роль личности» в истории. Менее известно, что высокоодаренные люди в данной популяции появляются группами («пачками») и в появлении таких групп прослеживаются периоды 9 лет и около 55 лет. Не может ли в историческом процессе появиться какой-нибудь из этих периодов? Сказанное ясно показывает, что поиск в истории следов космических воздействий отнюдь не является абсурдным. Но в оправдание такого поиска существуют и более глубокие причины. Чтобы разобраться в них, придется несколько отступить от основной линии изложения и коснуться некоторых редко обсуждаемых вопросов биологического самопознания человека.

### 5.1. Этология и социобиология

Изучение человека как существа общественного, его поведение – индивидуальное и социальное – всегда было принято относить к компетенции гуманитарных наук.

Только во второй половине текущего столетия возникло ясное понимание того, что многое в человеке можно понять, прежде всего, в рамках естественнонаучного подхода. Быстрое развитие получили специальные дисциплины, изучающие биологические корни поведения человека – этология, социобиология. В становлении этих исследований важнейшая роль принадлежит нескольким выдающимся ученым, занимавшимся сравнительной зоопсихологией. Чаще других в связи с развитием биологического самопознания человека называют обычно имя австрийского ученого *Конрада Лоренца* (1903–1989), основавшего в 1949 г. (после возвращения из советского плена) Институт сравнительного исследования поведения животных.

Ключевое слово в науке о поведении (этологии) – инстинкт. В обычном словоупотреблении инстинкты ассоциируются совсем низменным и дурным в человеке. Их нужно подавлять,

опираясь на разум и мораль. Как биологический термин инстинкт означает врожденную программу поведения и не связывается с каким-либо оценочными суждениями.

Все животные и человек рождаются с большим числом врожденных программ – инстинктов, некоторые из которых очень сложны. Они передаются генетически из поколения в поколение. Подобно другим биологическим признакам, инстинкты подвержены естественному отбору: особи с неудачными программами «выбраковываются» и гибнут, с удачными – размножаются.

В связи с изменениями в среде обитания некоторые программы поведения становятся ненужными и постепенно «стираются» или кардинально модифицируются. Все такие процессы происходят столь же медленно, как и изменения, скажем, анатомических признаков. За миллионы лет эволюции в центральной нервной системе человека оказались «прошиты» множество программ поведения. Видимо, только очень небольшая их доля сейчас используется, составляя некий «каркас», базис рассудочной деятельности. Согласно этологическим наблюдениям, многие человеческие занятия и пристрастия имеют различные биологические корни. Наши совсем далекие предки занимались собирательством. И вот некоторые из нас получают совсем особое удовольствие, собирая грибы и оставаясь при этом равнодушными к ним, как кулинарному продукту. Этот же инстинкт имеет прямое отношение и к самым утонченным видам коллекционирования...

Некоторые из врожденных программ сегодня неприемлемы и полностью подавляются воспитанием и культурой. Таково воровство. Эта программа есть у многих животных, о чем знают все, кто интересуется зоологией. Ее происхождение понятно: в некоторых случаях – когда животное оказалось голодным, например, в ситуации, когда более сильные сородичи не подпускают к пище, это единственный шанс выжить. Если у человека эту программу не удаётся «выключить», мы сталкиваемся с особым заболеванием – клептоманией. Один из представителей дома Романовых (двоюродный дядя последнего российского императора) страдал, говорили, острой формой этого недуга, так что его пришлось во время русско-японской войны отправить на жительство в Ташкент. (Этот человек, никогда ни в чем не нуждавшийся, украл у своей матери очень ценное ожерелье).

Коль скоро многие наши привычки и «хобби» имеют корни в инстинктах, то естественно возникает общий вопрос о соотношении инстинктивного и разумного в нашем поведении. Субъективно нам кажется, что мы поступаем так, а не иначе потому, что мы так «хотим», таково наше «желание», наше «убеждение» (мы так приучены, воспитаны и т. п.). Поэтому представляется, что вклад врожденных биологических факторов в поведение человека относительно мал, не заслуживает в большинстве случаев внимания. Но результат этологических исследований прямо противоположный: на самом деле почти во всех актах человеческого поведения вклад инстинктов – врожденных шаблонов поведения – определяющий. И здесь не возникает никакого противоречия с субъективным ощущением полной «свободы воли»: в рамках гуманитарных исследований уже давно и надежно установлено, что наше сознание (разум) контролирует не более 10% наших поступков. Все остальное относится к загадочному миру Бессознательного. Врожденная поведенческая программа не приказывает, не командует. Она на бессознательном уровне (незаметно!) направляет наши желания, стимулирует мысли в каком-то определенном русле. Задача разума в такой ситуации – построить связанное объяснение, некоторую модель поступка (на самом деле и это тоже миф, ибо эта модель не требует проверки!).

Вывод о том, что подобно другим животным наши поведенческие акты суть, прежде всего проявление инстинктов, вызывает определенное неприятие или даже протест. Вся наша европейская культура, прежде всего – религия, и вслед за ней – искусство, философия, гуманитарные науки, рассматривают человека как нечто совершенно исключительное, стоящее вне Природы, как совершенно особое проявление надприродной духовности. «Человеку, – пишет упоминавшийся *К. Лоренц*, – слишком хочется видеть себя центром мироздания, чем-то таким, что по самой своей сути не принадлежит остальной природе, а противостоит ей как нечто иное и высшее». С этим тесно связана «эмоциональная антипатия к признанию того, что наше поведение подчиняется законам естественной причинности... Смутное, похожее на клаустрофобию чувство несвободы, которое наполняет многих людей при размышлении о всеобщей причинной предопределенности природных явлений, конечно же, связано с оправданной потребностью в свободе воли и со столь же оправданным желанием, чтобы их действия определялись не случайными причинами, а высокими целями».



Данные этологии заставляют нас расстаться с этими иллюзиями, как результаты астрофизических исследований принудили нас распрощаться с представлениями о нашем якобы центральном расположении во Вселенной. Более того, этология позволяет нам понять причину появления этого особого вида чванства: на первых этапах культурной эволюции (напомним, что тогда культура была орудием адаптации) существовала острая потребность внушить человеку веру в свои силы, веру в возможность успешно противостоять Природе и преобразовывать ее. Но сейчас эта мировоззренческая установка мешает нам объективно оценить наше место в Биосфере и во Вселенной. Это обстоятельство необходимо осознать Разумом.

В общем, как только принять во внимание наличие биологической составляющей в поведении человека, присутствие в его нервной системе «прошитых» поведенческих программ, включаемых различными пусковыми сигналами, в том числе экологическими, вмешательство космических агентов в социальные процессы представляется вполне допустимым. Только наблюдения могут решить, реализуется – или не реализуется – такая умозрительная возможность. Но для того, чтобы осуществить точные наблюдения необходимо серьезное взаимодействие между гуманитарной и естественнонаучной сферами знаний.

Кстати, в этой связи не помешало бы понять, откуда взялась, как возникла эта «трещина» в человеческой культуре? Имеется ли какая-либо объективная основа оппозиции «естествознание – гуманитарные науки» («физики» и «лирики»)?

Многие исследователи полагают, что это противопоставление базируется на вполне реальной биологической подоснове. Установлено, что полушария головного мозга человека существенно отличаются по многим показателям, само главное – функционально, – по методам и принципам обработки информации. В кратком виде данные по асимметрии полушарий суммированы в таблице 5.1.

Таблица 5.1.

#### Функциональная асимметрия полушарий головного мозга человека

Свойства, принципы, методы	Левое полушарие	Правое полушарие
Методология работы	Расщепление субъекта – объекта; анализ	«Вживание» в целостный объект; синтез.
Типы решаемых задач, основные операции	Рациональное осмысливание. Схематизация, поиск общих свойств Дедукция	Эмоциональная мотивация Интерес к индивидуальным особенностям Индукция, интуиция
Внешнее проявление активности Степень осознанности	Конструктивная активность, движение Полная	«Сосредоточенное бездействие» Неполная
Отношение к языку	Грамматический анализ – синтез; звуковые – буквенные формы слов	Конкретная смысловая информация; толковый словарь; зрительный образ.

Обычно активность одного из полушарий в некоторый момент выше (об этом можно судить по показателям электроэнцефалограммы), но нормальное функционирование мозга предполагает ритмическое переключение активности с одного полушария на другое. Однако, у разных людей в среднем более активно – доминирует – какое-то одно полушарие.

У большинства людей, для которых правая рука – «основная», в мыслительных процессах доминирует левое полушарие (существуют специальные тесты для определения доминирующего полушария). Если степень доминирования левого полушария значительна и устойчива, человек, при прочих равных условиях, проявляет склонность к занятиям точными науками, в противоположенном случае – гуманитарными (или художественным творчеством). Таким образом, отчуждение «физиков» и «лириков» в некоторой степени можно истолковать как затруднение в совместимости двух типов личностей – «левополушарных» и «правополушарных». Читателю едва ли нужно напоминать, что указанное различие только в редких и крайних случаях можно встретить в «чистом» виде: известны крупные математики, у которых по многим признакам доминировало правое полушарие.

Давно известно, что генетически запрограммированная асимметрия нашего мозга может на ранних этапах жизни подвергаться видоизменениям со стороны внешних факторов. В течение всей жизни она остается важным фактором нашего поведения и эстетического восприятия красоты окружающего нас мира. В настоящее время установлено, что воздействие внешних сигналов на развитие мозга особенно эффективно во время так называемых чувствительных (критических) периодов, когда формирование определенных мозговых структур происходит наиболее активно. Такие периоды существуют в эмбриональный период, а также после рождения человека. Поэтому развитие специфических человеческих функций «высшего порядка» может частично зависеть от внешних влияний, имеющих место во время критических периодов развития мозга. Именно это свойство пластичности нашего мозга используется в современных педагогических и образовательных методиках.

Логично предположить, что наши эстетические предпочтения могут определяться не только целенаправленным характером воспитательного процесса в рамках какой-либо из культур (европейской, восточной или дальневосточной), но и тем, какие внешние экологические факторы (в том числе и «солнечного» происхождения) оказывали воздействие на развивающийся мозг. Может ли такое быть на самом деле? Как это можно обнаружить? Об этом мы поговорим в следующем разделе.

## 5.2. Космические ритмы в явлениях культуры

Функциональная асимметрия мозга, о которой шла речь выше, касалась его познавательных механизмов и эстетического восприятия Мира. Левое полушарие «работает» безотносительно к конкретной ситуации, это уникальная по мощности «цифровая ЭВМ»; правое – это охват глобального целого в реальном времени, колоссальная «аналоговая ЭВМ», где «прошито» множество программ, обеспечивающих работу нашей интуиции, а согласованная работа полушарий определяет особенности эстетического восприятия.

А что если в популяции какой-нибудь географической области (страны) будут численно преобладать личности с доминированием определенного полушария? Не получится ли так, что они будут навязывать всему обществу некоторую культурную общую программу, с определенными вкусами и идеалами.

Такие соображения были высказаны российским математиком С. Ю. Масловым (1983). Он предположил, что асимметрия мозга накладывает определенный отпечаток на типы сознания. В системе культуры доминирование в общественном сознании левополушарного стиля освоения действительности связывается в этой модели с ясно выраженным прагматизмом, интересом к будущему (футуризм), представлением о подчиненности Мира законам Разума, оптимизмом. Если доминирование в обществе левополушарного сознания – это поиск истины в диалоге и открытость, то доминирование правого – замкнутость, сепаратизм и индивидуализм. Для того чтобы обнаружить вариации (ритмику) в стиле и характере общественного сознания, можно попытаться проанализировать обобщенные показатели произведений искусства данной эпохи.

Сначала это было сделано путем построения «количественной» истории архитектуры Европы. Даты большинства крупных построек известны и фиксированы. Черты классицизма свойственны левополушарному стилю, элементы барокко – правополушарному. В совместном анализе искусствоведы и математики для некоторого короткого интервала времени строили индекс, отражающий распространение черт классики и барокко (если для этого интервала полностью преобладали стилевые признаки классики, индекс приближался к +1, барокко, соответственно, к -1, ноль получался, когда и тех и других признаков было поровну). Изменения этого индекса с 1700 г. показали довольно регулярные колебания с уже знакомым читателю периодом около 60 лет.

Следующий шаг – проверка этой закономерности на совершенно независимом материале – музыкальном творчестве. В этом случае поступили следующим образом (Данилова О. Н., Петров В. М., 1988): музыковеды-эксперты ставили композиторам, творившим в известные интервалы времени, баллы за «аналитичность» и «синтетичность» их музыкальной продукции. Экспертов было несколько для каждой эпохи. «Аналитичность» – это, конечно, левополушарный стиль творчества, «синтетичность» – правополушарный.

Согласно усредненным оценкам, у таких известных мастеров, как *Рамо*, *Хиндемит* и *Прокофьев* преобладали признаки «аналитичности», а у Берлиоза, Скрябина и Дебюсси – «синтетичности». (Любители музыки скорее всего, согласятся с такой классификацией!). В целом анализ охватывал творчество 102 композиторов 17-20 веков.

Усредненный график показан на рис. 5.1 вместе с «количественной» историей архитектуры. Самый верхний график на этом рисунке – комбинированный индекс социально-экономической ситуации для соответствующих отрезков времени. Он включает в себя нормированные данные о числе учащихся (престиж образования) и объем международной торговли (степень открытости государств по отношению друг к другу). Видно, что имеется ритм с периодом 50-60 лет, и колебания происходят синхронно, хотя для истории музыки они нерегулярны.



**Рис. 5.1.** Европейская динамика престижа высшего образования и объема внешней торговли (1), индекса стилевых признаков архитектуры (+1 – чистый классицизм; –1 – барокко) (2), индекса «аналитичности» (+1) и «синтетичности» музыкальных сочинений (3). Материал относится к Европе. По горизонтальной шкале – годы. По вертикальной оси – баллы анализируемых признаков. (Данилова О. Н. и соавт., 1988, Россия).

Как видно, гипотеза С. Ю. Маслова о смене доминантности полушарий на уровне популяции находит некоторое подтверждение, причем макроритм этих изменений – период, близкий к известному солнечному космическому циклу – около 59 лет (см. главу 2).

Коль скоро правополушарный тип общественного сознания связан с индивидуализмом и замкнутостью, то именно для него должен быть характерен определенный тип переживаний – с направлением внимания преимущественно к своему внутреннему личному миру. В психологии такая особенность психики называется интровертностью. В художественном творчестве это могло найти отражение в поэзии. В эпохи, когда архитекторы часто используют в своих проектах элементы барокко, а композиторы сочиняют преимущественно музыку «синтетического» типа, поэты-интроверты должны встречаться чаще!

Такая тенденция, похоже, была действительно обнаружена. Московские исследователи И. К. Кошкин и В. М. Фризман (1991) построили для всех известных русских поэтов, писавших в интервале 1790-1967 гг., индекс интровертности. Они также использовали метод экспертных оценок. И. А. Крылов получил средний балл интровертности 2,1. Это очень низкий уровень, потому что у М. И. Цветаевой – 8,6. Когда все было усреднено по годам, получился ход изменений интровертности русской поэзии почти за 180 лет. Он очень сильно напоминает графики с колебаниями с периодом 55 лет (рис. 5.1).

Но в этих размышлениях можно пойти еще дальше. Тип общественного сознания может влиять на распространение определенных шаблонов общественного идеала. Левополушарный тип моделирования действительности с его акцентами на рациональное конструирование и особым интересом к будущему естественно связать с утопическими проектами социального переустройства. Конечно, в каждую эпоху такие конкретные проекты

отличались своеобразием. Но если отвлечься от деталей «технического» характера и интересоваться утопическими идеями вообще, то можно ли назвать приблизительные даты, когда они в обществе встречали наибольшую поддержку и пользовались высоким престижем? Социологи на основании статистических изысканий называют такие даты (годы, погрешность 5 лет): 1825; 1875; 1930; 1975.

Из рис. 5.1 легко видеть, что эти годы действительно приходятся на эпохи, когда в Европе – судя по стиливым признакам искусства – преобладали признаки доминирования левого полушария. Снова получается период около 50 лет.

Наконец, интересно, а какую эпоху переживаем мы сейчас, в наши дни? На рис. 5.1. минимум справа («правополушарное время») приходится примерно на 1945 г. Если прибавить 50 лет, то получается, что мы, европейцы, переживаем сейчас годы (2000-2010 гг), когда вот-вот должно закончиться доминирование в социуме «правополушарного мышления». Конечно, это заключение должно быть получено на основе глубокого анализа больших массивов статистических данных. Все же, общее впечатление таково, что характеристика наших дней – правильная. Пока что мы переживаем падение престижа точных наук и рационального знания. Повальное увлечение мистикой, притом в самых вульгарных ее формах. Мы испытываем сейчас повышенный интерес к историческому прошлому, который принимает причудливые, созвучные эпохе формы.

Интересно, соответствует ли реальности впечатление, что наша публицистика последних лет окрашена в пессимистические тона? И ведь невозможно уклониться от вывода, что нас захлестнула гигантская волна сепаратизма - конфронтации Приднестровья и остальной части Молдовы, восточной и западной Украины, грузин и абхазов, соответствующие проблемы долго не находили решения в Северной Ирландии, в Шотландии, в Албании (Косово). Но одновременно мы слышали о баскских сепаратистах и их единомышленниках – корсиканцах, о тамилах в Шри-Ланке и курдах, о сепаратизме в Каталонии и в Бирме... Весь мир потрясен взрывом насилия на Ближнем востоке. Даже в благополучных и процветающих Канаде и Бельгии в 2000-2002 годах сепаратистские движения набрали силу. В последние годы волна терроризма, апогеем которой было 11 сентября 2001 г., прокатилась по всем континентам. Что уж говорить о Чечне! Социобиология и гипотеза С. Ю. Маслова предсказывают, к счастью, что этот абсурд в текущее десятилетие должен пойти на убыль.

Итак, осцилляции в системе культуры с космическим циклом 50-60 лет реально существуют. Было бы, однако, упрощением полагать, что они обязаны своим существованием исключительно смене доминантного полушария в популяции. Как будет рассказано дальше, имеются еще колебания с тем же периодом в мировой экономике. Их происхождение остается, по сей день непонятным. Еще более загадочными кажутся глобальные долговременные изменения творческой продуктивности человечества. Они были открыты недавно, и о них полезно рассказать читателю: с одной стороны, можно получить представление о сложностях, с которыми сталкиваются работающие на переднем фронте исследований; с другой стороны, читатель соприкасается с ощущением тайны – в излагаемых ниже результатах пока непонятно почти всё...

Итак, немецкий исследователь С. Эртель (*Ertel S.*, 1996, 1997) построил индекс творческой продуктивности за каждую пятилетку с 1400 по 1800 гг. как для европейских художников, так и для ученых. Этот индекс базировался на гигантской базе данных, о которой здесь нет возможности рассказать. В данном исследовании отражалась, прежде всего, именно интенсивность творчества, а не только численность ученых и художников. Результаты этого исследования показаны на рисунке 5.2. Видны два всплеска творческой активности, происшедших почти одновременно. Для второго пика (он содержит более точную и подробную информацию) удалось заметить, что сначала вдохновение почему-то посещает художников и поэтов, а спустя 15 лет – представителей науки.

Далее, все то же было проделано для Китая. В рассматриваемый интервал времени эти два крупнейших очага цивилизации нашей планеты находились в изоляции друг от друга. Тем не менее, пики творческой активности для художников и ученых полностью совпадают (рис. 5.3). Означает ли это, что какой-то «сигнал» их синхронизирует. Для классической 11-летней макроритмики творческой активности, как уже рассказывалось (см. главу 3), вдохновение для музыкантов и ученых наступает преимущественно в эпохи максимумов солнечной активности.

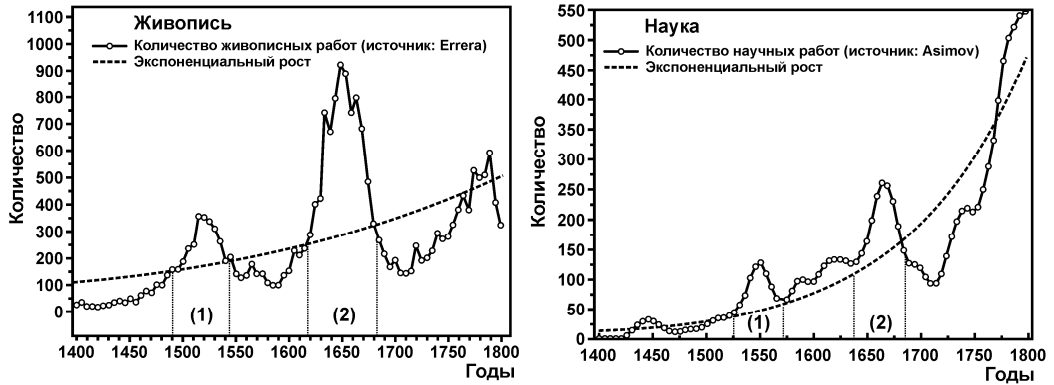


Рис. 5.2. Творческая продуктивность художников Европы (1) и творческая продуктивность ученых и мыслителей Европы (2) (Ertel S., 1996, 1997, Германия).

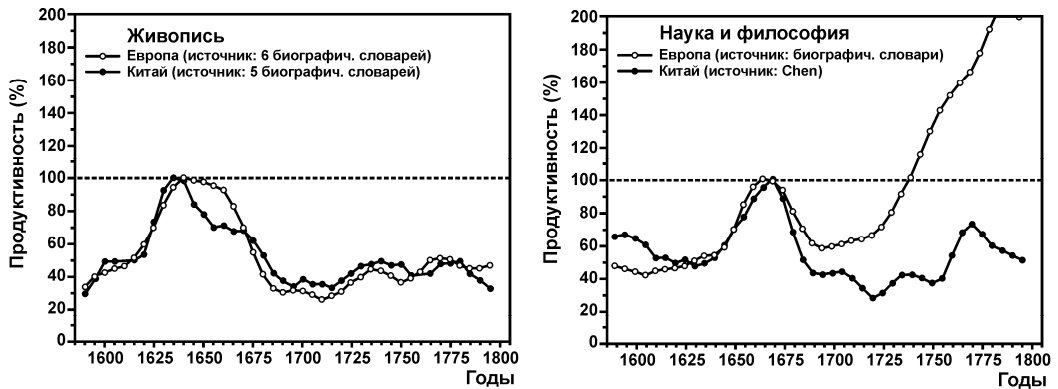


Рис. 5.3. Творческая продуктивность художников Европы и Китая (1) и творческая продуктивность ученых и мыслителей Европы и Китая (2) (Ertel S., 1996, 1997, Германия).

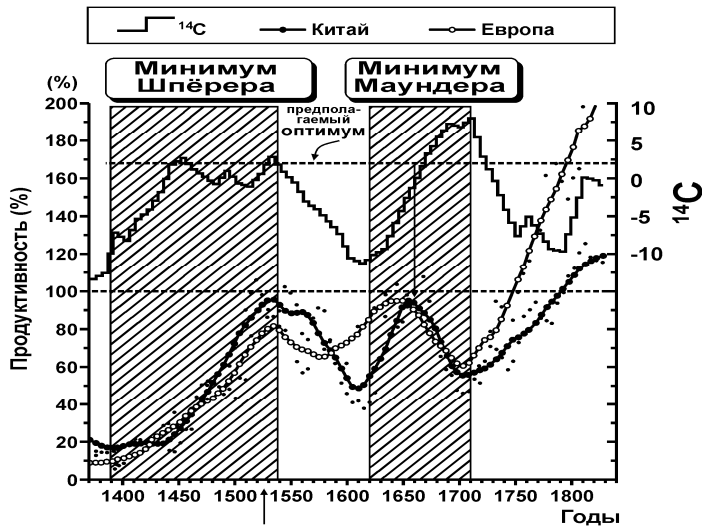


Рис. 5.4. Концентрация радиоактивного углерода  $^{14}\text{C}$  (изменяется зеркально числам Вольфа) и динамика творческой продуктивности в Европе и Китае (внизу). Заштрихованные области – интервалы пониженной солнечной активности Шпегера и Маундера (Ertel S., 1996, 1997, Германия).

Может быть синхронизатором выступают вариации интенсивности сверх низкочастотных электромагнитных полей? Они, вероятно, «переводят» творческих работников в состояние, близкое к маниакальному. А это и приводит к росту творческой продуктивности. На рис. 5.4 показан итоговый результат работы С. Эртеля. Здесь вместе с кривыми творческой активности для Европы и Китая показаны крупномасштабные вариации солнечной активности – минимумы *Шперера* и *Маундера* (см главу 2). В качестве косвенного индекса солнечной активности здесь приведен график концентрации в атмосфере радиоактивного изотопа углерода  $^{14}\text{C}$ . Он генерируется галактическими космическими лучами. Интенсивность космических лучей уменьшается с ростом солнечной активности. Поэтому атмосферное содержание  $^{14}\text{C}$  тоже уменьшается при высоком уровне солнечной активности и, напротив, возрастает в эпохи долговременных минимумов *Шперера* и *Маундера*. Из рассмотрения рис. 5.4 видно, что творческая продуктивность, достигающая максимума с окончанием минимума *Шперера* (позднее Возрождение), ведет себя совсем по-иному в следующий минимум (*Маундера*) – спад начинается (около 1660 г.), когда солнечная активность еще не достигла крайнего минимального значения.

Сам С. Эртель полагает, что для «творческого благополучия» человечества просто существует какой-то оптимальный уровень солнечной активности (отмечен штриховой линией на кривой  $^{14}\text{C}$  и перенесен вертикальной стрелкой на нижние графики). Самое главное, что непонятно здесь, это природа экологического фактора, влияющего на центральную нервную систему и психику человека. С возрастанием солнечной активности возрастает уровень напряженности естественных электромагнитных полей, стимулирующих творческую продуктивность! Со снижением солнечной активности должно происходить, казалось бы, обратное. С. Эртель обнаружил, что это не так. Возможно, что решение этой загадки следует искать в каких-то особенностях электромагнитных возмущений в эпохи «великих минимумов». Так или иначе, но исключительный по своему богатству и мощи культурный расцвет, называемый в Европе Поздним Возрождением, был стимулирован сильным изменением уровня солнечной активности, отклик на эти глобальные изменения наблюдался и в Китае (историкам, конечно, было в общих чертах известно об одновременности этих событий, С. Эртель обнаружил точный синхронизм в их развитии). Ситуация повторялась для творческого подъема эпохи Нового Времени, но с особенностью, которая пока не поддается истолкованию.

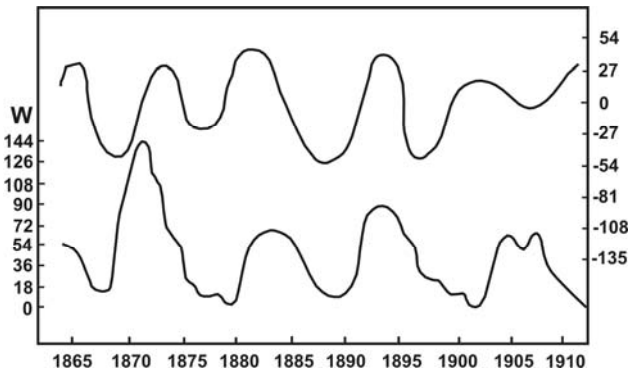
В крупномасштабной динамике культуры сейчас зафиксирован один подобный эпизод: скачок в развитии цивилизации в Европе в «век Перикла» (5 в. до н.э.) совпадает во времени с духовным подъемом в Индии и Китае, и эта эпоха «всеобщего брожения умов» приходится на гигантский «максимум солнечной активности Гомера» с последующим минимумом (напоминающим минимум *Шперера*).

Интересные эффекты космической ритмики в явлениях культуры обнаружена также в диапазоне обычных макроритмов. Например, найдено, что число лиц, пожелавших присоединиться к конгрегационалистской церкви в США в 1826-1948 гг. изменялись синхронно в разных, удаленных друг от друга приходах. В этой статистике преобладает, похоже, цикл около 9 лет (близкий период есть в магнитной активности). Этот период уже неоднократно встречался читателям (популяционные колебания, например). Но с ним можно столкнуться и при анализе других показателей социальной жизни. Вот результаты анализа поэтических текстов 20-го в. (*Шелелева С. Н.*, 1983, Россия). Анализировались такие параметры: расположение концевое рифменного созвучия; богатство рифменного созвучия; отклонение от точности рифменного созвучия. Как обычно в подобных гуманитарно-естественнонаучных работах, строился индекс, который можно было, затем исследовать, применяя мощные алгоритмы современных исследовательских технологий. Таким способом в поэтических текстах был найден 9-летний цикл и его удвоенное значение, а также знаменитый климатический цикл *Брикнера* (около 35-36 лет). Конечно, только углубленные будущие исследования позволят разобраться в причинах, по которым геомагнитная активность влияет на глубину религиозных переживаний и одновременно заставляет поэтов предпочитать использовать определенные рифменные созвучия.

### 5.3. Космическая погода и экономика

Если в климате, изменениях урожайности, в эпидемических катастрофах и творческой продуктивности присутствуют космофизические периоды, можно ли себе представить, чтобы эти ритмы не получили своего отражения в экономике? История исследований влияния

космической погоды на рынок восходит к Джонатану Свифту (1724 г.). О связи с солнечной активностью экономических циклов писали многие знаменитые авторы, включая профессиональных экономистов (*В. Джевонс*) и профессиональных астрономов (*Р. Кэррингтон*).

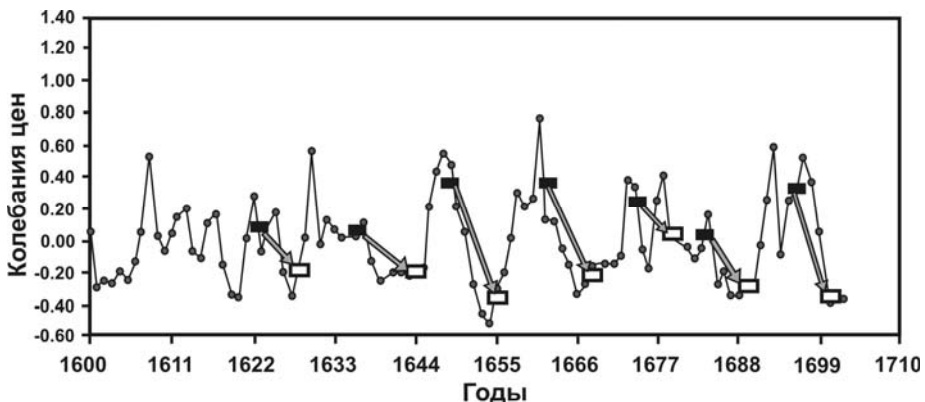


**Рис. 5.5.** Вариации урожайности кукурузы в США с 1865 по 1911 гг и солнечной активности. Верхняя линия, правая шкала – вариации урожайности в относительных единицах, нижняя линия, левая шкала – числа *Вольфа* (по М.И. Сменову (цит. по *Чижевский А.Л.*, 1995, Россия)).

Одним из важных факторов, которые влияют на состояние мировой экономики является урожайность сельскохозяйственных культур. О связи данного экономического показателя с солнечной активностью было известно еще в начале 20-го века. Так, для США была надежно установлена связь урожайности кукурузы с солнечной активностью, в которой прослеживался 11-летний период (рис. 5.5). Однако для других регионов планеты и для других сельскохозяйственных культур такая прямая связь не наблюдалась.

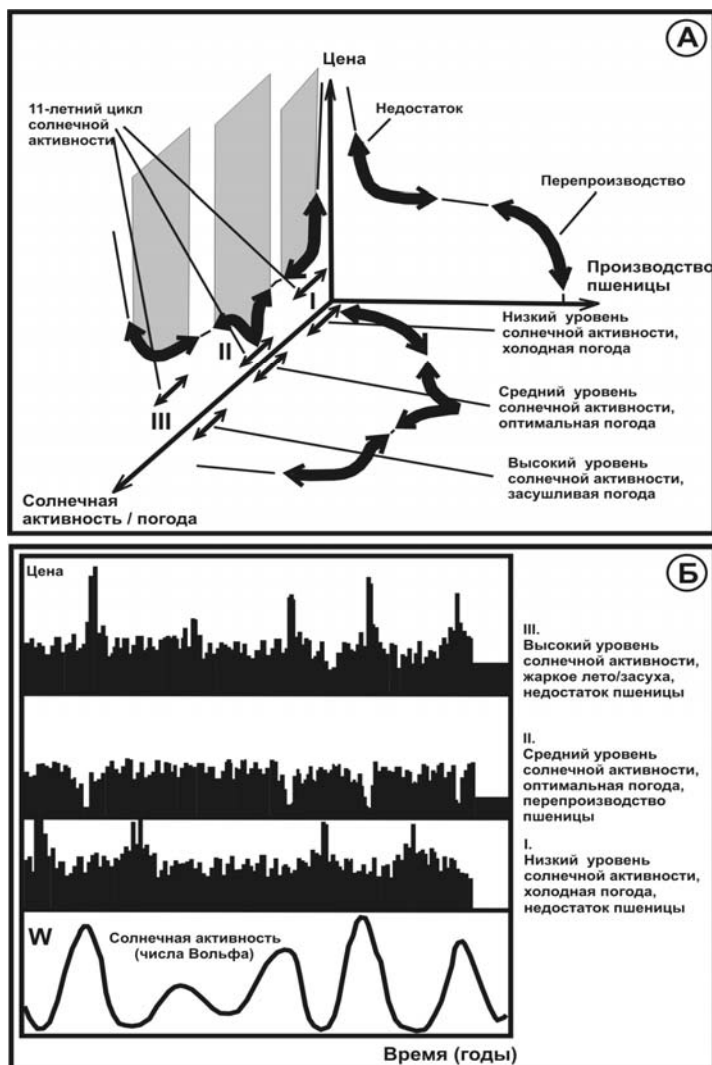
*А.Л. Чижевский* (1995) провел анализ данных, полученных разными исследователями, о связи урожайности с солнечной активностью, полученных разными исследователями. Он показал, что такая связь существует, однако в разных регионах она проявляется по-разному и может иметь разный знак, а ее характер определяется климатическими особенностями региона. Поэтому усреднение данных по большим географическим регионам не всегда является правильным. Тем не менее наличие такой связи признавали не все исследователи и по этому поводу велись длительные дискуссии.

Исследования последних лет внесли ясность в эту проблему и показали, каким образом изменение солнечной активности может оказывать влияние на продуктивность растений, в частности пшеницы, а следовательно и на колебания цен на мировом рынке (рис. 5.6).



**Рис. 5.6.** Систематические отклонения цен на пшеницу в моменты минимумов и максимумов солнечной активности за период 1600-1700 гг. Белые прямоугольники соответствуют усредненным ценам за трехлетний период, центрированный к году максимума солнечной активности, черные – соответственно для минимума. Ход солнечной активности, восстановлен по концентрации изотопа бериллия  $^{10}\text{Be}$ . (*Dorman L.I., Pustil'nik L.A. and Yom Din G.*, 2004, США).

Как оказалось, обнаруживается следующая цепочка причинно-следственных связей: *солнечная активность* → *земная погода* → *урожайность пшеницы* → *цена*. Как видно из рисунка 5.7 ключевым моментом в этой цепи является влияние солнечной активности на климатическую динамику посредством регулирования процесса облакообразования. Как известно, галактические космические лучи являются одним из важных факторов, стимулирующих образование облаков в атмосфере. Снижение их потока в периоды повышенной солнечной активности приводит к снижению облакообразования, к засухам и более высоким летним температурам. И наоборот, при низкой солнечной активности высокий поток галактических космических лучей приводит к повышению облакообразования, падению средней температуры в вегетационный период. И в том и другом случае урожайность пшеницы падает. Поэтому в 11-летнем цикле солнечной активности существуют некоторые оптимальные периоды повышенной урожайности. По-всей вероятности они соответствуют фазам повышения или снижения солнечной активности. Как следствие, в динамике мировых цен следует ожидать присутствие 11-летнего периода.



**Рис. 5.7.** Связь производства пшеницы и цен на нее с солнечной активностью. а – показана зависимость амплитуды и направления изменений цен в зависимости от погоды и солнечной активности. б – демонстрационная модель зависимости цен от солнечной активности (*Dorman L.I., Pustil'nik L.A. and Yom Din G., 2004, США*).



Статистический анализ рыночных цен на расходные материалы и сырьё, а также на пшеницу, в Англии почти за 700 лет, 1264-1954 гг., выявил совпадение параметров статистических распределений интервалов между вспышками цен и интервалов между минимумами солнечной активности. Вероятность того, что такое совпадение не случайно, т.е. причинно связано, не менее 99%. Аналогичный анализ цен на пшеницу на рынке США с 1902 по 1992 гг. также показал значимые корреляции между ценами и солнечной активностью (L.A. Pustynnik, G. Yom Din., 2004). Максимальные цены тяготеют к периодам максимумов солнечной активности. В 20-м веке эта корреляция оказалась менее значимой, чем в средневековой Англии. Возможно, это связано с развитием агротехнологий и глобализацией экономики, что смягчает негативное влияние погоды и колебаний урожая на рыночные цены.

Экономические циклы, фигурирующие в современной литературе по динамике экономических показателей, это хорошо известные космические (одновременно природные) периоды. Именно при изучении вариаций экономических показателей впервые было понято то, что динамика очень сложной системы описывается не одним каким-то циклом (ритмом), но их набором, т. е. спектром.

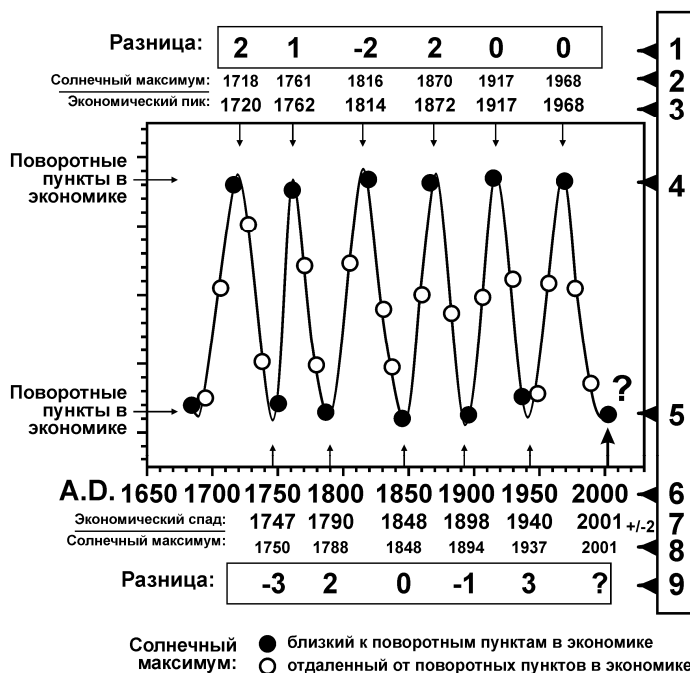
В каталоге всевозможных экономических циклов их имеется свыше тысячи (такой их перечень был составлен когда-то, чтобы облегчить задачу предсказания экономической ситуации). Если этим перечнем воспользоваться как базой данных и составить вторичный спектр «встречаемости», то получится следующий список (годы): 3,5 (у экономистов – цикл Китчина); 5,5; 8,0; 11,0 (у экономистов – цикл Жугляра, он же цикл Маркса); 18,0; 20-22; 54 («волны Кондратьева»). Очевидно, здесь представлены все уже известные читателю космофизические периоды.

Такие периоды, как «цикл Китчина» (3,5 года) могут иметь определенные региональные особенности, однако длительные экономические циклы должны принадлежать мировой экономической системе. Таковы «длинные волны» Кондратьева (названы в честь российского экономиста Н. Д. Кондратьева (1892-1938)).

О «волнах Кондратьева» написано множество работ. Они уверенно прослеживаются в мировой экономической системе с начала 18 в. сразу по многим показателям – оптовые цены, промышленное производство, число «нововведений» в промышленности и сельском хозяйстве. Параметры колебаний, видимо, несколько меняются, отражая эволюционные изменения мирового хозяйства. По сей день обобщенные показатели волн Кондратьева используются для характеристики состояния мировой экономической конъюнктуры (сейчас мировая экономика, кажется, прошла стадию минимума). О происхождении и природе этих колебаний существует много различных точек зрения, и тем самым, понятно, что вопрос этот остается нерешенным. Читателя же, разумеется, интересует возможная связь «волн Кондратьева» с солнечной активностью и экологией. Известен около 60-летний природный цикл. Близкий цикл есть в солнечной активности. Пять 11-летних солнечных циклов – если взять среднее значение для 11-летнего цикла – составляют 56 лет. Это очень близко к среднему значению периода «волн» мировой конъюнктуры ( $50 \pm 6$  лет). Имеется ли синхронизм между «волнами Кондратьева» и космофизическими показателями?

Ответ содержится на рис. 5.8 (Ertel S., 1996, 1997). Здесь показаны положения крайних точек «длинных волн Кондратьева» – максимумов и минимумов – на основе тщательного рассмотрения большого массива данных, характеризующего положение мировой экономики. Здесь приняты во внимание результаты, полученные представителями различных экономических школ, оперировавших своими независимыми экономическими показателями (эти поворотные точки тенденций мировой конъюнктуры отмечены стрелками). На графике нанесены положения максимумов солнечной активности. Те из них, которые располагаются близ экстремальных точек «волн Кондратьева», обозначают сплошными кружками, остальные – окружностями. Разности между датами сплошных кружков и датами пиков-провалов кривой выписаны в строчках 1 и 9. Как видно, только в двух случаях (из 11) эти разности составляют три года, а в среднем не превышают полугодия!

Получается, что изменения точно сопряжены с вариациями солнечной активности: если тенденции в развитии мирового хозяйства изменяются, то это непременно происходит в максимум чисел Вольфа. Маятник экономики качается «в такт» с солнечными колебаниями. Не суть важно, являются ли экономические осцилляции с полувековым периодом автоколебаниями или экзогенной ритмикой. Ясно, что мировой ритм привносится в экономику из Природы.



**Рис. 5.8.** Сопоставление данных экономических волн мировой конъюнктуры (волны Кондратьева) с солнечной активностью. Поворотные точки экономических колебаний очень близки к некоторым максимумам чисел *Вольфа*. (Ertel S., 1996, 1997, Германия).

Экономические циклы находят отражение во многих чисто социальных показателях – усиление или ослабление общественного неравенства, например. Но многие такие показатели уже непосредственно связаны с политической активностью, с изменениями психологического климата. Самый верхний график рис. 5.1, конечно же, проявление волн Кондратьева. Вот почему не может быть полной уверенности в истолковании колебаний культурологических показателей (рис. 5.1 – нижние графики), как обусловленных только нейрофизиологическими процессами смены доминирования левого–правого полушарий. В социальных системах, не менее сложных, чем организм, могут существовать скрытые связи, о которых мы сейчас не догадываемся.

#### 5.4. Преступность. Войны. Терроризм. Неужели даже социальные кризисы и революции?

Если в поведении человека присутствует биологическая составляющая, а биологические процессы контролируются солнечной активностью, то, кажется, многие социальные показатели могли бы обнаружить связь с космофизическими индексами. А. Л. Чижевский обнаружил в свое время, что с увеличением чисел *Вольфа* на территории России возрастает число преступлений, совершенных в состоянии аффекта (т. е. в состоянии утраты контроля над своими поступками под влиянием сильных эмоций). Что показывают новейшие исследования? Эти вопросы, увы, почти не привлекали внимания исследователей. Обнаружено, однако, что в статистике зафиксированных преступлений в Москве в 1978-1991 гг. действительно представлены некоторые космофизические периоды, например цикл около двух лет. Как и в случае медицинской статистики, убедительное доказательство действия глобального фактора – возникновение однотипных событий, появляющихся одновременно в далеко отстоящих друг от друга пунктах. Было выяснено, что именно такой особенностью обладают особо тяжкие преступления, зафиксированные на территории России в 1980-1990 гг. При этом был обнаружен очень странный факт: число рассматриваемых преступлений возрастает не только в дни возмущений, но и в дни, когда числа *Вольфа* и Ар-индекса

достигают минимума (т. е., когда человек лучше «чувствует» меридиан и испытывает особое состояние тревожных предчувствий, см. главу 3).

К сожалению, после *А. Л. Чижевского* никто серьезно не занимался и статистикой динамики террористических акций. Соответствующие обширные базы данных позволили бы, вероятно, выявить важные закономерности.

Интерес к вероятной цикличности военных конфликтов возник еще в 19 веке. В последующем этим занимались и профессионалы, и многие любители. В частоте следования вооруженных столкновений чаще всего называли периоды около 60 лет. Наличие именно этого цикла в военной активности сейчас кажется вполне вероятным: он близок к периоду волн *Кондратьева*, а экономическая ситуация, несомненно, может влиять как на форму разрешения конфликтов, так и на вероятность его возникновения. Некоторые авторитетные историки согласны в том, что около 60-летний цикл в войнах реально присутствует (среди них – *А. Тойнби*), но происхождение цикличности не обсуждается. Некоторые же экономисты полагали, что циклическое протекание войн может быть основной причиной возникновения «волн *Кондратьева*».

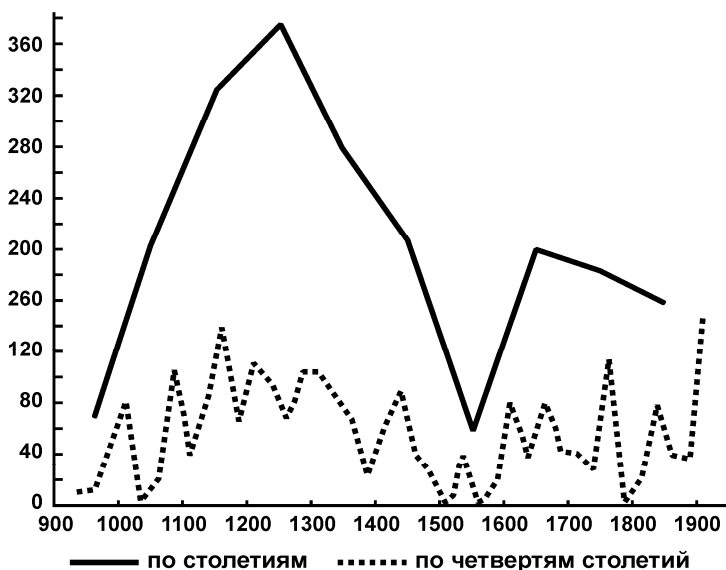
Знаменитый русский поэт *Велемир Хлебников*, глубоко интересовавшийся ритмикой социальных явлений, считал (на основе собственных изысканий), что основным периодом войн был цикл 365 лет.

Все эти данные интересны, но с точки зрения нынешних норм обоснованности научных результатов малоубедительны. Надежное выделение какого-нибудь периода в некотором ряду событий возможно только с применением количественного подхода, с использованием стандартных математических алгоритмов, как в биоритмологии. В исторических исследованиях такие подходы успешно развиваются (клиометрика), но до вопроса о периодичности войн дело не дошло. Все же имеет смысл упомянуть о двух результатах, полученных сравнительно недавно.

В качестве индекса военной активности было предложено использовать данные о военных потерях, отнесенных к численности населения данной географической области. Таким способом для Европы был составлен список «генеральных» войн – с 16-го в. до Первой мировой войны (Вторая мировая война в этот страшный каталог не вошла – она рассматривается как особая аномалия). Этот список включает в себя 8 эпизодов. Для пяти из них ясно, что они тяготеют к эпохам максимумов чисел *Вольфа*, для трех ситуация не вполне определенная.

*Р. Уилер*, проф. Канзасского Университета (США), построил «индекс военной активности». Этот индекс представляет собой сумму рангов всех «битв» за один данный год по всему миру. Индекс построен с 600 г. до н.э. до 1957 г. Конечно, к методике его построения можно предъявить определенные претензии. Разумеется, скептики, даже самые доброжелательные, могут задать в связи с этой работой множество ядовитых вопросов. Едва ли на все такие вопросы может быть найден достойный ответ. И все же. Вот перечень скрытых периодов, найденных в этом ряду чисел (пики наибольшей амплитуды, годы): 6,0; 9,6; 12,2; 17,7; 22,0; 57; 143. За исключением последней цифры, все перечисленные периоды, несомненно, принадлежат универсальному спектру периодов Солнечной системы (глава 2). Они есть либо в солнечных индексах, либо – в геомагнитных, либо представлены в обоих видах измерений. В войнах действительно имеется периодическая составляющая, большинство периодов – космические. И вполне естественно, что по данному показателю динамика системы описывается спектром периодов (среди этого набора периодов «волны *Кондратьева*» также представлены).

Социальной ритмикой очень интересовался крупнейший социолог середины прошлого века *П. А. Сорокин* (1889-1968). Друг первооткрывателя «длинных волн» в экономике *Н. Д. Кондратьева*, он был выслан из России в 1922 г. как непримиримый критик ленинского режима. Поэтому его публикации не были доступны *А. Л. Чижевскому*. В связи со своими исследованиями динамики социальной возмущенности *П. А. Сорокин* построил особый индекс, учитывающий одновременно четыре независимых параметра.



**Рис. 5.8.** Динамика социальных конфликтов в пределах России. (Сорокин П.А., Россия). По горизонтальной оси – годы, по вертикальной – уровень социально напряженности в условных единицах.

Для России изменения этого индекса почти за 1000 лет показаны на рис. 5.8. Далее П.А. Сорокин на основе рассмотрения упомянутого индекса оценивал средний период частоты следования социальных кризисов для разных стран и эпох. В среднем по всем массивам данных этот период близок к 6,0 годам. Для России – 5,9 лет, для Византии – 17,5 (в военном индексе Уилера оба эти периода представлены – социальные кризисы и войны, конечно, связаны). Сорокин относился отрицательно к идее связи космических и социальных ритмов, не усматривая серьезных оснований для вывода о влиянии солнечной активности на социальную динамику. Но значения полученных им периодов говорят сами за себя.

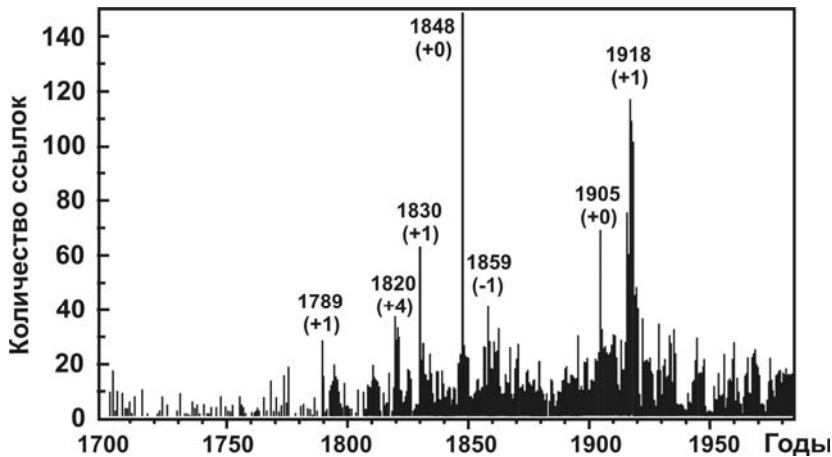
Социальные кризисы в Новое время принято называть революциями. Спустя два года после того, как П. А. Сорокин вынужденно покинул Россию, в Калуге вышла брошюра «Физические факторы исторического процесса», где как раз приводились доказательства сопряженности революций с вариациями солнечной активности (авторам книги неизвестно, знал ли Сорокин об этой работе). Автор брошюры, молодой А. Л. Чижевский, тогда не предвидел, сколько неприятностей доставит ему эта публикация («антиобщественная, антинаучная» – так было сказано в газете «Правда», 1936).

А. Л. Чижевский в своем анализе применил следующую методику: фиксировалась дата некоторого события, в котором принимало участие достаточно большое число людей; тем самым событию присваивался определенный ранг («массовое событие, имеющее более или менее крупное историческое значение» – слова Чижевского); затем нужно было исследовать, образуют ли эти выделенные даты «сгущения» близ года максимума солнечной активности и «разряжения» около минимума. Получалось, что концентрация дат действительно имеет место. С нынешней точки зрения ценность этой работы состоит в применении статистического подхода. Современники Чижевского, писавшие о влиянии солнечных пятен на общественные процессы – Д. О. Святский, В. И. Анучин – ограничивались «глазомерной» оценкой соответствия хронологических таблиц, списком дат максимумов чисел Вольфа.

Слабым пунктом методики А. Л. Чижевского был субъективизм в присвоении ранга событиям, которые подвергались дальнейшему анализу. Новосибирский биофизик А. А. Путилов (1992) преодолел эту трудность, предположив, что в подробные хронологические таблицы энциклопедических исторических изданий вообще («автоматически») попадают только «значительные» события. Надо просто измерить частоту следования дат в упомянутых хронологических таблицах в эпохи максимумов и минимумов

чисел *Вольфа*. Получилось, что такая частота следования дат в хронологических таблицах, относящихся к 1698–1963 гг. (около 18 тыс. событий), действительно статистически значимо повышается в год максимума плюс один год. Соответственно, в год минимума плюс один год «интенсивность общественной жизни», измеряемая таким способом, снижается.

В недавнее время основной вывод *А. Л. Чижевского* был еще раз независимо проверен уже упоминавшимся немецким психологом *С. Эртелем* (*Ertel S.*, 1996, 1997). Он поступил следующим образом: было дано точное определение события «нарушение социальной стабильности снизу» и составлен специальный словарь терминов (признаков), позволяющий идентифицировать такое событие с его описанием в исторических источниках (на двух языках – английском и немецком); был составлен каталог «нарушений» с использованием 18 авторитетных исторических источников; каталог за 1700–1985 гг. включил в себя 2101 событие; общее число источников с описанием (упоминанием) данного события рассматривалось как мера его значимости (самый высокий ранг – 15 из 18 получила Гражданская война 1861–1865 гг. в США); число ссылок на источники суммировалось за год независимо от числа самих событий в этот год (это годовое число ссылок на источники показано на рис. 5.9); заключительный этап анализа – измерение расстояния этих последних величин от эпох максимумов (минимумов) чисел *Вольфа* – проводился с учетом известного различия в продолжительности 11-летних циклов солнечной активности. Результат получился такой же как у *А. Л. Чижевского* – революции, как правило, случаются близ года максимума солнечной активности. Оценка вероятности получить такой результат случайно проводилась путем непосредственных вычислений с использованием «перемешивания» дат (такой прием обычно используется в современной исследовательской технологии). Получилось, что такая вероятность менее 0,001.



**Рис. 5.9.** Годовое число ссылок на нарушение социальной стабильности снизу в 18 авторитетных исторических источниках за 250 лет (*Ertel S.*, 1996, 1997, Германия).

Подробности работы *С. Эртеля* здесь представлены для того, чтобы читатель мог в какой-то степени сам судить о степени аккуратности и тщательности его анализа. В общем, приуроченность революций к эпохам максимумов солнечной активности теперь надежно установленный факт. Нет сомнений, что такая связь возникает вследствие модификации коллективного поведения природными факторами (наиболее вероятно электромагнитными), контролируемыми солнечной активностью. Толчок со стороны возмущающих физических факторов, преломляющихся в человеке через призму корково-подкорковых и вегетативно-эндокринных взаимоотношений и проявляющихся в виде эмоциональных вспышек и разных порывов человеческих чувств, может послужить агентом, провоцирующим негативное социальное поведение людей. Эмоциональные отклонения присущи человеку-личности, который является фокусом социальных отношений. Взаимосвязь эмоциональных реакций и человеческих чувств и поступков – пример единства биологического и социального. Именно через цепь процессов – физико-химических, молекулярных, клеточных, нейроэндокринных,

психических, - происходит влияние геогелиофизических факторов на человека и соответственно на социальные группы.

После знакомства читателя с тезисом этологии о врожденных программах поведения, с многочисленными примерами влияния солнечной активности на психику, центральную нервную систему здорового человека, после обсуждения присутствия космических ритмов в экономике и явлениях культуры, связь максимумов солнечной активности с революциями не представляется парадоксальной и неожиданной. Но наши представления об этих событиях должны быть пересмотрены.

Не каждый максимум активности сопровождается социальными потрясениями. Но это означает, что революционный кризис возникает как под влиянием внутренних причин, так и внешнего стимула. Сама солнечная активность не порождает революцию, она, так сказать, способствует высвобождению накопленной в обществе социально-политической напряженности. Эта напряженность, возникает под влиянием комплекса взаимозависимых причин. В свою очередь, среди факторов, порождающих напряженность, имеются и внешние: ведь «волны Кондратьева» вызывают на определенных фазах усиление социального неравенства, но сами эти колебания, как помнит читатель, сопряжены с циклами солнечной активности.

Сам механизм протекания социального кризиса включает в себя некоторые элементарные процессы, модулируемые природными факторами. Вполне вероятно, что изменяются «обычные» нормы и «правила» построения социальных иерархических структур: на политическую арену выдвигаются люди с определенными типологическими характеристиками – авантюристы, параноидально уверенные в своей правоте, умеющие «зажечь» толпу, вполне безнравственные, порой предельно жестокие, эгоцентричные. В обществе возрастает восприимчивость к лозунгам и самым примитивным идеологическим клише. В обстановке «воодушевления» особый простор для своей деятельности получают личности, у которых включены деструктивные программы поведения. Необязательно это просто люди, получающие особое наслаждение от процесса разрушения (памятников прошлого или домов национально и социально чуждых элементов). Это могут быть и кабинетные теоретики, «убедительно» обосновывающие никчемность философских традиций, ненужность «устаревшей» морали и «вредность» общепринятых направлений художественного творчества. Отрицание накопленного исторического опыта со стороны оратора истеричного, наделенного непомерным тщеславием, действует на толпу по особенному завораживающе. В этой обстановке лихорадочного бездействия и пустой суеты создается, конечно, благоприятная ситуация для активности любых психопатов и лиц, принадлежащих к уголовному миру. Создание политических клубов, сект, партий, работа митинговых собраний содействуют относительно быстрому «стиранию» личностных черт и выработке навыков коллективной «ответственности». *А. Л. Чижевский* был, конечно, прав, когда проводил аналогию между революциями и психопатическими эпидемиями.

Не является ли такой психопатическими эпидемиями периодическое обострение ситуации на Ближнем Востоке, в истории развития которой явно прослеживается выраженная 10-12-ти летняя периодичность? И почему в данном регионе за последнее десятилетие в динамике «индексов миролюбия», вычисляемых каждый месяц независимыми экспертными группами присутствуют в более чем 50% случаев все те же известные в гелио- и геодинатике периоды (0,25; 0,5; 1,0; 2,1; 2,8; 3,7; 4,8, 10-11 лет)? Не является ли такая динамика террористических проявлений еще одним ярким свидетельством правоты *А. Л. Чижевского*?

Общепринято, что теоретическое описание терроризма как социального явления полностью принадлежит гуманитарным дисциплинам. Между тем, в реальной жизни все определяется исполнителями террористического акта – особыми людьми, подбор и подготовка которых имеет решающее значение для «успеха» операции. Нет сомнений, что среди боевиков – исполнителей террористических актов и прежде, и теперь – значительную долю составляют личности патологические. Поэтому здесь снова уместно вспомнить о существовании природных факторов, влияющих на динамику психических заболеваний (включая суицидальное поведение), уголовную преступность и общую социальную стабильность.

Впервые террористическую активность непосредственно сопоставил с космофизическими индексами *А.Л. Чижевский* (*Чижевский А.Л.*, 1928). Он обнаружил, что частота следования

«актов» эсеровских боевиков в 1902-1911 гг. линейно коррелирует с числами *Вольфа*. Аналогичные результаты получились у него для частоты следования преступлений против личности и крестьянских бунтов. В последующие годы к этому вопросу никто из исследователей не обращался. Лишь совсем недавно была предпринята попытка определить типичную гелиогеофизическую ситуацию перед изолированным террористическим актом, используя перечень наиболее нашумевших покушений на политических деятелей XX века (*Владимирский Б.М. и соавт.*, 2005).

Дальнейшие исследования связи динамики терроризма с космической погодой вне сомнения представляют огромный интерес. Очевидны и немалые сложности подобных исследований. Одна из них обусловлена «конспиративностью» проведения всех подобных актов, невозможностью их ранжирования. Другая сложность связана с их разнородностью: это могут быть «традиционные» акты террора, направленные против отдельных лиц; но то же самое название используется сейчас для наименования отдельных эпизодов самых настоящих партизанских войн. Но различные виды террористических операций предполагают различные методы анализа. Вполне возможно, что для них могут выявиться и различные закономерности. Думается, однако, что здесь могут существовать и общие универсальные закономерности. В первую очередь, это касается присутствия космической ритмики в динамике терроризма за достаточно большой интервал времени (периоды этих ритмов заранее известны). Некоторой степени общности можно было бы ожидать и от характеристик гелиогеофизической ситуации, предшествующей изолированной операции.

Последние исследования, проведенные на массиве доступных данных о динамике мировой террористической активности последней трети 20-го столетия позволяет сделать следующие основные выводы (*Григорьев П.Е., Владимирский Б.М.*, 2007). Во-первых, в динамике террористической активности присутствуют известные ритмы космической погоды (солнечной активности). Те же самые периоды, включая  $5,0 \pm 0,5$  года, околоритмический цикл, около 27 суток, около двух недель – известны как биологические ритмы. Они известны и в психиатрии, в частности, в суицидальном поведении. Во-вторых, удалось обнаружить общий диагностический признак, сопутствующий совершению теракта: типичной гелиогеофизической ситуацией накануне совершения теракта является наличие градиента (возможно разного знака) в изменении гелиофизических индексов; наиболее вероятно совершение теракта при минимуме солнечной активности на максимуме геомагнитной активности; за несколько суток до террористической «операции» имеет место повышенная геомагнитная возмущенность (иногда такая возмущенность совпадает с днем «операции»). В этой связи уместно заметить, что аналогичный паттерн индекса магнитной активности имеет место для суицида либо его попытки.

## 5.5. История

В настоящее время не вызывает сомнений связь климатической динамики на Земле с солнечной активностью. Эта связь на первый взгляд не сразу заметна, она имеет крайне сложный характер причинно-следственных связей. Поэтому вокруг данной проблемы многие годы идет дискуссия и еще много остается неясного в механизмах влияния космической погоды на климат.

Климат играет важную роль в формировании окружающего человека ландшафта, растительного и животного мира, определяет возможности сельскохозяйственной деятельности и развития ремесел. Природно-климатическая обстановка одновременно является мощным этнообразующим фактором, поскольку в ней вырабатываются определенные навыки и стереотипы поведения, формируются нормы морали и культурное пространство. Таким образом, климат в определенной степени влияет на разные стороны человеческой материальной и духовной деятельности, которые являются базисом исторического процесса. Многие исследователи сходятся во мнении, что история человечества или, по крайней мере, история древнего мира, в определенной степени климатически детерминирована. На протяжении почти трех тысячелетий ход истории модулировался климатическими ритмами.

Во время развития кризисных ситуаций изменения врожденных программ поведения образуют очень сложную картину: у разных социальных групп поведение изменяется по-

разному; оно происходит под влиянием большого числа взаимозависимых причин – экологических, социально-психологических, культурных. В Истории и Природе имеются, однако, примеры, когда модификация поведения больших человеческих коллективов является звеном в совсем простой цепочке причин–следствий. В этой связи интересно глазами естествоиспытателя взглянуть на концепцию «пассионарных толчков» *Л. Н. Гумилева* (1991). Его «космо-историческая» схема приобрела большую известность среди любителей истории и неоднократно служила мишенью иронических замечаний со стороны историков-профессионалов – замечаний подчас весьма остроумных, но далеко не всегда справедливых.

В кратком виде модель *Л. Н. Гумилева* состоит в следующем: в ходе глобального исторического процесса время от времени происходят события, развивающиеся по одному и тому же шаблонному сценарию; в составе этноса – некоторой большой человеческой общности, объединенной общей исторической судьбой, национальными и культурными связями – появляется группа необычных, странных людей. Это «одержимые», «пассионарии» («пассио» – лат. страсть). Они относительно быстро организуются, выдвигают из своей среды талантливых (и тоже одержимых) лидеров и отправляются в завоевательные походы и экспедиции. Их энергии нет преград. Сметая на своем пути всех встречных и сопротивляющихся, увлекая за собой всех сочувствующих, они в своих миграциях и походах проходят многие тысячи километров. Их лихорадочная деятельность накладывает неизгладимую печать на ход истории некоторой географической области. Постепенно, однако, этот порыв ослабевает. Спустя несколько поколений энергия «пассионариев» исчезает, созданные завоевателями империи распадаются, все в округе успокаивается... Скандинавы-викинги – варяги освоили за короткое время почти всю северную Европу, открыли Америку, а последующие столетия были малозаметными на исторической арене.

Пассионарные толчки начинаются одновременно в далеко отстоящих друг от друга областях (так, в 13 в. синхронно литовцы и эфиопы). Согласно *Л. Н. Гумилеву* запускающий сигнал для появления пассионариев приходит из космоса. Если нанести на карту траектории миграций «одержимых» отрядов, получится впечатляющая картина – как будто какой-то таинственный «космический бич» время от времени «хлещет» по нашей планете. Пассионарное напряжение продолжается несколько поколений, эта «одержимость» воспроизводится в обществе и как бы передается по наследству. Некоторые исследователи предполагают, что начало каждого пассионарного толчка – это всплеск в частоте следования скачкообразных мутационных изменений. Однако, на самом деле биологические и социальные корни этого явления не так «линейно» просты и до сих пор малопонятны. Вероятно, определенную роль тут играют климатические изменения. В решении данной проблемы решающим фактором является тесное взаимодействие естествоиспытателей и представителей гуманитарных наук.

С точки зрения биологической физики явление пассионарности можно объяснить с позиций термодинамики открытых систем, находящихся далеко от состояния равновесия. Начальные стадии быстрого и мощного развития социальной группы, этноса или государства характеризуются крайне неравновесным состоянием и большим избытком «свободной энергии». «Энергетическая накачка» в обществе крайне необходима и осуществляется благодаря активной духовной и материальной деятельности людей, приводящей к усложнению организации общества (и, соответственно, снижению энтропии). Эта свободная энергия используется для совершения полезной работы, т.е. для дальнейшего развития общества (социальной группы, этноса, государства). Если «энергетическая система» работает надежно и постоянно воспроизводится, то такая общность людей продолжает успешно социально развиваться и усложняться, она начинает охватывать новые социально-экономические ниши и территории (путем военного, экономического и культурного завоевания), которые становятся для нее новым источником ресурсов для дальнейшего развития. К сожалению, историческая реальность такова, что в большинстве случаев энергия пассионариев быстро растрачивается на протяжении нескольких поколений без ее достаточного воспроизводства (диссипация энергии) и общественные образования, не способные к «энергетическому» самосохранению и развитию, поглощаются новыми и более



успешными сообществами. Таковы жесткие законы Природы. В нашем мире незнание и нежелание понимать эти законы неизбежно приводит к поражению, упадку и поглощению более сильными социально-культурными пространствами.

В данном контексте уместно отметить еще один важный факт, а именно: сложные диссипативные самоорганизующиеся системы, находящиеся вдали от термодинамического равновесия, т.е. находящиеся в метастабильном состоянии, крайне чувствительны к слабым воздействиям, в том числе и природного происхождения. «Энергия» их ответной реакции на слабые воздействия может на многие порядки превосходить энергию стимула. Это особенно хорошо видно в современных условиях глобализации мировой экономики, когда природные катаклизмы, неосторожные заявления одного политика или кризис в одном небольшом регионе могут обрушить мировые фондовые рынки и существенно повлиять на ход экономического развития в других регионах планеты. Учитывая тот факт, что факторы космической погоды оказывают влияние, как на людей, так и на природные процессы, не стоит удивляться тому, что именно космические ритмические воздействия могут в определенной степени подталкивать и синхронизировать ход исторического процесса.

Основываясь на вышесказанном, можно утверждать, что *Л. Н. Гумилев* был первым представителем гуманитарной сферы знаний, кто интуитивно предвосхитил и продемонстрировал работу законов термодинамики открытых неравновесных систем на уровне социальных систем. В связи с тем, что на момент разработки своей идеи пассионарности о термодинамике открытых неравновесных систем в естествознании практически еще ничего не было известно, эта концепция не получила должного понимания в научной среде. К сожалению, авторам приходится констатировать, что понятный для представителей естественных наук взгляд *Л. Н. Гумилева* на исторический процесс как на эволюцию термодинамически открытых социальных систем, идущую по определенным общим законам, все еще не всегда находит понимание в умах представителей гуманитарной сферы знаний.

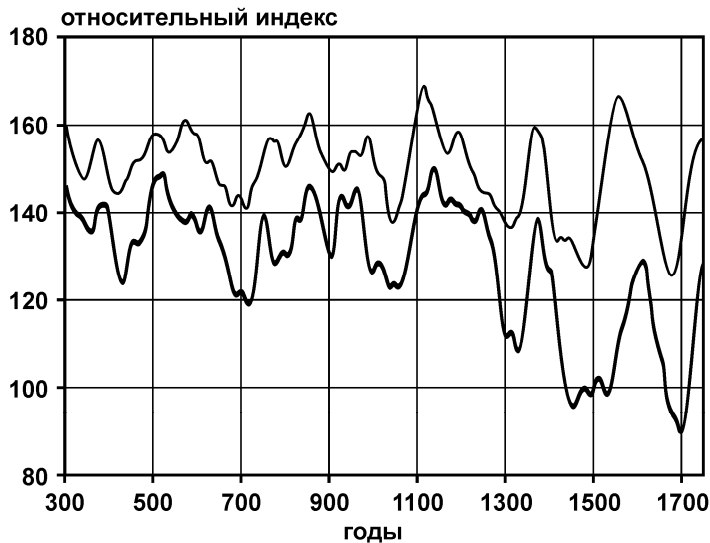
Для того чтобы разобраться в некоторых механизмах появления пассионариев, в вероятных стимулах их действий, уяснить существенные детали развития «пассионарных толчков», следует проанализировать какие-нибудь события такого типа, не слишком отдаленные от нашего времени, поскольку для таких событий возможны надежные палеоэкологические реконструкции. Такое исследование было предпринято не так давно *Г. А. Гончаровым* (1994). Он рассмотрел миграции азиатских кочевников, имевшие место в интервале 3-17 вв. н. э. Поскольку они входили в соприкосновение с окружающими их оседлыми народами, имевшими письменность, миграции датированы, обстоятельства, при которых они протекали, в общих чертах известны. Если брать самые крупномасштабные события такого рода, то на указанном временном отрезке их было всего 10 (монгольское нашествие 13 в., затронувшее Европу, выделяется среди них разве что протяженностью миграционного пути).

Сопоставление самых больших вторжений–миграций, исходивших из одной и той же зоны азиатских степей в широтном поясе  $40^{\circ}$ – $50^{\circ}$  (рис. 5.10), с палеоклиматическими данными и солнечной активностью показало, что каждому такому событию предшествовали длительная засуха и высокий уровень солнечной активности. Последние события, как читатель помнит (глава 2), причинно связаны: повышение солнечной активности влияет на циркуляцию нижней атмосферы на рассматриваемых широтах таким образом, что атлантические циклоны, несущие влагу в Центральную Азию, смещаются к северу. При небольших перепадах солнечной активности, характерных для нашей эпохи, эти изменения относительно невелики и проявляются как увлажнения–засухи с 22-летней ритмикой. Но в данном случае важны крупномасштабные вариации, такие как длительный максимум солнечной активности, близ 1400 г. и последующий минимум *Шперера* (он уже фигурировал в этой главе), см. рис. 5.11. Выявляется следующая повторяющаяся картина: в эпоху достаточно продолжительного низкого уровня солнечной активности центральные области азиатских степей увлажнены; обилие влаги соответствует обилию пищевых ресурсов; население существенно возрастает; далее наступает засушливые десятилетия; ресурсы сокращаются, степь уже не может прокормить своих многочисленных обитателей; следуют миграции.

В представленной выше цепи причин–следствий следует обратить внимание на то, что в демографической ситуации, складывающейся в Большой Степи при длительной засухе, на первых порах речь идет не о гибели от голодной смерти. Такая угроза реально может возникнуть в конце засушливого периода. Сначала имеет место локальное перенаселение, плотность населения в этом случае превышает некоторый критический уровень, определяемый имеющимися ресурсами данной географической области.



**Рис. 5.10.** Евразийские степи и расположение основного очага, откуда в Средние века следовали вторжения кочевников. Стрелками указаны направления наиболее масштабных миграций (Гончаров Г. А., 1994, Россия).



**Рис. 5.11.** Вариации солнечной активности в Средние века. Реконструкция по фиксированным в летописях полярным сияниям (верхняя кривая) и концентрации в атмосфере радиоактивного углерода  $^{14}\text{C}$ . По вертикальной оси – относительные единицы (нормировка по числам Вольфа не проводилась).

Здесь еще раз уместно вернуться к данным этологии и социобиологии. Дело в том, что известен универсальный биологический механизм, который автоматически включается в популяции, когда плотность особей в ней приближается к опасному критическому значению.

Зоологи накопили множество наблюдений над различными видами организмов, находящихся в условиях избыточной плотности особей. Оказалось, что под влиянием различных сигналов, предупреждающих о приближающейся перенаселенности, поведение животных заметно меняется: включаются программы агрессивного поведения и программы, способствующие прямо или косвенно снижению численности особей на определенной территории. Например, срабатывает комплекс программ поведения, «расщепляющий» данную популяцию на две части; одна часть «обречена» выжить в предстоящей тяжелой ситуации (и сохранить вид); другая часть «приносится в жертву». Особи, принадлежащие к этой последней части популяции, быстро приобретают вид опустившихся, больных, апатичных.

В данном случае, важно, что у некоторых видов особи, находящиеся в таком непрерывном стрессовом состоянии, рожают потомков, у которых реализуется совсем иная (альтернативная) программа поведения, заблокированная при «благополучных» условиях жизни. Запуск такой программы приводит к активации миграционных процессов и захвату новых территорий.

Самый эффективный пример относится к саранче (вспышки массового размножения которой, в Евразии приурочены к 11-летним максимумам солнечной активности). В благоприятных условиях эти насекомые живут по территориальному принципу – каждый самец имеет (и охраняет) свой участок. Но если чужие самцы слишком часто вторгаются на охраняемую территорию, (плотность популяции стала чересчур высокой), саранча откладывает яйца, из которых выйдет «походное» потомство. Эти потомки утрачивают территориальное поведение, собираются вместе, стаи быстро растут. Дальнейшее хорошо известно: стаи покидают родную территорию, вторгаются в соседние районы, двигаясь дальше, попадают, в конце концов, в области непригодные для жизни и гибнут. Цель достигнута – «избыточное» молодое поколение «выброшено» из популяции.

Описанный сценарий может быть воспроизведен экспериментально: стресс у самцов можно вызвать, разместив на контролируемых ими площадках достаточное число маленьких зеркал – частое столкновение со своими изображениями принимается ими за угрозу перенаселения.

Включение альтернативных поведенческих программ у потомства известно и у других видов. Именно угроза перенаселения является причиной «иммиграционного наступления» у леммингов: большие массы животных двигаются в «никуда»; не обращая внимания на любые опасности. Не напоминает ли это поведение пассионариев? Приведенное здесь социобиологическое истолкование «пассионарных толчков» было предложено проф. В. Р. Дольником (1992,). Изложенное, конечно же, содержит много предположений, требующих дополнительного обоснования, новых исследований. Ключевой вопрос: какие экологические сигналы модифицируют поведение человека? – будет решен, вероятно, не завтра. Среди таких сигналов электромагнитные возмущения, индуцируемые в среде обитания капризами космической погоды, могут занять, видимо, важное место.

## 5.6. Поверх междисциплинарных барьеров

Итак, влияние солнечной активности на психику, индивидуальное и коллективное поведение и, следовательно, на общественную жизнь, несомненно, существует. Оно кажется невозможным, но это до тех пор, пока не принимается во внимание биологическая сторона сущности человека. Ведь влияние космической погоды – солнечной активности – на биологические процессы доказано вне всяких сомнений!

Вместе с тем, нельзя не признать, что весь этот круг вопросов почти не изучен. Более того, он и сейчас остается вне поля зрения научного сообщества. Рекомендация А. Л. Чижевского – проявлять политическим деятелям интерес к вариациям солнечной активности – и в наши дни чаще всего воспринимается как смешное и нелепое чудачество. И это притом, что в новейшей истории космический цикл виден вооруженным взглядом: тоталитарный режим, возникший в нашем отечестве при массовом помрачении рассудка 1917 г., вводил свои войска в соседние государства регулярно каждый максимум солнечной активности: 1957 г. – Венгрия; 1968 г. – Чехословакия; 1980 г. – афганская военная компания, которая ушла в небытие в следующий по времени максимум – 1989 г.

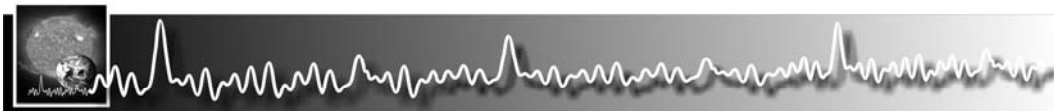
Практически, казалось бы, совсем бесполезно знать интервалы времени повышенного риска возникновения вооруженного конфликта или предвидеть очередной пароксизм

психопатической эпидемии (мировая эпидемия наблюдений «неопознанных летающих объектов» и общения с «пришельцами» протекает с ритмами 6 лет). Есть ли серьезные причины подобного равнодушия и пренебрежения к изучению социокосмических связей?

Таких причин, по меньшей мере, две.

Во-первых, мешает на подсознательном уровне традиционная мировоззренческая установка. Лучше, чем сказал об этом *К. Лоренц* (см. стр. 105) выразится невозможно. Вероятно, обидно и оскорбительно сопоставление поведения человека («венца творения») с поведением саранчи. Однако биологическое самопознание человека продолжается и всем нам придется еще услышать о себе много неприятного. И всегда будут люди, не желающие слышать о существовании у обезьян и человека общих предков, о существовании сходных базовых программ поведения...

Во-вторых, мешают междисциплинарные барьеры и, прежде всего, глубокие различия в подходе к постижению человека у Естествоиспытателей и Гуманитариев. У первых – человеческая история это эволюционный процесс, имеющий нечто общее с эволюцией галактики или бактерий. Общество – сверхсложная система, неизбежно проявляющая тенденцию к структурному усложнению, к возникновению и поддержанию автоколебаний, эта система открытая, непрерывно взаимодействующая с Природой. Читая эти строки, историк-профессионал, наверное, не сможет сдерживать улыбки... Для него история – принципиально иная форма существования... Авторы этой книги убеждены, что Гуманитарии и Естествоиспытатели в будущем... нет, не станут постигать Мир однотипно, но будут сотрудничать более эффективно в создании синтетической модели исторического процесса, в которой найдут свое место Природа и те самые «Физические факторы» *А. Л. Чижевского*, но не будет утрачено ничего ценного, что всегда составляло саму Историю.



## Глава 6. КОСМИЧЕСКАЯ ПОГОДА И ТЕХНОСФЕРА

Уважаемый читатель, вероятно, уже убедился в том, что космическая погода влияет на все без исключения биологические процессы. Действительно, этот вывод сейчас не вызывает сомнений. Но что означает такой универсализм? Какова причина тотальной зависимости биологических явлений от солнечной активности? Самое простое объяснение состоит в том, что эффекты солнечной активности каким-то образом проявляются в первую очередь на молекулярном и физико-химическом уровнях организации биологических процессов. А это значит, что можно предполагать влияние космической погоды на свойства неживых систем, которые часто используются в качестве простейших физико-химических моделей биологических процессов. Но это автоматически означает, что мы вправе ожидать влияние космической погоды и на инженерно-физические и химические системы, создаваемые человеком. Таким образом «гелиобиология» становится неизбежным следствием открытости к космическим воздействиям физических и физико-химических систем и в настоящее время мы становимся свидетелями того, что постепенно формируется новое междисциплинарное направление исследований, призванное заниматься фундаментальной проблемой влияния космической погоды на техносферу. С этой проблемой тесно связаны вопросы надежности и безопасности работы сложных инженерно-технических систем, создаваемых человеком. Это в первую очередь относится к работе энергетических, энерготранспортных и химико-технологических систем, авиационной и космической технике, систем прецизионного (особо точного) измерения, навигации и коммуникации, для которых характерны разнообразные аварийные ситуации, происходящие во время магнитных бурь. В ряде случаев эффекты влияния сильных геомагнитных бурь на технические системы можно объяснить на основе известных физических явлений электромагнетизма. Так, различные энерготранспортные системы можно рассматривать как гигантские электрические контуры, в которых наводится электродвижущая сила (ЭДС). При сильных геомагнитных бурях наведенная ЭДС может достигать величин, достаточных для электрического пробоя воздуха и возникновения аварийной ситуации. Электромагнитные системы навигации и коммуникации, используемые в авиационных, космических и других системах, перестают надежно работать вследствие резкого повышения электромагнитного фона в широком диапазоне радиочастот. Однако многие феномены по-прежнему не имеют общепринятого объяснения. Об этом далее пойдет речь в данной главе.

### 6.1. Влияет ли космическая погода физико-химические процессы?

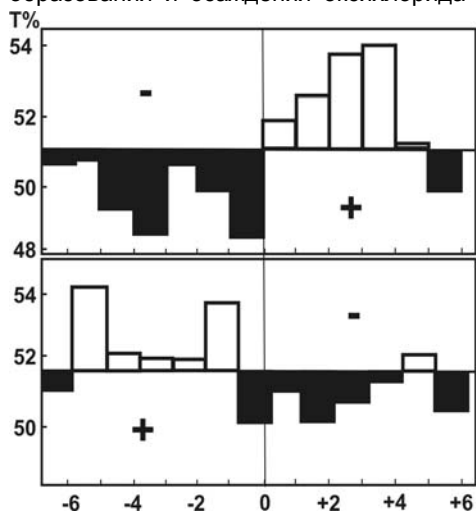
Одни из первых гипотез, призванных объяснить механизмы воздействиями космической погоды на живые и неживые системы, были основаны на том, что акцептором космических воздействий является вода. Вода по своей природе является сложно устроенным квазикристаллом, обладающим исключительной пластичностью и чувствительностью ко многим сильным, слабым и сверхслабым воздействиям. Она задействована практически во всех биологических процессах. Однако для серьезного обсуждения таких предположений не хватало экспериментальных данных.

Первые серьезные исследования по влиянию космической погоды на свойства воды были проведены известным итальянским химиком *Джоржио Пиккарди* (1895-1972) (*Пиккарди Дж.*, 1971). В качестве тестовой системы он предложил использовать реакцию осаждения оксихлорида висмута в воде, которая впоследствии получила названия теста *Пиккарди*. Стандартная процедура измерения предусматривала проведение измерений в трех вариантах – P, F и D. Измерения проводят по дифференциальной схеме. Так, например, для теста F сравнение делается между скоростью осаждения в омагниченной и обычной воде. Опыт ставится одновременно в нескольких пробирках (обычно 20). Показатель теста T – доля пробирок (в процентах), где осаждение в обычной воде проходит быстрее, чем в омагниченной. В длительной серии экспериментов *Дж. Пиккарди* показал, что скорость относительно простой окислительно-восстановительной реакции необъяснимым образом коррелирует с солнечной активностью.

Спектральный анализ временных рядов тестов *Пиккарди*, проведенный *Василиком П.В.* и соавт. (1985), показал совпадение периодов в динамике изменения свойств воды и геомагнитных и гелиофизических факторов. Он пришел к выводу, что в целом биологические ритмы можно объяснить ритмами изменения свойств воды, которые в свою очередь обусловлены влиянием внешних электромагнитных полей, контролируемых космической погодой.

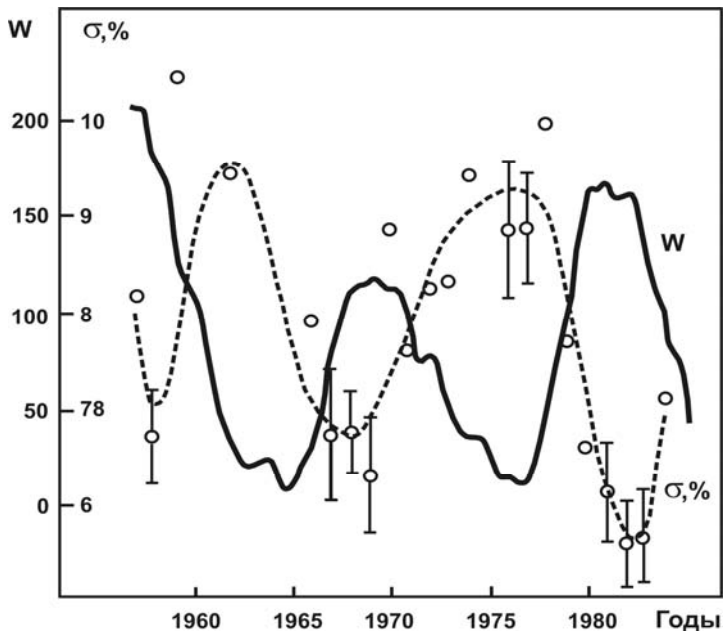
*Владимирский Б.М.* (1989) провел анализ данных *Дж. Пиккарди* и показал, что скорость образования и осаждения оксихлорида висмута коррелирует с прохождением Земли через разные сектора межпланетного магнитного поля (рис. 6.1). Как известно, при переходе нашей планеты из одного межпланетного магнитного сектора в другой изменяются частотные характеристики электромагнитного фона. Поэтому обнаруженные закономерности также можно рассматривать, как свидетельство электромагнитной природы физического посредника космической погоды.

В настоящее время существует еще несколько тестовых химических реакций, которые используют в качестве индикаторов влияния космической погоды на физико-химические процессы (унитиоловый тест *Соколовского*, окисление-восстановление дихлорфенолинофенола, свободнорадикальные реакции полимеризации и т.д.). В процессе работы с водными растворами разными исследовательскими коллективами были подтверждены данные *Д. Пиккарди* и найдены корреляции со всеми известными космофизическими индексами (включая границы секторов межпланетного магнитного поля). Самый большой массив наблюдений был накоплен в лаборатории *С.Э. Шноля* (1998). На рис. 6.2. показан многолетний ход разброса результатов для стандартизованной химической тест-реакции, проводившейся почти три солнечных цикла. По вертикальной оси – нормированное на среднее стандартное отклонение. Точки – средние за год (сотни опытов), кривая – аппроксимация. По вертикальной оси – годы. Дисперсия возрастает в минимумы активности примерно в 1,5 раза. Эти результаты со всей очевидностью свидетельствуют о парадоксальном факте, а именно: физико-химические и биологические системы «шумят» сильнее в годы минимумов солнечной активности, т.е. они как бы более «свободны» в «выборе» своего состояния. Тем не менее, в этих «шумах» всегда присутствуют гео-гелиофизические периоды (рис. 6.3).

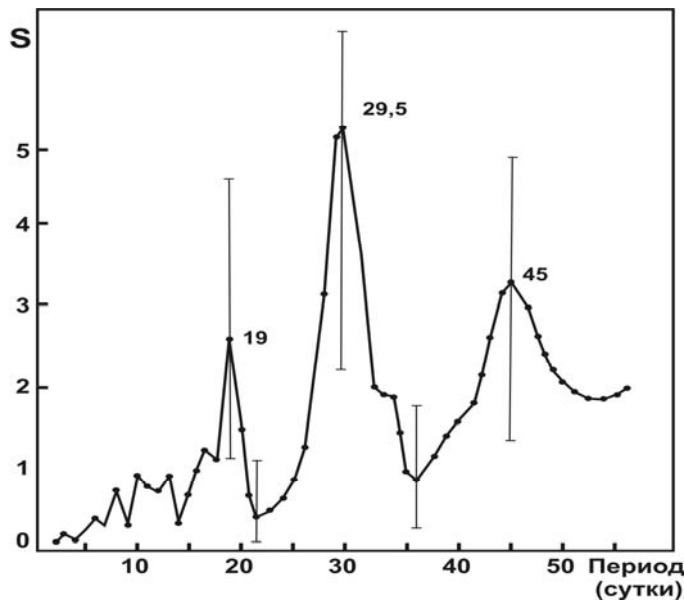


**Рис. 6.1.** Изменение показателя теста Пиккарди F в дни смены знака межпланетного магнитного поля (обработка по методу наложения эпох оригинальных наблюдений самого Пиккарди 1958-1967 гг.) (*Владимирский Б.М.*, 1989, Украина). Знаки «+» и «-» означают разные сектора межпланетного магнитного поля; «0» - соответствует дням смены знака межпланетного магнитного поля.

нормированное на среднее стандартное отклонение. Точки – средние за год (сотни опытов), кривая – аппроксимация. По вертикальной оси – годы. Дисперсия возрастает в минимумы активности примерно в 1,5 раза. Эти результаты со всей очевидностью свидетельствуют о парадоксальном факте, а именно: физико-химические и биологические системы «шумят» сильнее в годы минимумов солнечной активности, т.е. они как бы более «свободны» в «выборе» своего состояния. Тем не менее, в этих «шумах» всегда присутствуют гео-гелиофизические периоды (рис. 6.3).



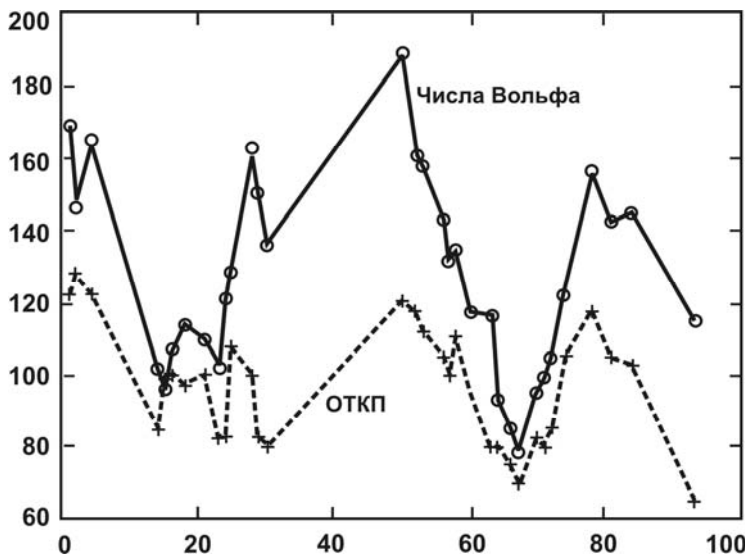
**Рис. 6.2.** Динамика солнечной активности и амплитуды макрофлуктуаций. Сплошной линией показана динамика солнечной активности по среднемесячным числам *Вольфа*, пунктиром – амплитуда макрофлуктуаций ( $\sigma, \%$ ) для химических и биохимических реакций и растворов (*Удальцова Н.В. и соавт.*, 1987, Россия).



**Рис. 6.3.** Спектр мощности ежедневных значений амплитуд макрофлуктуаций ( $S$ , усл.ед.). Цифрами показаны значения периодов (*Удальцова Н.В. и соавт.*, 1987, Россия).

Показательным примером являются результаты исследовательской группы *Г.Г. Шишкина*, которая изначально занималась совершенно другими исследовательскими задачами, но в результате была обнаружена связь свойств воды с факторами космической погоды (*Агеев И.М., Шишкин Г.Г.*, 2001). Они изучали электропроводность воды, которая является весьма чувствительным структурным параметром. Проведенные исследования показали следующее. В исследованиях зависимости температурного коэффициента

электропроводности воды был обнаружен непонятный и неприятный для людей, занимающихся очень точными измерениями, факт – коэффициент проводимости изменялся день ото дня. Никакая тщательность проведения измерений не давала стабильности в измерениях. Значения коэффициента случайным образом колебались около среднего значения, причем амплитуда колебаний явно выходила за пределы погрешности измерений. Было сделано предположение, что на воду действует дополнительный, неконтролируемый источник возмущений. Поиск такого источника привел к следующему результату, который изображен на рисунке 6.4. Как оказалось, изменения свойств воды следовали в такт изменений солнечной активности! Совсем недавно этими исследователями был получен очень важный экспериментальный факт. Оказывается, что наиболее сильные изменения электропроводности воды наблюдаются при ее обработке магнитным полем в диапазоне 7-8 Гц (Агеев И.М. и соавт., 2007). Это подтверждает предположение об ионосферном канале влияния на водные системы (влияние на частотах шумановских резонансов (см. раздел 1.5)). Но в дальнейших исследованиях выяснилось, что не все так однозначно. Вода в металлическом контейнере лучше реагирует на изменение солнечной активности, чем в стеклянном или пластмассовом, а прямая корреляция, подобная представленному выше графику, периодически меняется на обратную. (т.е. графики, идущие в фазе, начинают изменяться в противофазе). И при всем при этом определенное воздействие на экспериментальные водные образцы оказывает исследователь (тепловое излучение рук). Таким образом получается, что вода действительно чутко реагирует на крайне слабые изменения внешних факторов.



**Рис. 6.4.** Изменение чисел Вольфа (сплошная линия) и значения относительного температурного коэффициента проводимости воды (ОТКП) (штрих-линия). Левая шкала – числа Вольфа и ОТКП в условных единицах (Агеев И.М., Шишкин Г.Г., 2001, Россия).

В настоящее время количество экспериментальных данных, свидетельствующих о корреляциях свойств водных растворов с космической погодой, не так много, но оно постоянно растет. Например, показано влияние космической погоды на выход продуктов радиолиза воды (Ерошев М.Е., Шейнина А.В., 1986), на свойства электролита кислотных аккумуляторов (Barber D.R., 1962), на процессы полимеризации акрилонитрила (Piccardi G., 1962, Италия), на автокаталитическую реакцию Белоусова Жаботинского (Опалинская Ф.М., Агулова Л.П., 1986), скорость окисления ароматических аминокислот (Москалянова Е.М., Салей А.П., 1984). Но даже такой небольшой массив данных позволяет сделать вывод о достоверном наличии такой связи. Этот феномен пока не имеет общепринятого объяснения, однако не вызывает сомнения, что в данном случае мы имеем дело с фундаментальным явлением, которое требует дальнейшего тщательного исследования.

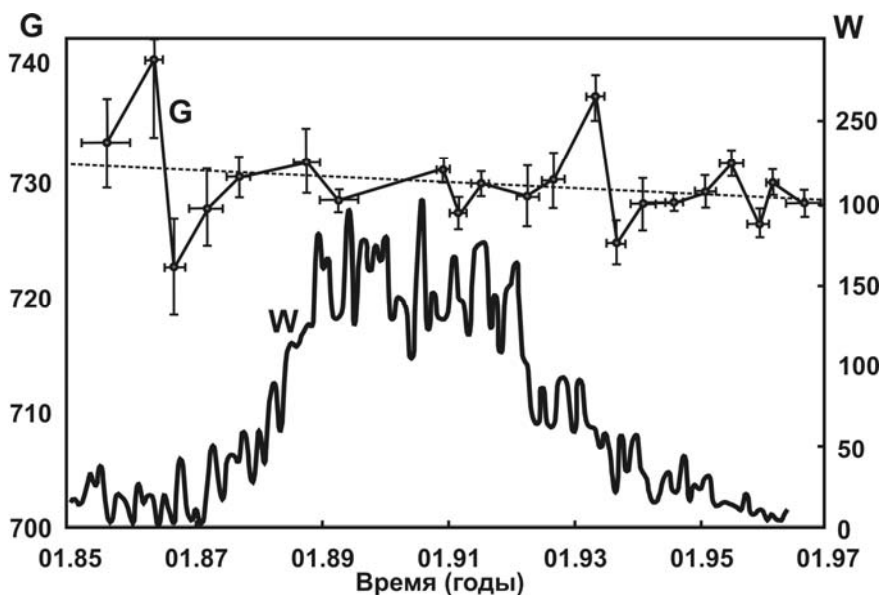


## 6.2. Влияет ли космическая погода на твердые тела?

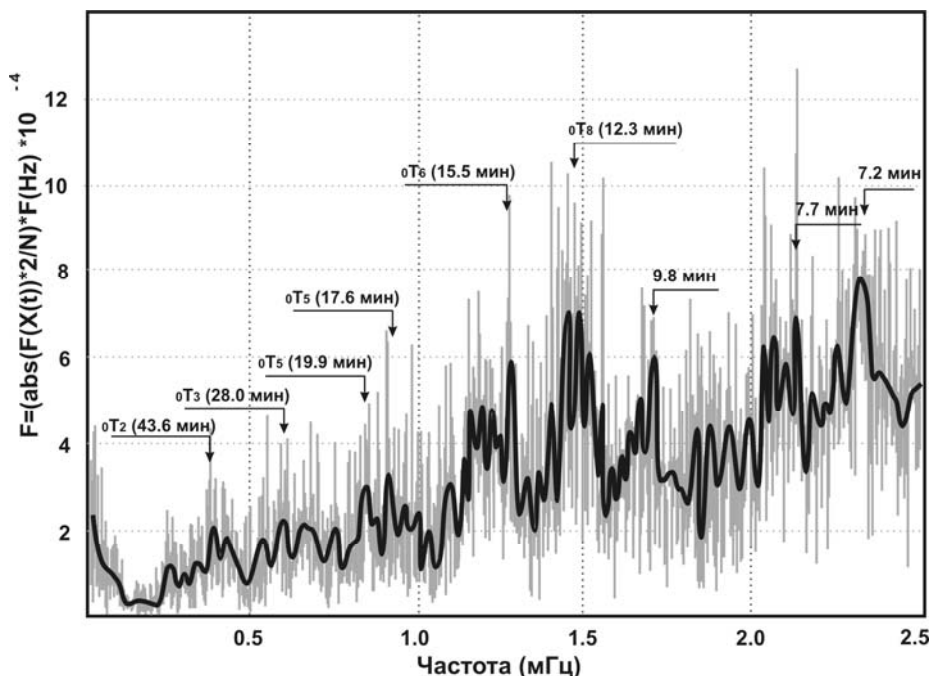
Не так давно было обнаружено, что космическая погода может влиять и на кристаллические тела. Открыто это было в попытках понять причину невоспроизводимости результатов измерений постоянной гравитации на классической установке с крутильным маятником. Одна из таких установок, работающая за упомянутым принципом, была переведена в принципиально новый режим измерений – мониторинг. Было сделано большое число измерений ( $5 \cdot 10^4$ ), что позволило провести анализ космофизических воздействий довольно полно. Основные результаты этого анализа сводятся к следующему:

- измеренное значение константы выше в дни пониженной магнитной активности; в эти же дни выше дисперсия измерений;
- дисперсия измерений зависит от степени возмущенности дневной ионосферы;
- в результатах измерений присутствует эффект знака межпланетного магнитного поля: измеренное значение константы выше в дни отрицательной полярности;
- в результатах измерений имеется суточный эффект; заметны и некоторые известные космофизические периоды – например, около 27 суток.

Конечно, при таком изобилии экспериментальных данных оказалось возможным построить качественную модель влияния космической погоды. Прежде всего, действующий агент – низкочастотное электромагнитное поле, которое проникает внутрь вакуумной камеры установки. А природный электромагнитный фон, как известно, зависит от состояния ионо- и магнитосферы, прохождения Землей секторов межпланетного поля, метеорологической динамики. Единственный чувствительный элемент прибора – тонкая, находящаяся под механическим напряжением нить подвеса крутильного маятника (никель). Возникает предположение, что слабое фоновое низкочастотное электромагнитное поле может влиять на упругие параметры нити подвеса. Может ли такое быть? Такое предположение, на первый взгляд, кажется не совсем корректным. Однако новейшие модели, рассматривающие эффекты действия нетепловых электромагнитных полей на немагнитные кристаллы, такую возможность допускают и даже предполагают. Речь идет о влиянии этих полей на динамику дислокации в кристаллах. Описание физики этих интересных явлений остается, понятно, за пределами данного текста, но оно легко доступно (*Golovin Yu.I.*, 2004).



**Рис. 6.5.** Зависимость значений гравитационной постоянной ( $G$ ), измеряемой методом Кавендиша, от чисел Вольфа ( $W$ ) (1985 – 1997 гг.). Данные сгруппированы для интервалов времени, указанных горизонтальными чертами, вертикальные черты – стандартные отклонения. Числа Вольфа – средние за месяц (шкала справа). Данные нестабильны для эпох подъема и спада активности (*Измайлов В.П. и соавт.*, 1998, Россия).



**Рис. 6.6.** Спектр Фурье вариаций тока в системе «световой эталон – ФЭУ-140». Вместо «гладкой дорожки» разброса, соответствующей классическому фликкер-шуму, наблюдается структура полос, которая хорошо видна на сглаженном спектре (черная линия). Устойчивые периоды выявляются из анализа большого числа таких спектров. По вертикальной оси – спектральная плотность, умноженная на частоту. По горизонтальной – частота в миллигерцах (Брунс А.В., Владимирский Б.М., 2007).

Новым этапом в таких исследованиях является длительный автоматизированный мониторинг каких-то совсем «простых» систем, таких, например, как «радиоактивный эталон плюс детектор частиц», «световой эталон - фотоумножитель», темновые или рабочие токи через транзисторы или микросхемы. Приборы либо располагают в далеко отстоящих друг от друга пунктах – и изучают синхронно происходящие изменения, либо помещают в особо стабильные условия. Полученные к настоящему времени данные несут предварительный характер, некоторые результаты нуждаются в подтверждении. Однако, определенные эффекты космической погоды здесь уже обнаружены. Важнейшие из них таковы (Шноль С.Э., 2000, Владимирский Б.М., Брунс, 2004, Брунс А.В., Владимирский Б.М., 2007):

- имеются суточные вариации; эти вариации демонстрируют сложное поведение; имеется как солнечно-суточная, так и звездно-суточная составляющие; многие свойства этих вариаций пока остаются непонятными;
- наблюдаются вариации с известным космическим периодом около 27–30 суток;
- наблюдаются изменения дисперсии измеряемых параметров при переходе от магнитовозмущенных условий к магнитоспокойным.

Самым неожиданным в этих исследованиях было открытие коротко-периодических вариаций в диапазоне от 10 минут до часов. Они свидетельствуют о том, что мы имеем дело не с чистым фликкер-шумом. Происхождение этих вариаций остается пока неясным. Некоторые из найденных устойчивых периодов совпадают с хорошо известными гармониками собственных сейсмических колебаний Земли – 12,3; 15,5; 17,6 минут; некоторые, возможно, имеют космическую природу, так как обнаруживаются в вариациях геомагнитного АЕ-индекса и акустических колебаниях на Солнце (Владимирский Б.М. и соавт., 1995).

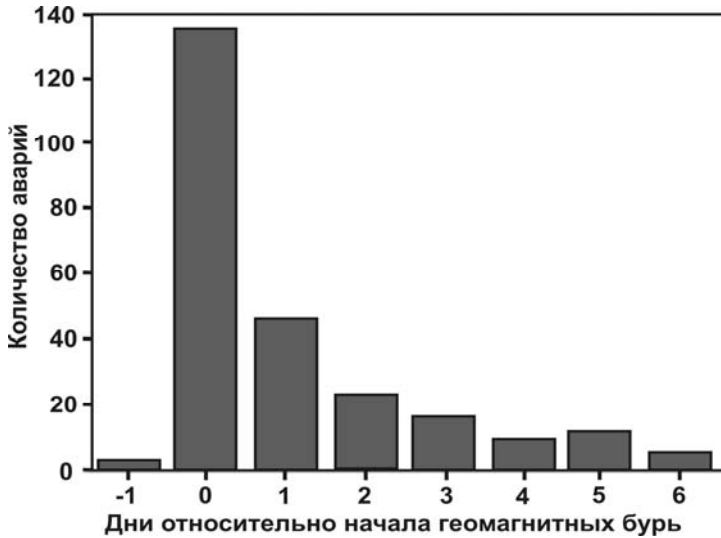
Таким образом, шумы, возникающие в электронных устройствах в определенной степени несут «отпечаток» воздействия космической погоды, и скорее всего вызваны изменением электромагнитного фона в пунктах наблюдений.

Если в элементах, из которых состоят различные инженерно-физические системы, происходят явления, связанные с космической погодой, то обязательно должна обнаруживаться связь этих явлений с космофизическими показателями. Подобный класс

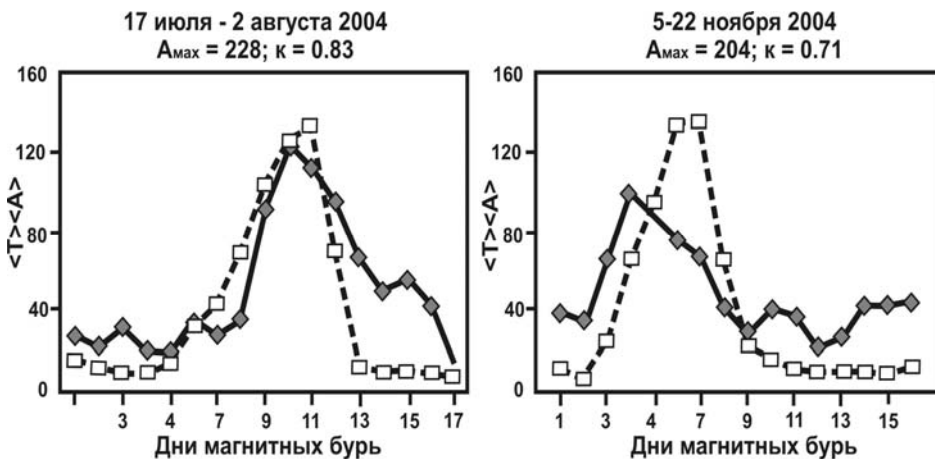
таких явлений теперь обнаружен и он постепенно расширяется. Ниже представлены два интересных и важных с точки зрения безопасности человека примера:

– частота следования аварий на международных авиатрассах достоверно возрастает во время магнитных бурь (рис. 6.7). Установлено, что только часть этих катастроф происходит из-за ошибок пилотирования (т.е. из-за воздействия космических агентов на психофизиологическое состояние пилотов);

– найдено, что нетривиальные сбои функционирования автоматизированных систем управления железнодорожным транспортом достоверно возрастают во время магнитных бурь (рис. 6.8.).

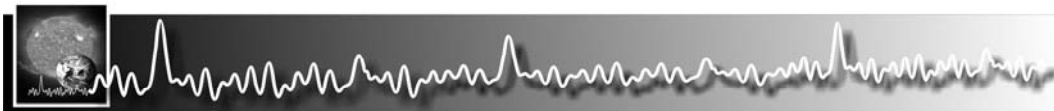


**Рис. 6.7.** Количество авиакатастроф на международных авиалиниях до, во время и после магнитных бурь. По Вертикальной оси – число событий, по горизонтальной – дни относительно геомагнитной бури (Конрадов А.А. и соавт., 2005, Россия).



**Рис. 6.8.** Связь сбоев функционирования автоматизированных систем управления железнодорожным транспортом с космической погодой. По вертикальной оси – суточный индекс магнитной активности  $A$  и суммарная в данные сутки продолжительность аномальных сбоев в системе управления Южно-Сибирской железнодорожной магистрали  $T$  (десятки минут); шкалы совмещены, ромбы – продолжительность  $T$ , квадраты – величины  $A$ . над графиками указаны даты магнитных бурь,  $A_{\max}$  – максимальное значение  $A$ -индекса в данную бурю.  $k$  – коэффициент корреляции между  $A$  и  $T$ . По горизонтальной оси – сутки, отсчитываемые от начала интервала (Касинский В.В. и соавт., 2006, Россия).

Таким образом, в последние десятилетия стало ясно, что вариации солнечной активности сказываются не только на функционировании организмов, но они каким-то образом воздействуют на разнообразные физико-химические системы. Поэтому известный тезис *А.Л. Чижевского* о том, что «влияние солнечной активности на организмы – это общебиологическая закономерность» можно заменить на более общий фундаментальный вывод: «влияние солнечной активности – это общая физико-химическая закономерность». Такая формулировка, вне сомнения, является крупномасштабной экстраполяцией и она требует основательного экспериментального обоснования. Эффекты космической погоды на физико-химическом уровне являются серьезным аргументом в пользу того, что воздействие осуществляется через фоновые электромагнитные поля, а проблема первичных механизмов действия сверхслабых электромагнитных полей на биологические системы является не только биофизической, но и общезначимой задачей.

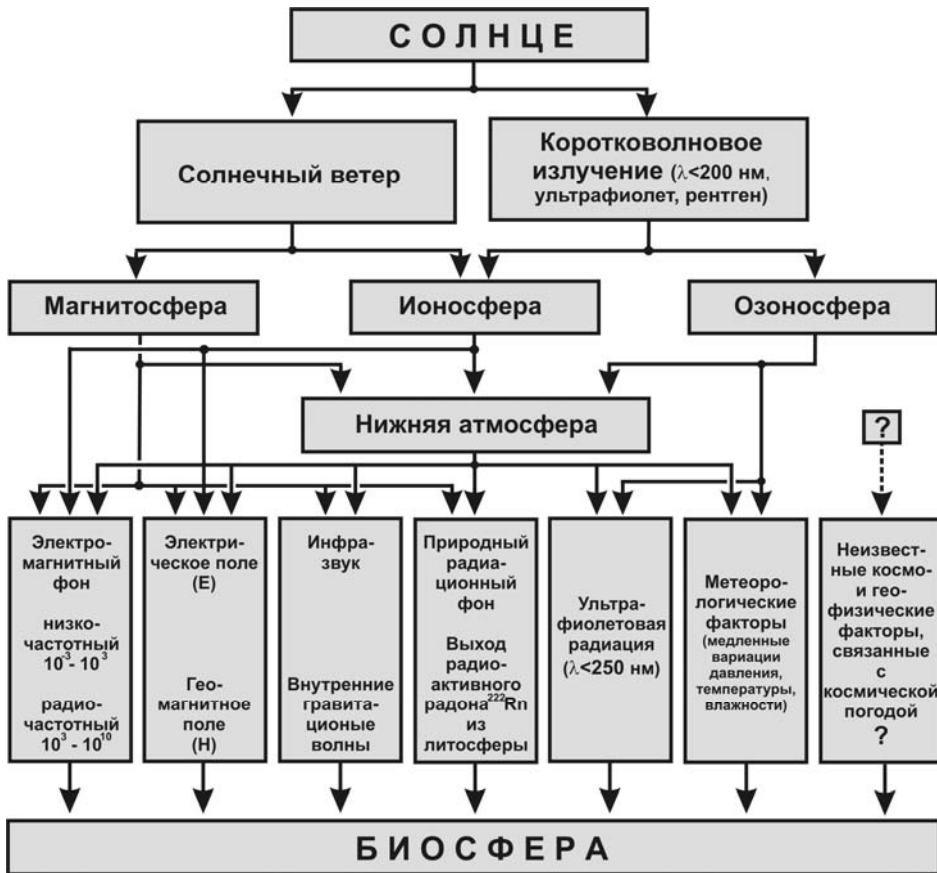


## **Глава 7. КАКОЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ФАКТОР ЯВЛЯЕТСЯ ГЛАВНЫМ В ПЕРЕДАЧЕ ИЗМЕНЕНИЙ КОСМИЧЕСКОЙ ПОГОДЫ В БИОСФЕРУ? ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ПРОВЕРКА**

Вопрос, вынесенный в заглавие этого раздела, в настоящее время является одним из главных в современной гелиобиологии. Это сложный вопрос, поэтому авторы вынуждены сразу предупредить, что приводимые в этой главе материалы рассчитаны на подготовленного читателя. Из предыдущих глав читатель уже знает в том, что существует огромный массив данных, свидетельствующий о связи земных процессов с космической погодой. Список феноменов постоянно расширяется. Однако по-прежнему малопонятными остаются физические и биологические механизмы, отвечающие за реализацию такой связи. В конечном итоге суть проблемы сводится к поиску ответов на два главных вопроса: какие экологические факторы, контролируемые космической погодой, оказывают непосредственное воздействие на биологические системы и каковы биологические механизмы, определяющие разнообразие реакций живых организмов на воздействие этих факторов?

Ответ на первый вопрос в настоящее время более-менее ясен и он лежит в области исследований солнечно-земной физики. В самых общих чертах пути воздействия солнечной активности на среду обитания показаны на рисунке 7.1. Здесь выделены два основных канала воздействия – через изменения коротковолнового излучения и ионосферу (солнечная активность), а также через изменения в солнечном ветре – магнитосферу (геомагнитная активность). Уместно еще раз подчеркнуть, что в первом случае воздействие суммируется по всему солнечному диску (по всем активным областям), во втором – влияние ограничивается активными областями в узкой зональной области данного солнечного полушария с запаздыванием в 3-5 дней. Здесь не показан еще один возможный канал связи, который значительно реже обсуждается в литературе, – это космические галактические и солнечные лучи, поток которых модулируется солнечным ветром.

В среде обитания на живые организмы действует комплекс факторов. Ряд факторов, такие как электромагнитные поля крайне низких частот, проникают в лито- и гидросферу, оказывая воздействие практически на все живые организмы биосферы. Другие факторы могут оказывать действие только на ограниченных пространствах и их параметры сильно зависят от состояния атмосферы (радиочастотный электромагнитный фон, инфразвук, электрическое поле, ультрафиолетовое излучение и др.).



**Рис. 7.1.** Общая схема влияния солнечной активности на Биосферу. Показаны два основных канала воздействия: через солнечный ветер – магнитосферу и через коротковолновое излучение – ионосферу и озоносферу. Отсутствие точного знания о других источниках влияния на биосферные процессы символизирует стрелка со знаком вопроса на правой крайней части схемы и означает, что на нынешнем этапе исследований не все пути воздействия космофизических факторов раскрыты.

Ясный ответ на второй вопрос, т.е. о биологических механизмах действия слабых факторов, который по своей сути является фундаментальным биофизическим, пока еще остается открытым. Это связано, с одной стороны, со сложностью исследований влияния крайне слабых факторов на фоне сильных экспериментально неконтролируемых шумов, а с другой, - с отсутствием ясных теоретических представлений о физических механизмах воздействия таких слабых факторов. Эти обстоятельства часто являются причиной острых дискуссий, необоснованной критики, а порой откровенного недоверия к перечисленному кругу научных проблем. Тем не менее, имеющийся современный массив экспериментальных данных позволяет сделать некоторые выводы, о которых пойдет речь ниже.

## 7.1. Биологическая активность слабых электромагнитных полей

Экспериментальное обнаружение биологической активности слабых (сверхслабых) электромагнитных полей – одно из самых важных достижений современной биофизики и экологии. В настоящее время природные электромагнитные поля рассматривают в качестве главного посредника между активностью солнца и биологическими процессами. Это и не удивительно, потому что наибольшее количество корреляций биологических процессов с солнечной активностью выявлено с использованием гео- и гелиофизических индексов, которые в той или иной степени характеризуют электромагнитную обстановку окружающей

среды. Постепенно становится понятным, что вариации амплитуд электромагнитных колебаний на разных частотах тоже необходимо рассматривать как особый экологический фактор фундаментальной важности. Следует отметить, что это все еще гипотеза, но которая в настоящее время имеет под собой серьезную экспериментальную базу, поэтому данный вопрос мы рассмотрим более подробно.

Идея экспериментальной проверки биологической активности электромагнитных полей, близких по своим частотным и амплитудным характеристикам к природным, возникла практически сразу после того, как были установлены основные механизмы воздействия солнечной активности на защитные оболочки Земли (раздел 1.5). Однако в то время большинство исследователей были убеждены в том, что низкочастотные электромагнитные поля не могут вызывать какие-либо реакции со стороны живых организмов, потому что энергия таких воздействий на несколько порядков меньше энергии, приходящейся на единицу степени свободы теплового движения молекул. Поэтому вопрос о биологической активности и экологической значимости природных электромагнитных полей автоматически снимался с рассмотрения. В такой обстановке накопление экспериментальных данных о влиянии электромагнитных полей нетепловой интенсивности проходило медленно и крайне трудно. Экспериментальные данные о высокой чувствительности живых организмов к таким воздействиям встречались научной общественностью с откровенным недоверием.

Ситуация изменилась после публикаций А.С. Пресмана (Пресман А.С., 1968). Он обобщил имеющиеся на тот момент экспериментальные данные и выдвинул три принципиально важных постулата, которые стали базовыми в последующем становлении и развитии нового раздела современной биофизики – электромагнитной биологии неионизирующего излучения. Коротко их можно сформулировать следующим образом: природные и техногенные электромагнитные поля влияют на биологические процессы; внутренние электромагнитные поля живых организмов участвуют в регуляции биологических процессов; электромагнитные поля принимают участие в коммуникации между организмами. Такой подход привел к появлению концепции об информационной роли электромагнитных полей в биосфере, которая получила серьезное экспериментальное обоснование. Итак, что же сегодня известно о биологической активности слабых электромагнитных полей?

Экспериментальный массив данных о биологической активности слабых электромагнитных полей в настоящее время огромен, и авторы не имеют возможности в рамках одного раздела посвятить читателя во все тонкости этой проблематики. Эта проблема касается не только экологической и медико-биологической значимости природных электромагнитных полей, но и в большей степени электромагнитных излучений техногенного происхождения в широком диапазоне частот. Поэтому рассмотрим только отдельные аспекты электромагнитного воздействия на живые организмы, которые принципиально важны для понимания возможных путей влияния природного электромагнитного фона на биологические процессы.

Перед тем, как рассматривать вопросы биологической активности слабых электромагнитных полей, необходимо определиться в том, как следует понимать термин «слабые». Необходимо отметить, что в электромагнитной биологии четкого критерия «слабого» или «сильного» электромагнитного воздействия не существует в силу высокой чувствительности и нелинейности ответа живого организма на то или иное электромагнитное воздействие. Тем не менее, «слабыми» часто называют такие воздействия, которые не приводят к нагреву биологических тканей. Более точный критерий, который позволяет называть такие воздействия слабыми, – это величина энергии воздействия, которая по своему уровню не должна быть больше энергии, приходящейся на единицу степени свободы теплового движения простых молекул. Однако по отношению к низкочастотным магнитным полям применяют другие критерии «слабости». Очень часто «слабыми» называют такие низкочастотные магнитные поля, амплитуда которых ниже установленных предельно допустимых уровней для жилых и офисных помещений, в данном случае это диапазон ниже 100 микротесла. Для сравнения можно привести такие данные: средняя напряженность (индукция) постоянного магнитного поля Земли составляет приблизительно 50 микротесла, а амплитуда его медленных вариаций может достигать до 1 микротесла; уровень электромагнитного фона, создаваемого электротехническими устройствами в обычных помещениях, в которых проводятся эксперименты, находится в пределах от нескольких десятков до нескольких сотен нанотесла; уровень электромагнитного фона на частотах

Шумановского резонанса для электрической компоненты составляет десятые доли милливольт на метр, а для магнитной компоненты – доли-единицы нанотесла; реакции живых организмов экспериментально обнаружены для магнитных полей начиная с единиц пикотесла (*Qin C. Et el*, 2005).

Биологические эффекты электромагнитных полей крайне низких частот (менее 300 Гц), близких по своим отдельным характеристикам к природным обнаруживаются на всех уровнях организации живых систем. Этой проблеме посвящено ряд добротных обзорных работ и фундаментальных монографий (*Темурьянц Н.А. и соавт.*, 1992; *Бинге В.Н.*, 2000). Поэтому очень кратко рассмотрим основные эффекты влияния рассматриваемого фактора на организм человека и животных.

*Влияние на центральную нервную систему.* Воздействие слабых магнитных полей крайне низких частот влияют на электрическую активность мозга животных и человека, при этом энцефалографические данные показывают усвоение разных частот действующего поля (*Gavalas-Medici R.T. et al.*, 1978; *Ludwig H.W.*, 1987). Слабые низкочастотные магнитные поля угнетают развитие условных рефлексов (*Сидякин В.Г.*, 1986; *Pavlenko V.B. et al.*, 2004), и изменяют зоосоциальное поведение животных (*Сидякин В.Г. и соавт.*, 1995). Одной из причин развития торможения на уровне интегративной деятельности центральной нервной системы являются повышения в активности серотонинэргических систем (*Zecca L. Et el.*, 1995), контролируемых уровнем мелатонина в крови, который в свою очередь определяется функциональной активностью особой нейроэндокринной железой головного мозга - эпифизом (*Burch J.B. et el*, 1999; *Pfluger D. H. et el*, 1996). Эффекты действия магнитных полей крайне низких частот на поведение и условно-рефлекторную деятельность животных связывают с изменениями также и в холинэргическом медиаторном звене. В исследованиях показано, что причиной снижения холинэргической активности в таких случаях является активация опиоидной системы мозга (*Kavaliers M.*, 1986). Такие изменения в нейромедиаторных системах головного мозга, вероятно, могут быть одной из причин магнитоиндуцированного повышения алкогольного влечения у животных, находящихся в условиях стресса (*Никольская К.А. и соавт.*, 2000). Важно также то, что слабые электромагнитные поля крайне низких частот влияют на параметры межполушарной асимметрии, которая является одной из фундаментальной характеристикой интегративной деятельности головного мозга (*Мартынюк В.С. и соавт.*, 2001). Данные результаты позволяют в определенной степени объяснить наблюдаемый феномен зависимости распределения острых мозговых нарушений кровообращения в полушариях мозга от фазы цикла солнечной активности, обнаруженной *Цыганковым К.В. и соавт.* (2007) (см. главу 3). В независимых исследованиях показано влияние магнитных полей крайне низких частот на метаболические процессы в разных структурах центральной нервной системы, при этом характер этого влияния сильно зависит от индивидуально-типологических особенностей животных (*Мартынюк В.С.*, 2001). Это обуславливает разнообразие реакций в популяции животных, которое не всегда учитывается исследователями в своих модельных исследованиях.

Один из основателей советской электромагнитной биологии *Ю.А. Холодов* (1982, 1998) считает, что из трех основных структурных элементов нервной ткани - нейрон, глия, кровеносный сосуд - наиболее чувствительной к магнитным полям является глия. При этом детальное изучение самых начальных реакций мозга в течение первых секунд и минут воздействия электромагнитных полей позволило *Холодову Ю.А.* сделать важный вывод о неспецифичности таких реакций на уровне центральной нервной системы (*Холодов Ю.А.*, 1998). Этот исследователь предлагает называть такую реакцию НАРМ-реакцией, т.е. «начальной адаптационной реакцией мозга». Принципиальным моментом такой системной неспецифической реакции является то, что при НАРМ-реакции еще не наблюдается никаких изменений со стороны периферических органов и тканей.

Исследовательская группа под руководством академика РАН *Агаджаняна Н.А.* (1992) в лабораторных условиях моделировала короткопериодные магнитные пульсации с частотами 0.05 – 5 Гц 100 нТл, которые по своим характеристикам близки к пульсациям геомагнитного поля. Результаты их исследований показали, что такие МП КНЧ повышают спонтанную ритмическую активность нервных клеток мозжечка, что доказывает возможность прямого влияния МП КНЧ на функциональную активность отдельных нейронов и целых нейрональных структур.



Таким образом, краткий анализ имеющегося в настоящее время большого массива экспериментальных данных указывает на то, что в ответ на действие электромагнитных полей, близких по своим частотным и амплитудным характеристикам к природным, со стороны центральной нервной системы наблюдаются разнообразные реакции, начиная с изменений реализации программ поведения и заканчивая элементарной биохимической и биофизической организацией нервных процессов.

*Влияние на нейроэндокринную регуляцию.* Широко известно, что эндокринные железы и, в частности, система гипоталамус-гипофиз-кора надпочечников играют важную роль в неспецифических защитно-приспособительных реакциях организма на воздействие разнообразных факторов внешней среды, в том числе и на действие электромагнитных полей (Андрейчук Л.А., 1999). Поэтому не удивительно, что в исследованиях биологической активности слабых электромагнитных полей обнаруживаются разнообразные реакции со стороны данного звена нейро-эндокринной системы организма. В частности, повышается активность симпато-адреналовой системы и увеличивается накопление адреналина в эритроцитах (Темурьянц Н.А. и соавт., 1982), сдвигаются параметры ее биоритмов (Темурьянц Н.А. и соавт., 1982). Результаты многочисленных исследований показывают фазную активацию гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системы, реакции со стороны щитовидной железы, половых желез (Гаркави Л.Х. и соавт., 1990).

В системных механизмах воздействия электромагнитных полей на живые организмы важную роль играет эпифиз, который по последним данным, участвует в регуляции циркадианного ритма посредством специального гормона – мелатонина (Темурьянц Н.А. и соавт., 1998). Эпифиз вовлекается в регуляцию разнообразных физиологических и иммунных процессов, что во многом объясняется существованием многочисленных взаимосвязей с различными структурами мозга и эндокринными железами. Показано, что, оказывая сложное влияние на состояние гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системы, эпифиз взаимодействует с различными эндокринными органами, среди которых гонады, надпочечники, щитовидная и поджелудочная железы. Причем указанное влияние имеет, главным образом, сдерживающий, ингибирующий характер. Одновременно с этим мелатонин является важным и тонким модулятором активности разных звеньев иммунной системы. Анализ многочисленных литературных данных свидетельствует о том, что слабые магнитные поля с различными характеристиками вызывают принципиально одинаковые изменения в функциональной активности эпифиза, которые сводятся к снижению концентрации мелатонина в крови.

*Влияние на сердечно-сосудистую систему.* Одной из магниточувствительных систем организма является сердечно-сосудистая система, а ее функциональные изменения, скорее всего, являются результатом нарушения транспорта кислорода в тканях. Слабые магнитные поля, в зависимости от условий эксперимента, могут оказывать аритмогенное действие на функции сердца (Кузнецов А.И., 1990) или снижать показатель вариабельности сердечного ритма (Sastre A. et al, 1998). Это в обоих случаях рассматривается как неблагоприятный фактор, свидетельствующий о напряженной работе регуляторных механизмов, контролирующей работу сердца.

*Влияние на систему крови и иммунитет.* Эффекты воздействия слабых магнитных полей крайне низких частот хорошо выявляются на показателях системы крови и зависят от частоты, интенсивности и экспозиции воздействия (Темурьянц Н.А. и соавт., 1982). В первые часы воздействия, как правило, наблюдается лейкопения, т.е. происходит снижение количества лейкоцитов в крови (Мартынюк В.С., 1995). Одновременно в режиме колебаний изменяются показатели функциональной активности лейкоцитов (Темурьянц Н.А. и соавт., 1996). Действие магнитных полей также проявляется в активизации противосвертывающей системы крови (Русяев В.Ф., 1984). Важным является тот факт, что были найдены частотные «окна», в которых наблюдались более выраженные биоэффекты синусоидальных и импульсных переменных магнитных полей крайне низких частот с амплитудами 5,1; 51 и 5100 нТл. Так показатели периферической крови существенно изменялись только в результате воздействия отдельных частот: 0,02; 0,55; 5,5; 9,5 и 80 Гц (Темурьянц Н.А. и соавт., 1982).

Иммунная система также демонстрирует высокую чувствительность к действию электромагнитных факторов. Установлено, что при действии электромагнитных полей изменяются факторы гуморального естественного иммунитета (Думанский Ю.Д. и

соавт., 1992), при этом лейкоцитарное звено проявляет наиболее высокую чувствительность к этому воздействию. Хроническая экспозиция в МП КНЧ может подавлять активность некоторых клонов клеток иммунной системы и тем самым способствовать развитию разного рода иммунодефицитов и снижению защиты организма от перерождающихся клеток (*Lyle D.B. et al*, 1988). Однако есть данные и о магнитно-полевой активации иммунных процессов, когда магнитно-полевое воздействие приводило к повышению синтетического потенциала лимфоцитов и тимоцитов, т.е. магнитные поля крайне низких частот способствуют восстановлению исходно сниженных клеточных характеристик до субнормальных и даже нормальных значений. Нормализующее и «антистрессорное» влияние слабых переменных магнитных полей 8 Гц на животных обнаружено в исследованиях *Темурьянц Н.А. и соавт.* (1982, 1988).

Как известно, одним из важных клеточных элементов иммунного происхождения в разных тканях организма человека и животных являются тучные клетки, синтезирующие и секретирующие биологически активные регуляторы - гепарин, гистамин, серотонин, катехоламины. Магнитное поле вызывает увеличение количества тучных клеток и повышает их функциональную активность, что свидетельствует о важной роли тучных клеток в изменении реактивности организма на воздействие магнитных полей, на активное участие их в иммунорегуляторном цикле. Авторами были проведены специальные исследования реакции тучных клеток на действие магнитного поля частотой 8 Гц в условиях *in vitro* (*Мартынюк В.С.*, 2001). Было показано, что тучные клетки непосредственно реагируют на магнитно-полевое воздействие повышением своей функциональной активности, при этом слабая, но достоверная реакция данных клеток была обнаружена для интенсивностей магнитного поля порядка несколько десятков нанотесла. Эта реакция усиливалась с увеличением амплитуды переменного магнитного поля. На основании этих фактов был сделан вывод о том, что данные клетки и им подобные (клетки АРУД-системы) в организме человека и животных могут выступать в роли неспецифических акцепторов магнитно-полевого воздействия, вызывая комплекс неспецифических тканевых и системных реакций, которые давно описаны в литературе, но не имели единого объяснения.

*Влияние на обмен веществ.* Многочисленные исследования показывают, что воздействие переменных магнитных полей на организм животных и человека изменяет углеводный обмен (*Колодуб Ф.А.*, 1989), при этом отмечается угнетение кислородного энергетического звена и активации бескислородного - гликолитического. Основываясь на данных литературы, можно предположить, что такие метаболические сдвиги являются отражением развития гипоксии в разных тканях организма и активации анаэробных путей энергетического обмена в клетках тканей (*Сташков А.М. и соавт.*, 1998). Существенным моментом при действии магнитных полей крайне низких частот является изменение показателей липидного обмена. При многократном воздействии магнитным полем происходит уменьшение содержания липидов в крови и в печени экспериментальных животных (*Чернышева О.Н.*, 1987). Это указывает на то, что в результате развития неспецифической адаптационной реакции организма в ответ на многократное действие магнитным полем происходит переключение метаболизма с углеводного типа на липидный. Причем, на фоне количественных изменений наблюдаются и качественные сдвиги липидного состава. Одновременно с этим наблюдаются изменения со стороны системы транспорта липидов в крови, в том числе и такие, которые в зависимости от параметров электромагнитного воздействия носят анти- или наоборот про-атеросклеротический характер.

В ряде исследований показано влияние слабых магнитных полей на процессы свободнорадикального окисления липидов (*Мартынюк В.С.*, 1992). Одновременно с этим изменяется активность разных звеньев антиоксидантной системы, которая контролирует активность свободнорадикальных процессов в клетках. Наиболее чувствительным звеном этой системы является тиол-дисульфидный обмен, контролирующий количество тиоловых групп, которые активно реагируют со свободными радикалами. Подтверждением данных о влиянии магнитных полей на свободнорадикальные процессы могут служить работы, посвященные изучению влияния данного фактора на химические реакции с участием тиоловых соединений (*Павлова Р.Н. и соавт.*, 1978).

Обнаружены изменения водно-солевого баланса в разных тканях животных, находящихся в магнитном поле, в частности выявляется повышение гидратации тканей под

влиянием магнитных полей, которое зависит от времени экспозиции и типа биологической ткани. Наиболее чувствительными и реактивными являются нервная ткань и миокард.

*Неспецифичность системного ответа организма.* В настоящее время убедительно доказано, что в ответ на единичное или длительное воздействие магнитных полей, близких по своим частотным характеристикам к природным, у животных развивается неспецифическая адаптационная реакция (Темурьянц Н.А. и соавт., 1982, 1988. Гаркави Л.Х. и соавт., 1990).. При этом указанная адаптационная реакция характеризуется повышением уровня неспецифической резистентности, которая проявляется в возрастании функциональной активности лимфоцитов и повышением активности антисвертывающей системы крови. Поведенческая адаптация проявляется в усилении процессов торможения в центральной нервной системе и повышении физиологического резерва симпатoadреналовой системы. В данных исследованиях обнаружен интересный феномен «антистрессорного» действия слабого магнитного поля частотой 8 Гц, когда у нормальных животных данный фактор вызывал адаптивную активацию системы неспецифической резистентности организма, тогда как у стрессированных животных воздействие слабым магнитным полем приводило к нормализации функциональных показателей деятельности иммунной и симпатoadреналовой систем. На основании результатов исследований реакции организма человека и животных на действие низкочастотных магнитных полей предложена классификация адаптационных реакций, которая в настоящее время широко используется в физиологических исследованиях (Гаркави Л.Х. и соавт., 1990). Согласно этой классификации существует три основных типа неспецифических адаптационных реакций, которые развиваются на действие слабых, средних и сильных по интенсивности факторов – реакция активации, реакция тренировки и стресс-реакция (по Селье). В ответ на действие слабых переменных магнитных полей развивается, как правило, неспецифическая адаптационная реакция активации. При длительном и более сильном воздействии может развиваться реакция тренировки. При этом классическую стресс-реакцию по Селье на действие магнитных полей получить практически не удается.

*Индивидуальная чувствительность и реактивность организма.* В современной электромагнитной биологии остро стоит проблема индивидуальной чувствительности и гиперчувствительности к электромагнитным полям, которая пока что в основном изучается на феноменологическом уровне. В отдельных исследованиях показано, что чувствительность животных к магнитным полям коррелирует с повышенной активностью свертывающей системы, повышенным влечением к употреблению алкоголя и повышенной активностью опиоидной системы (Никольская К.А. и соавт., 2000). Однако комплексных экспериментальных исследований, посвященных данному вопросу, крайне мало. Наиболее детально проблему индивидуальной чувствительности и реактивности животных на действие магнитных полей крайне низких частот экспериментально исследовали в Таврическом национальном университете исследовательская группа под руководством Н. А. Темурьянц (Темурьянц Н.А. и соавт., 1992; Мартинюк В.С. и соавт., 2001). Индивидуально-типологические особенности животных определяли с помощью теста «открытого поля». По результатам тестирования животные были разделены по разным группам в соответствии с их поведением в «открытом поле»: низко, средне и высокоактивные. Как известно, поведение в «открытом поле» коррелирует с такими показателями, как уровень стресс-гормонов в крови, устойчивость организма к действию стресс-факторов разной природы, к фармакологическим препаратам и ксенобиотикам. Авторами было обнаружено, что у животных с разным типом поведения в «открытом поле» в ответ на действие МП частотой 8 Гц наблюдаются разные изменения со стороны функциональной активности нейтрофилов и лимфоцитов, а также симпато-адреналовой системы. У низкоактивных животных наблюдалась более сильная активация симпатоадреналовой системы и повышение возбудимости, тогда как у высокоактивных проявлялись признаки снижения возбудимости центральной нервной системы. Исследование метаболического состояния разных структур головного мозга животных в условиях воздействия магнитным полем также подтвердило зависимость реакции организма от его индивидуально-типологических характеристик (Мартинюк В.С. и соавт., 2001). Интересной особенностью реакции организма животных на действие слабых магнитных полей является ее зависимость от исходного состояния того или иного органа или функциональной системы. Если для органа или функциональной системы исходно характерен высокий уровень

активности, то в ответ на действие слабого магнитного поля, как правило, происходит снижение активности и наоборот. В результате такой реакции исследователи достаточно часто наблюдают эффект нивелирования различий между экспериментальными индивидуально-типологическими группами. В этой связи уместно отметить тот факт, что экранирование животных от воздействия фоновых электромагнитных полей приводит к обратному эффекту, т.е. к усилению их индивидуальных различий (*Пальчикова Н.А. и соавт.*, 2003).

На основании имеющегося массива данных уже сейчас ясно, что эмоциональная сфера животных с низкой активностью в «открытом поле» более чувствительна к действию слабых магнитных полей, чем у более активных животных. Таким образом, можно считать экспериментально доказанным тот факт, что в популяции организмов всегда существуют своего рода «организмы-сенситивы», демонстрирующие повышенную чувствительность и реактивность к действию слабых электромагнитных факторов. Данная проблема имеет очень важное теоретическое и практическое значение, но все еще остается плохо изученной.

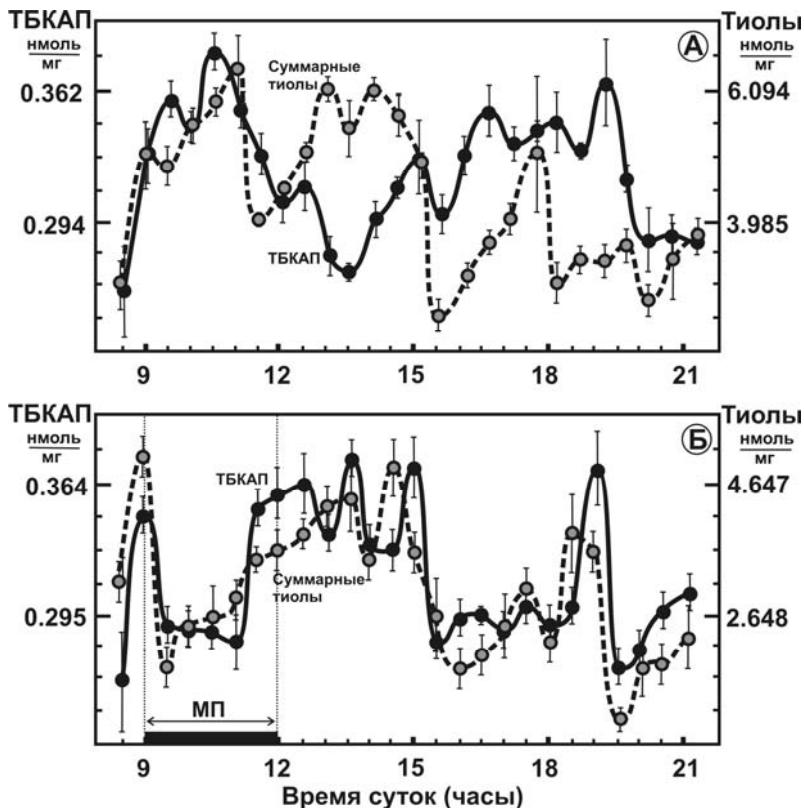
*Влияние на эмбриогенез.* В магнитобиологических исследованиях периодически обращают внимание на влияние электромагнитных полей на эмбриональное развитие, так как можно ожидать, что любые незначительные изменения в развитии функциональных систем организма могут проявиться после его рождения. Подобные исследования актуальны, однако крайне трудны в постановке экспериментов, что, видимо, объясняет немногочисленность исследований в этом направлении. В отдельных исследованиях показано, что экспозиция куриных эмбрионов в магнитном поле повышает вероятность гибели эмбрионов. При этом эффективность негативного влияния магнитного поля более высокая, если воздействие осуществляется в критические фазы эмбрионального развития (*Leal J. et al*, 1986). Негативное влияние магнитных полей, по всей видимости, начинается с некоторых пороговых значений (*Juutilainen J. et al*, 1987), а влияние магнитных полей более низких (подпороговых) амплитуд остается неизученным. Ряд исследований показывает, что на стадии гастролы эмбрионы наиболее чувствительны к действию слабых магнитных полей (*Leal J. et al*, 1986). Одной из главных мишеней влияния переменных магнитных полей рассматривают сложную систему электрических токов в эндогенном электрическом поле эмбриона, которая играет важную роль в реализации программы развития организма (*McCaig C.D. et al*, 1991).

*Влияние на биологические ритмы.* Как известно, динамика биологических систем характеризуется широким спектром периодов - от микро- и внутрисуточных до многолетних биоритмов. Согласование спектра биологических процессов с периодами гео-гелиодинамики позволяет предположить наличие явления синхронизации биологических ритмов внешними датчиками времени. *Wever R.A.* (1971) одним из первых показал синхронизирующее влияние слабых переменных электромагнитных полей на суточную ритмику организма человека, находящегося в экспериментальных условиях изоляции от воздействия природных факторов внешней среды. В биоритмологических исследованиях, проведенных в Таврическом национальном университете исследовательской группой *Н.А. Темурьянц*, магнитное поле частотой 8 Гц индукцией 5 мкТл при ежедневном трехчасовом воздействии в течение 45 суток на животных приводило к сдвигу фазу инфраничных (многосуточных) периодов разнообразных физиологических процессов. Данные факты связывают с изменениями временной организации в инфраничном диапазоне биоритмов системных регуляторных процессов на уровне центральной и вегетативной нервной системы.

В многочисленных исследованиях показано нарушение суточного ритма секреции эпифизом гормона мелатонина. Но при десинхронозе, вызванном удалением эпифиза, периодическое воздействие магнитным полем оказывает стабилизирующее действие на временную организацию физиологических процессов (*Темурьянц Н.А. и соавт.*, 1999), что свидетельствует о наличии альтернативных механизмов влияния магнитных полей, не требующих участия эпифиза.

Воздействие магнитных полей крайне низких частот не только изменяет параметры биоритмов, но и нивелирует исходные различия в параметрах временной организации физиологических процессов у животных с разными индивидуально-типологическими особенностями. Это является доказательством того, что периодически воздействующее слабое магнитное поле является синхронизирующим фактором, в ответ на действие которого у животных формируется соответствующий биоритмологический паттерн, который

по своим параметрам становится близким у всех животных, не зависимо от первоначальных различий. Одним из наглядных примеров такого воздействия является выраженный синхронизирующий эффект магнитного поля частотой 8 Гц для ультрадианных (внутрисуточных) ритмов. На рисунке 7.2. представлена динамика продуктов перекисного окисления липидов и концентрации тиоловых групп в головном мозге мышей в контрольных условиях и при однократном воздействии слабым магнитным поле частотой 8 Гц (Мартынюк В.С., 1992). Хорошо видно, что синхронизирующий эффект сохраняется некоторое время после прекращения магнитнополевого воздействия.



**Рис. 7.2.** Синхронизирующее действие магнитного поля частотой 8 Гц 30 мкТл на ультрадианную ритмику концентрации вторичных продуктов перекисного окисления липидов (сплошная линия, левая шкала) и тиоловых групп (пунктирная линия, правая шкала) в головном мозге животных. А – контрольная группа животных, Б – в условиях воздействия магнитным полем. По горизонтальной шкале – местное время суток, по вертикальным шкалам – количество исследуемых соединений в наномолях на миллиграмм исследуемой ткани; МП – экспозиция животных в магнитном поле. (Мартынюк В.С., 1992, Украина).

**Влияние на клеточном и молекулярном уровне.** Клетка является основным элементом в строении тканей и органов, содержит набор специфических структур (органелл) – митохондрии, рибосомы, лизосомы, эндоплазматическую сеть и др., которые выполняют важные специфические функции: биоэнергетическую, белоксинтезирующую, защитную, секреторную и др.. Эти органеллы весьма чутко реагируют на различные функциональные колебания активности клетки и изменения внешней среды, подвергаются обновлению (физиологическая регенерация), а при неблагоприятных условиях в них развиваются неспецифические адаптационные изменения, а в крайних случаях – дистрофические и некротические процессы. Все это свидетельствует о том, что клеточный и субклеточный уровень исследований способен существенно расширить наше понимание структурно-адаптационных реакций на молекулярно-клеточном уровне.

Исследования показывают, что слабые переменные магнитные поля изменяют скорость созревания и дифференциации развивающихся нейронов (*Lisi A. et al*, 2005). Магнитно-полевое воздействие достоверно влияет на транскрипцию разнообразных генов (*Goodman R. et al*, 1983), при этом эффекты на этом уровне зависят от частоты магнитного поля (*Goodman R. et al*, 1989). Обработка клеточных культур низкочастотным магнитным полем приводит к появлению в цитоплазме и ядре клеток белков теплового шока, что свидетельствует об активации неспецифических механизмов клеточной защиты (*Tokalov S.V. et al*, 2004). Наблюдаемые эффекты активации синтеза белков теплового шока зависят от амплитуды воздействующего магнитного поля, повышение амплитуды которого с 0,8 мкТл до 800 мкТл эквивалентно эффекту разогрева исследуемых клеточных культур с 20°C до 45°C (*Blank M. et al*, 1995). Дальнейшие исследования показали, что к воздействию низкочастотных магнитных полей чувствительны отдельные участки ДНК, обогащенные пСТСТп-последовательностями. Эти последовательности входят в состав промоторных (регуляторных) участков генов разных белков, в том числе и белков теплового шока (*Lin H. et al*, 2001).

Обнаружено влияние слабых магнитных полей крайне низких частот на устойчивость хроматина к действию ферментов, расщепляющих ДНК (*Новиков В.В. и соавт.*, 1997). Эти изменения связаны со снижением активности белков-ингибиторов (*Новиков В.В. и соавт.*, 1997). В свою очередь это свидетельствует о магнито-индуцированных конформационных изменениях в структуре белка-ингибитора, приводящих к потере его функциональной активности. Структурные изменения ДНК-белкового комплекса обнаружены и у прокариот (*Алипов Y.D. et al*, 1996). При этом максимальные эффекты регистрировали на частотах, близких к частотам ионосферного волновода, - 8,9, 15,5 и 29,4 Гц у мутантных форм, и на частотах 8,3 и 27 Гц у бактерий с диким фенотипом. Аналогичные исследования на эукариотических клетках показали максимальные эффекты магнитных полей на частотах 9 и 16 Гц (*Алипов Y.D. et al*, 1996). Эти данные свидетельствуют о том, что биологическая эффективность магнитных полей крайне низких частот на генетическом уровне в определенной степени зависит от особенностей нуклеотидной последовательности и характера взаимодействия белков с ДНК.

Слабые магнитные поля крайне низких частот способны влиять на концентрацию некоторых регуляторных молекул и ионов, выполняющих роль внутриклеточных сигналов (*Lednev V.V. et al*, 1999), а также на продукцию свободнорадикальных форм кислорода (*Simko M. et al*, 2001).

Результаты многих экспериментальных исследований, проведенных в разное время, показывают, что одной из мишеней действия магнитных полей могут быть кальций-зависимые пути внутриклеточной регуляции (*Liboff A.R. et al*, 1987; *Леднев В.В. и соавт.*, 1996), посредством которых осуществляется передача в клетку сигналов разной природы. Малые изменения концентрации ионов кальция ( $Ca^{2+}$ ) в цитоплазме могут вызывать достаточно сильные функциональные изменения в клетке, поэтому с влиянием электромагнитных полей на  $Ca^{2+}$ -зависимые пути внутриклеточной сигнализации многие исследователи связывают разнообразные эффекты данного фактора на клеточном уровне.

Важным моментом влияния слабых магнитных полей является изменение активности ряда биологически активных веществ и фармакологических препаратов. Так, например, снижается онкостатическое действие мелатонина и тамоксифена на раковые клетки (*Ishido M. et al.*, 2001; *Harland J. et al.*, 1999), не проявляет свое биологическое действие хромогликат натрия, который используется для купирования приступов бронхиальной астмы (*Мартынюк В.С. и соавт.*, 2001). Перечень таких эффектов в настоящее время постоянно расширяется.

Известно, что на мембранном уровне организации биологических объектов реализуется целый ряд специфических биологических явлений, таких, как, транспорт ионов и метаболитов, генерация и проведение электрических импульсов и т.д., которые лежат в основе информационно-энергетических потоков между клетками и средой. Поэтому влияние на структуру и функцию биологических мембран является одним из стержневых вопросов проблемы биологического действия электромагнитных полей. Показана принципиальная возможность изменения сопряженности окисления и фосфорилирования в дыхательной цепи, интегрированной в мембрану (*Холодов Ю.А. и соавт.*, 1979). Вероятно, такие изменения могут быть связаны с изменениями гидрофобности поверхности, проницаемости и

других физико-химических свойств клеточных мембран, в том числе на уровне проявления поверхностно-активных свойств природных липидов (*Martynyuk V.S. et al*, 2004).

Важное место в понимании первичных механизмов действия магнитных полей крайне низких частот на живые организмы занимают вопросы, связанные с его непосредственным влиянием на структурно-функциональные свойства биомакромолекул. В модельных исследованиях показано, что электромагнитные поля в диапазоне частот 1 – 3000 Гц изменяют активность ряда мембранных ферментов, выполняющих разные задачи в клетке (*Blank M. et al*, 1997, 1998; *Фесенко Е.Е., Новиков В.В.*, 1997). Эти эффекты связаны с изменением пространственной структуры белков (*Новиков В.В. и соавт.*, 1999), но такие структурные изменения, по всей видимости, лучше проявляются при неспецифической нагрузке белков низкомолекулярными гидрофобными лигандами (*Martynyuk V.S. et al*, 2006), что убедительно свидетельствует о непосредственном влиянии слабых магнитных полей на структурно-функциональные свойства белков.

Результаты многих магнитобиологических исследований свидетельствуют о зависимости биологических эффектов от частотных, амплитудных и экспозиционных характеристик электромагнитного воздействия. В электромагнитной биологии давно известен «загадочный» феномен частотных и амплитудных «окон», в которых имеют место выраженные биологические эффекты. В других диапазонах ответ биологической системы может отсутствовать. К сожалению, наличие таких частотно-амплитудных «окон» не всегда подтверждается в независимых исследованиях, что часто связано с разными условиями экспериментов. Тем не менее, в последние десятилетия выяснена природа некоторых таких частотно-амплитудных зависимостей. *Adey* и соотр. одни из первых обнаружили в диапазоне крайне низких частот выраженную частотную зависимость выхода ионов кальция ( $Ca^{2+}$ ) из тканей цыпленка (*Adey W.R.*, 1981), и это послужило мощным толчком к дальнейшему исследованию роли биологически значимых ионов в первичных механизмах биологического действия низкочастотных электромагнитных полей. В настоящее время благодаря работам *Леднева В.В.* (1996), *Бинги В.Н.* (2002) и ряда других исследователей указанная частотная зависимость получила ряд альтернативных теоретических объяснений. В основе предлагаемых моделей лежит явление взаимодействия заряженных ионов с постоянной и переменной компонентами магнитного поля. Согласно теоретическим представлениям для конкретного значения постоянного магнитного поля существуют определенные комбинации частот и амплитуд переменной компоненты, когда наступает явление резонанса. В таких условиях резонанса сильно изменяются параметры взаимодействия ионов, например, с белками, которые в свою очередь изменяют свою активность и запускают (или, наоборот, тормозят) в клетке каскадные метаболические реакции, которые таким образом на многие порядки усиливают исходно крайне слабый по энергии сигнал.

К сожалению, в силу специфики данной книги, посвященной общим вопросам солнечно-биосферных связей, у авторов нет возможности для более подробного изложения современных представлений о первичных механизмах действия слабых электромагнитных полей. Поэтому тем, кто имеет желание и соответствующую подготовку, необходимую для прочтения специально литературы, мы рекомендуем ознакомиться с соответствующими публикациями, представленными в списке литературы, самостоятельно. В данных публикациях обсуждается широкий спектр механизмов, которые могут реализовываться в живых объектах – индукционные явления, ионный параметрический и стохастический резонанс, ионная интерференция, биогенный магнетит и ряд других. Однако еще на одном аспекте мы все же остановимся.

*Вода как сенсор слабых электромагнитных воздействий.* Как известно, основным веществом живых организмов является вода, содержание которой в разных биологических тканях составляет от 60 до 99 %. Вода – это не только и не столько растворитель, в котором протекают все биохимические превращения. Вода является непосредственным участником метаболических и энергетических процессов. Она является главным структурообразующим фактором на бимолекулярном уровне. Поэтому среди теоретических моделей влияния магнитных полей на биологические системы «водные» теории занимают отдельное место. Особая роль воды в реализации магнитобиологических эффектов обусловлена тем, что она образует с биологическими макромолекулами единую систему, где свойства компонентов неразрывно связаны друг с другом. Это, в свою очередь, оказывает влияние на разнообразные биологические процессы, протекающие в водной среде. При этом

уникальность роли воды проявляется в том, что она непосредственно влияет на формирование и стабилизацию нативной структуры и функционирование макромолекул биополимеров, клеточных мембран и более сложных надмолекулярных образований. Так, еще Дж. Пиккарди в середине прошлого века в ходе многолетних исследований пришел к выводу о том, что в основе биологических эффектов низкочастотных электромагнитных полей лежит их взаимодействие с водой и водными системами. По мнению этого исследователя, это вызвано динамическим метастабильным состоянием, характерным для большинства растворенных в воде макромолекулярных систем.

В настоящее время большинство гипотез основывается именно на представлениях о динамической структуре воды, меняющейся определенным образом в пространстве и во времени при воздействии на нее разных физических факторов. Согласно данным представлениям именно водная квазикристаллическая метастабильная фаза является первичным акцептором магнитно-полевого воздействия. Изменения свойств воды неминуемо должны сказываться на структуре и функции белков и биологических мембран, для которых вода является той самой внешней средой, которая определяет их структурную организацию и функциональную динамику. Вероятно, по этой причине изменяются оптические свойства белков (Новиков В.В. и соавт., 1999, Мартынюк V.S. et al., 2006) и проявление поверхностно-активных свойств природных фосфолипидов (Мартынюк V.S. et al, 2004), изменяется растворимость в воде веществ и их адсорбция (Классен В.Н., 1982; Мартынюк В.С. и соавт., 1999). Учитывая чувствительность воды и водных растворов к действию разнообразных природных факторов киевский исследователь Василук П.В. (1985) высказал предположение о том, что в основе механизмов формирования биологических ритмов могут лежать элементарные физико-химические процессы в водной фазе, активность которых модулируется природными электромагнитными факторами, связанными с космической погодой. В качестве доказательства своей правоты исследователь приводит данные по совпадению основных характеристик спектров вариаций свойств воды и водных растворов и биологических процессов. Результаты исследований по динамике электропроводности воды (Агеев И.М. и соавт., 2001) и других физико-химических показателей воды и водных растворов (Ормений I. et al, 1990), а также результаты сопоставления динамики физических параметров водных растворов электролитов и показателей функциональной активности головного мозга (Макарова И., 2000) могут служить подтверждением правоты таких представлений. На наш взгляд гипотеза о том, что вода в живых системах является одним из главных акцепторов электромагнитного воздействия, является достаточно интересной и требует всесторонней скрупулезной проверки. Тем не менее, авторы вынуждены констатировать, что по этому вопросу уже многие десятилетия ведутся острые дискуссии, в которых представлен весь спектр мнений – от полного отрицания реальности влияния слабых электромагнитных полей на свойства воды, до безоговорочного принятия всех фактов, в том числе и явно противоречащих здравому смыслу. Последнее обстоятельство не способствует серьезному восприятию данной проблемы научной общественностью и тормозит развитие исследований, результаты которых могут быть крайне неожиданными и очень важными для понимания фундаментальных основ живой природы.

Таким образом, современный массив экспериментальных данных позволяет сделать следующие обобщения относительно биологической активности слабых электромагнитных полей крайне низких частот. Эффекты воздействия низкочастотных магнитных полей обнаруживаются на всех уровнях организации живых организмов. При этом наиболее чувствительными физиологическими системами к данному фактору являются нервная, нейроэндокринная, иммунная, диффузная эндокринная (APUD-система) и сердечнососудистая системы.

Главные особенности влияния низкочастотных магнитных полей, как неповреждающего фактора, на уровне целостного организма заключаются в следующем. Во-первых, изменения физиологических и метаболических показателей, в подавляющем большинстве случаев, происходят в рамках физиологической нормы реакции на обычные слабые или умеренные раздражители. Эти изменения нелинейно зависят от частотно-амплитудных и пространственно-временных экспозиционных характеристик электромагнитных полей. Во-вторых, комплекс функциональных изменений, вызванных действием слабых электромагнитных полей, свидетельствует об активации систем неспецифической адаптации организма, это приводит к повышению его устойчивости к действию других факторов. В-



третьих, воздействие низкочастотных электромагнитных полей носит выраженный синхронизирующий характер в широком диапазоне периодов биологических ритмов, что, по-видимому, является главным моментом в системных механизмах «анистрессорного» действия данного фактора. В-четвертых, общий характер адаптивного ответа организма на действие низкочастотных электромагнитных полей зависит от исходного функционального состояния организма и его индивидуально-типологических (конституциональных) особенностей.

Читатель, видимо, уже догадался, что, основываясь на приведенных выше закономерностях, невозможно дать однозначный ответ на вопрос о том, являются ли слабые природные низкочастотные электромагнитные воздействия полезным или вредным экологическим фактором. Все зависит от конкретных условий, а именно от физиологического состояния биообъекта (норма или патология), конституции организма, времени воздействия, частотно-амплитудных характеристик электромагнитного поля и т.д. Вероятно, правильным ответом на поставленный вопрос будет следующий: природные электромагнитные поля являются обязательным экологическим фактором, который постоянно влияет на живые организмы, поддерживая их адаптационный потенциал и оказывая синхронизирующее воздействие. В условиях патологии слабые электромагнитные поля становятся фактором, который может либо оказывать стабилизирующее (анистрессорное) действие, либо выступать как сенсibilизатор патологического процесса. Даже такое упрощенное представление позволяет понять, почему в популяции организмов часто наблюдают разную реакцию на изменение космической погоды.

В заключение данного раздела необходимо заметить, что вариации природного электромагнитного фона не ограничиваются только диапазоном низких частот. Космическая погода также достаточно сильно влияет на интенсивность электромагнитных излучений в радиочастотном диапазоне (см. раздел 1.4). Это влияние усиливается в связи техногенной электромагнитной накачкой ионосферного волновода в радиочастотном диапазоне, при этом электромагнитные излучения в радиочастотном диапазоне модулируются по амплитуде частотами ионосферного волновода (*Жбанков Г.А. и соавт.*, 1997; *Заботин Н.А. и соавт.*, 1999). Еще совсем недавно считалось, что поток радиоизлучения Солнца и его вариации настолько малы, что не могут оказывать никакого воздействия на живые организмы. Однако в последние десятилетия надежно показана сверхчувствительность живых организмов к воздействию электромагнитных волн миллиметрового диапазона нетепловой интенсивности (менее  $10 \text{ мВт} \cdot \text{см}^2$ ), при этом имеют место выраженные резонансные эффекты (*Бецкий О.В. и соавт.*, 2004). Ряд исследователей отмечает, что минимальные пороговые значения интенсивности электромагнитных волн миллиметрового диапазона, при которых регистрируется какая-либо реакция живого организма, лежат в пределах  $10^{-19} - 10^{-20} \text{ Вт} \cdot \text{см}^2 \cdot \text{Гц}^{-1}$  (*Сутько С.П. и соавт.*, 1994). Такие невероятно низкие пороговые уровни не всегда обнаруживаются в независимых исследованиях и по этому поводу идут ожесточенные споры. Но, несмотря на то, что в этом деле много остается неясного, большинство исследователей разделяют мнение о том, что открытие высокой биологической активности электромагнитных излучений крайне высоких частот позволяет по-новому осмыслить некоторые биофизические принципы организации и регулирования биологических процессов, а также разрабатывать принципиально новые медицинские технологии лечения заболеваний разной этиологии.

В специальных исследованиях обнаружено радиоизлучение Солнца в миллиметровом диапазоне крайне мало и оно представлено сплошным спектром, его интенсивность по порядку величин близка к пороговым уровням реакции живых систем и естественным образом зависит солнечной активности. Миллиметровые волны сильно экранируются атмосферой и их интенсивность существенно зависит от влажности. Поэтому данный электромагнитный диапазон, вероятно, не следует рассматривать в качестве главного фактора-посредника влияния космической погоды на биосферные процессы. Более того, на вопрос, обладает ли такое природное широкополосное миллиметровое излучение биологической активностью, достоверного ответа пока нет. Есть только теоретические предположения о том, что такое влияние тоже в принципе возможно (*Яшин А.А.*, 2007). Справедливости ради следует отметить, что подобные вопросы и предположения справедливы и для других радиочастотных диапазонов природного электромагнитного фона. Ведь биологическая активность сверхвысокочастотных излучений для отдельных частот в

сантиметровом и дециметровом диапазонах, которые по своей интенсивности относят к нетепловым, но, которые, тем не менее, на много порядков превышают уровни природных, тоже экспериментально установлена. Авторы выражают надежду, что в ближайшем будущем исследователи получат ответы на эти вопросы.

## 7.2. Биологическая активность инфразвука

В начале этого раздела мы уже отмечали, что помимо электромагнитных вариаций в качестве возможных посредников солнечной активности рассматривают и ряд других факторов, среди которых есть и инфразвук. Читателю, вероятно, стоит напомнить, что инфразвуком называют упругие акустические колебания, неслышимые человеческим ухом, с частотой ниже 16-25 Гц. Нижняя граница инфразвука неопределенна, но многие исследователи за нижний частотный порог принимают колебания порядка  $10^{-3}$  Гц, колебания с более низкими частотами рассматривают как атмосферные гравитационные волны. Инфразвук вездесущ, он содержится в шуме атмосферы, леса, моря, водопада, а с развитием техносферы он является одним из важных экологических факторов техногенного происхождения. Вариации атмосферного давления в определенной степени тоже можно рассматривать как инфразвуковые колебания. Атмосферное давление - это давление, оказываемое атмосферой на все находящиеся в ней предметы. На земной поверхности атмосферное давление изменяется от места к месту и во времени. Особенно важны изменения атмосферного давления, связанные с возникновением, развитием и разрушением медленно движущихся областей высокого давления и относительно быстро перемещающихся огромных вихрей, в которых господствует пониженное давление.

Источником инфразвуковых колебаний в природе являются различные геофизические процессы, в том числе и связанные с космической погодой (см. раздел 2.4.), турбулентные ветровые потоки в атмосфере, приземный ветер, грозовые разряды (гром) и другие явления. Сейсмические процессы в земной коре также являются мощными источниками инфразвуковых вибраций. Сейчас надежно установлено, что сейсмические колебания в определенной степени синхронизируются вариациями космической погоды (Негода А.А., Сорока С.А., 2001). Все сильные геомагнитные бури ( $K_p > 8$ ) сопровождаются инфразвуковыми сигналами, максимальная амплитуда которых может достигать 1 Па, а частоты инфразвуковых колебаний сосредоточены в диапазоне 0.05 – 0.01 Гц.

Для инфразвука характерно малое поглощение в различных средах вследствие чего инфразвуковые волны в воздухе, воде и в земной коре могут распространяться на очень большие расстояния. Инфразвуковые волны возникают и над поверхностью моря при сильном ветре в результате вихреобразования за гребнями волн. Для инфразвука характерно малое поглощение, поэтому он распространяется на большие расстояния, а поскольку скорость его распространения значительно превышает скорость перемещения области шторма, то инфразвуковые колебания могут служить для живых организмов сигналом о приближающемся шторме или атмосферном фронте. Некоторые животные проявляют высокую чувствительность по отношению к инфразвуковым воздействиям. Так, например, широко известен факт, что по краю «колокола» у медуз расположены кроме примитивных глаз еще и органы равновесия, которые «слышат» инфразвуки с частотой 8 - 13 Гц. Это является одним из объяснений того, что шторм бушует еще за сотни километров от берега, а разные морские обитатели уже «слышат» его и заблаговременно уходят на глубину.

В урбанизированной среде источниками инфразвука могут быть практически все инженерно-технические устройства - компрессоры, двигатели, движущийся транспорт, промышленные кондиционеры, вентиляторы, электротехническая аппаратура и т.д. Поэтому в инфразвуковом диапазоне акустических колебаний экологическая обстановка сильно напоминает ситуацию для электромагнитного диапазона, когда природные вариации электромагнитного фона «утопают» в электромагнитных полях техногенного происхождения.

Исследования биологического действия инфразвука показали, что человеческий организм к нему высокочувствителен. Воздействие его происходит не только через слуховой анализатор, но и через механорецепторы кожи. Возникающие под воздействием инфразвука, нервные импульсы нарушают согласованную работу различных отделов нервной системы, что может проявляться головокружением, болями в животе, тошнотой, затрудненным

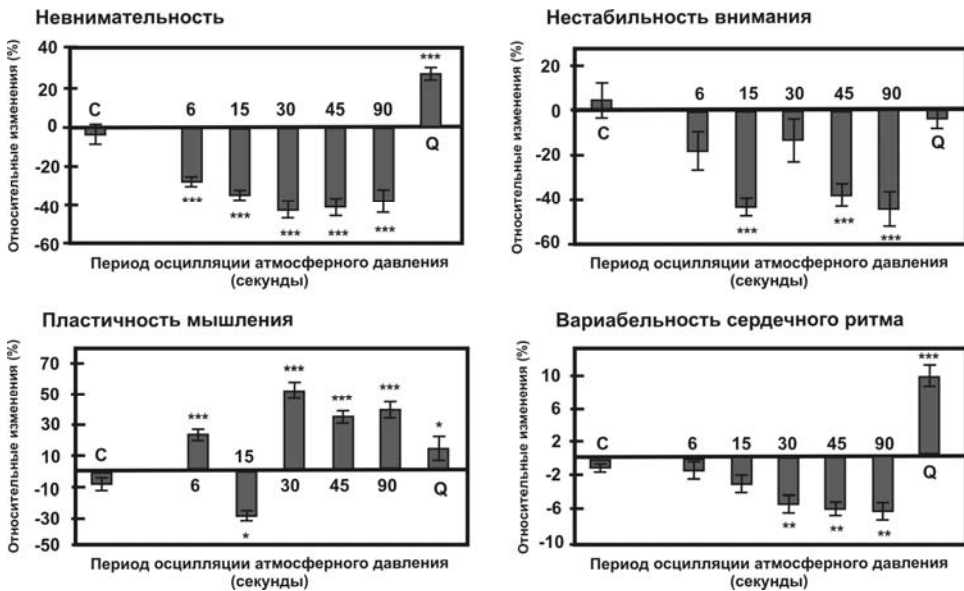
дыханием, чувством страха, при более интенсивном и продолжительном воздействии – кашлем, удушьем, нарушением психики. Инфразвуковые колебания даже небольшой интенсивности у человека вызывают тошноту и звон в ушах, уменьшают остроту зрения. Инфразвук средней интенсивности может быть причиной расстройства пищеварения, сердечно-сосудистой, дыхательной систем. Воздействие инфразвука сопровождается весьма разнообразными нарушениями психики с самыми неожиданными последствиями – у человека может возникать целый спектр ощущений – «таинственный трепет», «дрожь в суставах», «странное ощущение в животе», «участившееся сердцебиение», «ужасное беспокойство», «внезапное воспоминание об утрате», «ощущение призраков» и т.п.

Инфразвук высокой интенсивности (более 120 дБ), из-за резонансного совпадения частот колебаний внутренних органов и инфразвука, приводит к нарушению работы практически всех внутренних органов, возможен даже смертельный исход из-за остановки сердца или крайне сильных нарушений работы других органов и систем организма. При инфразвуковом воздействии важным моментом является зависимость биологического эффекта от частоты. Такую зависимость связывают с явлением резонанса. Например, легкие человека работают с частотой 0,3-0,5 Гц, сердце бьется чуть чаще, с частотой около 1 Гц, резонансная частота сердца – 5-7 Гц. Резонансные частоты активности мозга, желудка, печени лежат в диапазоне 4-9 Гц. Колебания электрической активности мозга зависят от вида деятельности в данный момент. Например, дельта-ритм спящего человека – 0,3-4 Гц, а альфа-ритм бодрствующего человека – 9-13 Гц.

Следует отметить, что все, о чем говорилось выше, касается очень сильных инфразвуковых колебаний, которые, как правило, имеют техногенное происхождение. Однако на живые организмы постоянно действует крайне слабый инфразвук природного происхождения, интенсивность которого на три-шесть и более порядков меньше. Следует отметить, что исследования биологической активности инфразвука таких интенсивностей практически не проводятся. К сожалению, авторы должны отметить, что по проблеме инфразвукового воздействия в последнее время возникло много околонаучных спекуляций, особенно по части психофизиологических реакций человека на данный фактор. Это в первую очередь связано с малым количеством объективной информации в научных и научно-популярных изданиях по данному вопросу. На этом фоне приятным исключением являются исследования, проводимые в Институт физики Национальной академии наук Украины, которые вносят некоторую ясность в данный вопрос. Исследовательская группа под руководством *Дидык Л.А.* показала, что слабые (порядка 50-70 Па) сверхнизкочастотные флуктуации атмосферного давления, которые можно рассматривать как инфразвук крайне низких частот, способны влиять на умственную деятельность человека и на характеристики его сердечной деятельности (*Delyukov A. A., Didyk L., 1999; Didyk L. et al., 2007*). В большинстве случаев, колебания атмосферного давления вызывали увеличение полной величины variability сердечного ритма, что говорит о снижении напряжения регуляторных систем организма и общем успокоении. Происходило усиление терморегуляторных и вазомоторных процессов. В спектре variability сердечного ритма возникала полоса, которая свидетельствовала о навязывании частоты флуктуаций давления процессам регуляции сердечной деятельности. Индексы симпатической и парасимпатической регуляции оказались очень чувствительными к такому физическому воздействию. Одновременно с этим направленность физиологических изменений зависела от исходного состояния субъекта, что характерно и для биологических эффектов электромагнитных полей (см. раздел 7.1).

Особый интерес представляют результаты исследования частотной зависимости инфразвукового воздействия (рис. 7.3). Хорошо видно, что величина и направление физиологических изменений зависит от частоты флуктуаций атмосферного давления, которую контролировали в эксперименте.

В настоящее время имеется ряд теоретических представлений о том, каким же образом слабый инфразвук воздействует на живые организмы. Вне сомнения, инфразвуковые колебания воспринимаются механорецепторами слухового анализатора человека, о чем свидетельствуют исследования все той же киевской группы (*Didyk L. et al., 2007*). Подобный механизм восприятия, который предполагает участие специализированных механорецепторов, реализуется и у других живых организмов.



**Рис. 7.3** Относительные изменения психофизиологических показателей при разных частотах флуктуаций атмосферного давления. По горизонтальной оси – период флуктуаций, по вертикальной оси – относительные изменения в процентах, С – контрольные эксперименты, в которых вариации атмосферного давления были на фоновом уровне; Q – квазихаотические колебания. Звездочками обозначено достоверное влияние исследуемого фактора. (Delyukov A. A., Didyk L., 1999, Украина).

Однако, вероятно, возможны и другие механизмы передачи акустического сигнала в живой организм. В частности, считается, что механизм электроакустической генерации инфразвука может быть связан с различием подвижностей масс катионов и анионов в водной среде под действием внешнего электромагнитного поля. Суммарный эффект их движения оказывается нескомпенсированным, что вызывает движение ионов и растворителя (т.е. воды) как единого целого. Таким образом, реализуется акустоэлектрический механизм преобразования электромагнитных сигналов в инфразвуковые колебания. Справедливо и обратное, т.е. воздействие инфразвуковых колебаний вызывает смещение неравномерно распределенных в пространстве зарядов (что особенно характерно для живых организмов), что влечет за собой генерацию электромагнитных колебаний в диапазоне крайне низких частот. Как показывают расчеты, такой механизм может реализоваться в границах раздела воздух-электролит на площадях порядка  $10^3$  км<sup>2</sup> и более (Ляхов Г.А., Суязов Н.В., 1998). Ясно, что такие условия могут быть соблюдены только на морских просторах. Поэтому вопрос о том, можно ли объяснить первичные механизмы воздействия инфразвуковых колебаний на отдельно взятый живой организм на основе известных акустоэлектрических явлений остается открытым.

В заключение необходимо отметить, что проблема биологической активности крайне слабого инфразвука является чрезвычайно важной и интересной с теоретической и практических точек зрения, однако из-за отсутствия специально поставленных экспериментов вопрос о роли инфразвука, как посредника влияния космической погоды по-прежнему остается открытым и, вероятно, в этой междисциплинарной области знаний нас ждут интересные научные открытия.

### 7.3. Биологическая активность сверхнизких доз ионизирующей радиации

Одним из экологических факторов, который в определенной степени связан с космической погодой, является природный радиоактивный фон. В данном случае нам интересны вариации радиоактивного фона, которые связаны с солнечными и галактическими космическими лучами, а также с выходом радиоактивного радона из горных пород. На долю

этого радиоактивного элемента приходится примерно 50% от суммарной дозы естественного радиационного фона, получаемого человеком, при этом 90% энергии распада приходится на альфа-распад, остальные 10% - на бета- и гамма-распад. Несмотря на то, что средний пробег космических лучей составляет одну десятую толщины атмосферы и вероятность достижения ими поверхности Земли крайне низкая, они порождают вторичное излучение, которое может достигать поверхности Земли и оказывать воздействие на живые организмы. Известно, что в зависимости от географического района и высоты над уровнем моря амплитуда временных вариаций природного радиационного фона может достигать десятков процентов от среднефонового уровня. Могут ли такие крайне слабые фоновые уровни и их вариации оказывать влияние на протекание биологических процессов? Еще совсем недавно можно было бы услышать однозначный ответ о том, что такие флуктуации не могут оказывать никакого заметного влияния на живые организмы в силу низкого уровня природного фона и слабости его вариаций. Но так ли это?

Общезвестно известно, что ионизирующая радиация являются повреждающим фактором, который губительно влияет на живые организмы. Однако в настоящее время многими исследователями надежно установлено, что малые дозы ионизирующей радиации могут благотворно (!) влиять на протекание биологических процессов, а природный радиационный фон – важный экологический фактор, необходимый для нормальной жизнедеятельности организмов. Таким образом, на первый взгляд мы имеем некоторое противоречие. С одной стороны хорошо известны опасности, связанные с облучением большими дозами. Это и преждевременная смерть людей, и лучевая болезнь, и другие тяжелые заболевания, а также поражения наследственности, уже коснувшиеся многих миллионов людей. С другой стороны – благотворное воздействие сверхмалых доз. В этой связи в 80-е годы в биологию было введено специальное понятие – «радиационный гормезис», которое означает, что если большие дозы радиации оказывают неблагоприятные эффекты на живые организмы - угнетают деление клеток, рост и развитие, то малые дозы стимулируют практически все физиологические процессы, а отсутствие воздействия ионизирующей радиации оказывает угнетающее действие на биологические процессы. Сторонники идеи радиационного гормезиса не без оснований считают, что ионизирующая радиация является естественным, постоянно действующим на организм фактором, без которого нормальное существование невозможно. как невозможно жизнь без гравитации, магнитного поля или кислорода. Один из активных сторонников радиационного гормезиса известный радиобиолог *А.М.Кузин* предложил гипотезу, объясняющую различные эффекты больших и малых доз облучения. Большие дозы облучения влияют на радиочувствительные ткани, в то время как малые дозы изменяют регуляторные функции радиоустойчивых тканей. Большие дозы вызывают в клетках патологические эффекты, поскольку кванты энергии разрушают ДНК и этот процесс усиливается биологически активными веществами клетки. Малые дозы модулируют свойства мембран и стимулируют работу разнообразных клеточных структур, не затрагивая генетический аппарат. Следует отметить, что исследования в этой области естествознания крайне трудны, мало понятны реальные биологические механизмы такого воздействия. Однако с уверенностью можно констатировать, что существование такого парадоксального явления как радиационный гормезис подтверждено в разных лабораториях и на различных объектах.

Каким же образом крайне слабый поток ионизирующей радиации может оказывать стимулирующее воздействие? Для ответа на данный вопрос необходимо кратко рассмотреть механизм действия данного фактора на живые объекты. В настоящее время разделяют два пути влияния: прямой и непрямой. Под прямым воздействием подразумевают непосредственное взаимодействие ионизирующего излучением с биологическими молекулами (мишенями – белками, нуклеиновыми кислотами, липидами), в результате которого происходит повреждение биологических структур. При крайне малых дозах облучения такое взаимодействие бывает достаточно редко, поэтому более существенный вклад вносят механизмы непрямого действия. Под непрямым действием подразумевают повреждение биологических молекул свободнорадикальными продуктами – молекулами, которые имеют неспаренный электрон и которые по этой причине характеризуются крайне высокой химической активностью. Учитывая тот факт, что вода является основным веществом живых систем (в некоторых клетках вода составляет до 90% и более), радиолит воды является наиболее биологически значимым процессом. При радиолите воды молекула ионизируется, теряя электрон:  $\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{O}^+ + \text{e}^-$ . Диссоциация ионизированной молекулы приводит к образованию двух радикалов:  $\text{H}_2\text{O}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{H}\cdot$  и  $\text{OH}\cdot$ , время жизни которых

составляет  $10^{-5}$  с. За это время они рекомбинируют друг с другом или реагируют с биологическими молекулами. Параллельно с этим, свободные электроны могут взаимодействовать с другими молекулами воды с образованием гидратированного электрона ( $H_2Oe^-$ ), который в присутствии кислорода обеспечивает образование других свободнорадикальных продуктов, относящихся к группе активных форм кислорода.

Считается, что небольшие количества образующихся свободных радикалов стимулируют антиоксидантную и репарационные системы клеток и таким образом повышают адаптационный потенциал как отдельных клеток, так и организма в целом, оказывая, тем самым, стимулирующее действие. Такое объяснение вполне укладывается в рамки современных представлений о неспецифических адаптационных процессах как в отдельных клетках, так и на уровне целого организма. Но тогда почему угнетается жизнедеятельность организмов при снижении радиационного фона ниже природных уровней? Ведь согласно вышеприведенных теоретических представлений о биологических механизмах малых доз ионизирующей радиации такого не должно происходить. Тем не менее, результаты специально поставленных экспериментов (Кузин А.М., 1995) свидетельствуют об обратном – уровни радиационного излучения ниже природных являются неблагоприятными для живых систем! Получается, что живые системы нуждаются в постоянном образовании свободных радикалов! А если это так, то какой в этом биологический смысл? Общепринятой точки зрения на этот счет пока не существует, но на наш взгляд наиболее разумное объяснение предлагает российский исследователь *Воейков В.В.* (*Воейков В.Л.*, 2003). Согласно его представлениям процессы с участием свободных кислородных радикалов в жидкой среде живых организмов непрерывно генерируют в системе электрон-возбужденные состояния. Такие электрон-возбужденные состояния возникают вследствие рекомбинации радикалов. Эта энергия высокой плотности диссипирует в жидкой среде не хаотично, а упорядочено во времени и пространстве, и не монотонно, и несмотря на то, что ее общее количество мало по сравнению с другими источниками химической или метаболической энергии, она играет фундаментальную биоэнергетическую и регуляторную роль (*Воейков В.Л.*, 2003). Основываясь на этих идеях, напрашивается логический вывод о том, что природный радиационный фон является всего рода постоянно действующим и крайне важным фактором, осуществляющим своеобразную «энергетическую накачку» жидкой (водной) среды, необходимую для нормальной работы молекулярных машин - белков. Более того, становится понятной физическая природа радиационного гормезиса: снижение уровня радиационного воздействия на живые системы ниже некоего оптимального приводит к остановке работы молекулярных машин - белков, а высокие уровни ионизирующей радиации – разрушают конструкцию белков и других молекулярных структур клетки.

Таким образом, приведенные выше факты позволяют рассматривать вариации природного радиоактивного фона, контролируемые космической погодой, как один из важных потенциальных посредников в солнечно-биосферных связях, который осуществляет необходимый всем живым существам своеобразный стимулирующий «радиационный массаж» в ритме Солнца. Но это только гипотеза, которая требует серьезной теоретической и экспериментальной проверки.

#### **7.4. Биологическая активность сверхмалых доз – путь к новой биологической парадигме?**

Из предыдущих глав и разделов читатель, вероятно, хорошо уяснил, что экологические факторы, контролируемые космической погодой, являются крайне слабыми по своим энергетическим характеристикам. Поэтому всегда возникает сомнение в том, могут ли вообще такие слабые воздействия воспринимать живые организмы, а если да, то каким образом такие воздействия воспринимаются организмом. Ведь для некоторых физических факторов, контролируемых космической погодой, таких как низкочастотные электромагнитные поля или ионизирующая радиация вообще не существует специфических рецепторных систем. Какова природа сложных зависимостей биологических эффектов от частоты и амплитуды воздействий? Вероятно, получить дополнительные ответы на подобные вопросы поможет всестороннее изучение недавно открытого феномена биологической активности сверхмалых доз.

Общеизвестно, что величина биологической реакции на действие химического или физического фактора зависит от дозы, т.е. силы воздействия. Для химических факторов сила воздействия как правило определяется концентрацией действующего вещества, а для физических факторов – величиной поглощенной энергии. С уменьшением дозы измеряемый биологический эффект снижается и при некотором ее значении экспериментально не обнаруживается. На этом биологически важном принципе построены практически все известные модели воздействия разнообразных химических и физических факторов на живые организмы. На основе таких моделей «доза-эффект» рассчитывают предельно допустимые уровни концентрации веществ (ПДК) и предельно допустимые уровни энергетического воздействия (ПДУ) на живые организмы, в первую очередь на человека. В настоящее время установленные ПДК и ПДУ являются крайне важными экологическими характеристиками в системе безопасности жизнедеятельности человека. Если уровень воздействия по всей абсолютной величине ниже предельно допустимых значений, то считается, что рассматриваемое воздействие крайне мало и не оказывает заметного влияния на организм человека. Естественно, каждый вид живых организмов по своему чувствителен (или наоборот устойчив) к тому или иному физическому или химическому фактору, поэтому для каждого из видов можно экспериментально установить свои «персональные» пределы чувствительности. Эти пределы от вида к виду могут порой различаться на несколько порядков. Тем не менее, все подобные исследования основываются на теоретических представлениях о монотонной и непрерывной зависимости «доза-эффект». Теоретические модели, построенные на таких представлениях, подтверждаются экспериментально и позволяют во многих случаях достаточно хорошо качественно и количественно прогнозировать биологические эффекты. Поэтому можно с уверенностью говорить, что одной из основ современной экспериментальной биологии, экологии и медицины является выше указанная парадигма «доза-эффект».

Как известно, путь к познанию законов Мироздания усеян неожиданными и загадочными явлениями, всестороннее изучение которых приводит к кардинальному пересмотру ранее существующих доминирующих представлений - парадигм. Это справедливо и для парадигмы «доза-эффект». В 1983 г. сотрудники Института биохимической физики вместе с коллегами из Института психологии, изучая влияние антиоксидантов на электрическую активность изолированного нейрона виноградной улитки, получили весьма неожиданный результат. Первоначальная доза препарата ( $10^{-3}$ М) была не только активной для нейрона, но и довольно токсичной, поэтому пришлось перейти на менее концентрированный раствор. Доза на четыре порядка ниже первоначальной оказалась не только менее токсичной, но и более эффективной. Дальнейшее уменьшение концентрации привело к росту эффекта, он достигал максимума (при  $10^{-15}$ М), затем снижался до уровня (при  $10^{-17}$ М), практически совпадающего с контрольными результатами (Бурлакова Е.Б. и соавт., 1985, 1986, 1999). Аналогичные закономерности впоследствии были зарегистрированы в экспериментах с другими веществами на разнообразных клеточных и животных моделях. Результаты многолетних исследований показывали, что уровень биологической организации, на котором проявляется действие сверхмалых доз (СМД) биологически активных веществ, также весьма разнообразен – от макромолекул, клеток, органов и тканей до животных, растительных организмов и даже популяций. Однако такой СМД-эффект наблюдался не для любого биологически активного вещества и не для любого биологического объекта.

Что же понимать под сверхмалыми дозами? В настоящее время пока не существует общепринятого определения сверхмалых доз, впрочем, как и полного всеобщего признания данного феномена. Уж слишком много тут неясностей, неожиданностей и методических тонкостей. Тем не менее, при всех имеющихся различиях в определении границы, разделяющей сверхмалые дозы от обычно применяемых, общая точка зрения состоит в том, что сверхмалыми дозами следует считать такие дозы, биологическая эффективность которых не может быть объяснена в рамках существующих парадигм, а ее объяснение требует разработки принципиально новых концепций. Для химических веществ сверхмалыми дозами предлагается считать концентрации ниже  $10^{-12}$ - $10^{-13}$  М. Для сверхмалых доз физических факторов не найдено единого определения границ, которые, вне сомнения являются разными для каждого физического воздействия. Так, например, для ионизирующей радиации Научный комитет по атомной энергии ООН рекомендует называть «малыми» дозы менее 200 мГр (20-рентген), а малыми мощностями – 1.5 мГр/мин. Однако отдельные исследователи считают сверхмалыми дозами такие воздействия, когда при снижении дозы

радиационного воздействия меняется знак ответа живых организмов, т.е. переход от угнетения жизнедеятельности биологического объекта к стимулированию. Что касается границы сверхмалых доз электромагнитных полей, то в данном случае можно условно принять такой уровень энергетического воздействия, когда тепловые эффекты (т.е. разогрев тканей) не происходит. В литературе такое воздействие часто называют «информационным».

Сверхмалые дозы биологически активных веществ и физические факторы низкой интенсивности обнаруживают много общего, что касается как формальных признаков (дозовые зависимости), так и показателей биологической активности. Природа этого феномена может быть связана с общностью первичных механизмов действия. К числу характерных для СМД-эффектов свойств следует отнести:

- немонотонную, полимодальную зависимость «доза–эффект». В большинстве случаев максимумы активности наблюдаются в определенных интервалах доз, разделенных между собой так называемой - «мертвой зоной»;

- изменение чувствительности (как правило, увеличение) биообъекта к действию разнообразных агентов как эндогенных, так и экзогенных (последние могут быть как той же, что в случае воздействия СМД, так и иной природы);

- проявление кинетических парадоксов, а именно возможность уловить СМД-эффект биологически активных веществ, когда в клетке или в организме имеется то же вещество в дозах на несколько порядков выше, а также влияние на рецептор вещества в дозах на порядки более низких, чем константы диссоциации комплекса лиганд-рецептор;

- зависимость «знака» эффекта от начальных характеристик объекта;

- «расслоение» свойств биологически активного вещества по мере уменьшения его концентраций, при котором еще сохраняется активность, но исчезают побочные эффекты;

- для физических факторов усиление эффекта с понижением их интенсивности в определенных интервалах мощности и доз.

Таким образом, если обобщить накопленный в последние десятилетия экспериментальный материал, то основной вывод таков: зависимости «доза – биологический эффект» подлежат уточнению. Если раньше полагали, что эти зависимости имеют вид, показанный на рис. 7.4. А; то на самом деле зависимости могут выглядеть так, как показано на рис. 7.4 Б. Здесь имеются особенности, которые принято определять как «насыщение», «привыкание», «окна чувствительности», «изменение знака эффекта» и т.д.

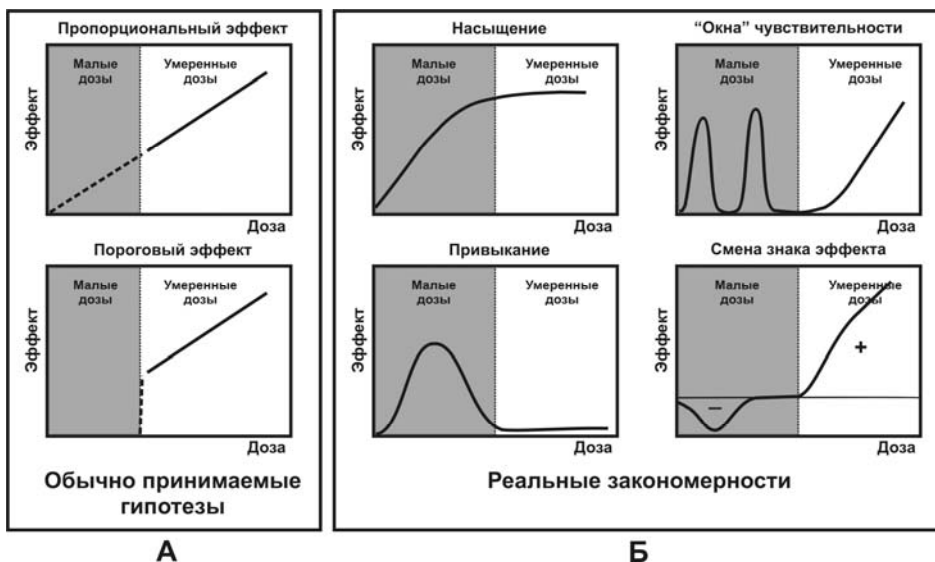


Рис. 7.4. Современные модели зависимости «доза-эффект» без учета (А) и с учетом (Б) СМД-эффектов (Golovin Yu. L., 2004).



Для физических факторов такие зависимости могут иметь еще более сложную форму, потому что для них приходится дополнительно учитывать их амплитудно-частотные и поляризационные характеристики, которые играют важную роль в первичных механизмах действия на живые организмы.

Подводя итог, авторы акцентируют внимание читателя на том, что, в настоящее время биологическая эффективность сверхслабых воздействий экспериментально доказана и поэтому совершенно нет оснований отрицать биологическую значимость слабых экологических факторов, контролируемых космической погодой. Первичные механизмы воздействия могут быть разными, однако уже сейчас ясно, что эффекты сверхмалых доз, в том числе полимодальные, могут быть объяснены на основании развиваемых представлений о существовании в клетках разноуровневых высокоэффективных кооперативных систем первичного восприятия, проведения и усиления сигнала с обратной положительной и отрицательной связью в одной или нескольких каскадных реакциях (Гуревич К.Г., 2001). Биофизика сверхмалых доз становится новым научным направлением, которое существенно изменит наши представления об организации и регуляции биологических процессов и их взаимосвязи с внешней средой.

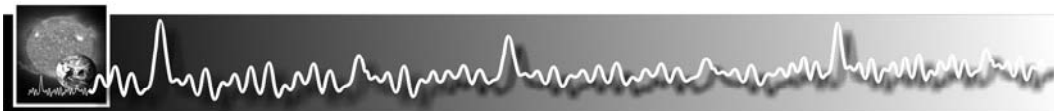
### 7.5. Z-фактор Чижевского?

Исследования солнечно-биосферных связей является одним из ярких примеров сложной междисциплинарной проблемы, поэтому не удивительно, что многочисленные и бесспорные факты корреляций биологических и физико-химических процессов на Земле с космической погодой порой трудно объяснить с позиций тех или иных научных концепций. В свое время для объяснения подобных феноменов *А.Л. Чижевский* предложил использовать так называемый Z-фактор. Это некое неизвестное излучение Солнца, которое оказывает глобальное влияние на биосферу и социум. Такая гипотеза была вполне разумной, если вспомнить, что научные взгляды *А.Л. Чижевского* формировались в начале 20-го столетия, когда новые открытия в области физики неоднократно приводили к пересмотру сложившихся представлений об устройстве Мироздания. Однако и в настоящее время в ряде случаев Z-фактор по-прежнему используют для объяснения солнечно-биосферных связей. На рисунке 7.1 авторы также оставили место для неизвестных гипотетических экологических факторов, которые контролируются солнечной активностью. Правомерен ли такой подход в наше время? Все ли виды излучения, испускаемые Солнцем или другими космическими объектами сейчас известны?

Утвердительно ответить на данный вопрос можно только в рамках общепринятых теоретических моделей. Однако, модель – это всегда упрощенное представление реальных неисчерпаемо более сложных явлений. Поэтому бесспорным является право исследователей постулировать существование неизвестного солнечного или космического излучения (фактора), оказывающего фундаментальное влияние на живые и неживые объекты. Тем не менее, подобными вещами не следует злоупотреблять!

В настоящее время на роль неизвестных видов излучений, претендующих на роль Z-фактора, предлагают реликтовые нейтрино, «микрелептонный газ», «торсионные поля», «темную энергию» и т.п., вплоть до особых «тонкоматериальных» сущностей «параллельных» миров. Все умозрительные построения такого рода, увы!, - не продвигают нас ни на шаг в понимании проблемы гелиобиологических связей. Внимательное ознакомление с подобными гипотезами показывает, что эти построения имеют низкую эвристическую ценность. Подобные концепции, к сожалению, не способствуют пониманию гелиобиологических связей! При этом приносится в жертву очень важный научный принцип – не вводить без крайней надобности новых сущностей. В действительности стоит задуматься над вопросом о том, а стоит ли вводить новые загадочные факторы, когда еще мало известно о биологических и физико-химических механизмах влияния факторов, которые давно хорошо известны - слабые электромагнитные и акустические поля, сверхмалые дозы ионизирующей и неионизирующей радиации. А не является ли тем самым загадочным Z-фактором, влияющим на живые организмы, обычная комбинация природных электромагнитных полей, ионизирующей радиации, акустических воздействий и других факторов? Учитывая высокую чувствительность живых организмов к данным факторам и выраженную нелинейность реакций на каждый из них в отдельности, можно вполне ожидать

огромное разнообразие биологических феноменов в ответ на такие комбинированные воздействия. Действительно, в мониторинговых наблюдениях периодически обнаруживаются неожиданные корреляции биологических процессов с солнечной активностью, которые пока не могут быть объяснены в рамках современных научных парадигм. Однако в данном случае главным является то, что предположения о комбинированном действии факторов могут быть теоретически и экспериментально верифицированы. Следует отметить, что в настоящее время исследования слабых комбинированных воздействий на живые системы настолько малочисленны, что пока рано делать какие-либо серьезные обобщения. Авторы убеждены, что развитие данного направления исследований откроет новые горизонты в понимании фундаментальных биологических явлений, в том числе и солнечно-биосферных связей.



## **ГЛАВА 8. ВЛИЯЮТ ЛИ НА БИОСФЕРУ ДРУГИЕ ТЕЛА СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ И ДАЛЬНИЙ КОСМОС?**

До сих пор речь шла о воздействии на биологические процессы, на Биосферу явлений, протекающих на поверхности ближайшей к нам звезды – Солнца. Солнечные вспышки вызывают магнитные бури. Магнитные бури влияют на экологическое равновесие в среде обитания, и все организмы реагируют на эти изменения (как правило, весьма слабые). Далее, оказывается, что биологические ритмы связаны с периодическими вариациями солнечной активности: показатели жизнедеятельности организма, параметры сложных систем многих организмов – биоценозов – изменяются «в такт» с изменениями космофизических индексов. Читатель уже знает, как капризы «космической погоды» сказываются на нашей «обычной» погоде, как они проникают в среду обитания и какие именно физические факторы вызывают реакции организмов. При этом, каждый раз начальная причина этих изменений оказывалась на Солнце: именно солнечная активность контролирует «космическую погоду» на орбите Земли.

Но в солнечной системе есть и другие космические тела. Некоторые планеты располагаются к нам ближе, чем Солнце. Влияют ли они на нашу среду обитания, и, следовательно, на нас? И далее; мы находимся в огромной звездной системе – Галактике. Солнечная система движется по орбите вокруг галактического Центра, делая один оборот примерно за 200 млн. лет. За время существования Биосферы, наша планета в составе солнечной системы совершила более двух десятков оборотов.

Изменяется ли «космическая погода» в окрестностях солнечной системы при этом движении? Вообще, влияет ли дальний Космос на земные процессы? Можно ли отыскать в каких-нибудь «регистрирующих структурах» на Земле период, равный «галактическому году»? Эти и другие подобные вопросы будут последовательно рассмотрены в этой главе. Увы, не на все такие вопросы современное естествознание готово дать подробные ответы, кое-что остается совсем неизвестным.

### **8.1. Влияют ли на земные биологические процессы другие тела Солнечной системы?**

Отвечая на этот вопрос, следует, прежде всего, обратиться к влиянию Луны – ближайшего к нам космического тела. Общеизвестно, что Луна вызывает океанские приливы и приливные деформации планеты в целом. В тех географических регионах, где приливы–отливы наблюдаются, соответствующие экологические изменения громадны. В этом смысле Луна – в соответствующих зонах – определяет биологическую ритмику всех прибрежных организмов. Но нас здесь интересует не этот частный случай. Влияет ли Луна на биологические процессы глобально – в глубине материков или в горах? В закрытых помещениях лабораторий, расположенных, скажем, в Европе?

Многие, не очень задумываясь, отвечают на эти вопросы положительно. С историко-философской точки зрения это естественно и понятно: сейчас установлено, что сама первичная идея – образ периодичности, архетип ритма, возник у человечества в связи

с наблюдениями Луны. Но вот что странно: если исследовать «лунную» ритмику с использованием длительных рядов биологических наблюдений, лунный период фаз 29,53 суток оказывается неустойчивым, он постоянно «сбивается». Если в какие-нибудь годы летом он обнаруживается, то в зимний период «исчезает». Уже давно было высказано подозрение, что на самом деле такая неустойчивость обусловлена наличием в биологических показателях уже знакомого читателю солнечного ритма (семейство периодов 26-30 суток). Когда солнечные структуры в какой-то интервал времени вращаются с периодом, близким периоду смены лунных фаз, собственно лунный период точно совпадает с солнечным. Тогда движение Луны «маркируют» солнечную ритмику. Возникает впечатление, что на показатели жизнедеятельности влияет Луна. Но когда такая согласованность нарушается, влияние Луны не обнаруживается. Исследования последних лет, в общем, полностью подтверждают эту картину. Поэтому «селеномедицина», изучающая якобы зависимость от Луны хода развития заболеваний, на самом деле, реально, сводится к уже знакомой читателю гелиобиологии.

С таким выводом хорошо согласуются итоги поисков физического агента, с помощью которого Луна могла бы непосредственно влиять на биологические процессы. Оказалось, что возмущение Луной акустических шумов, метеорологических переменных и других экологических параметров неэлектромагнитной природы, рассмотренных в предыдущих главах, много меньше тех же вариаций солнечного происхождения. В большинстве случаев их вообще не удается обнаружить. В отдельных случаях можно предположить влияние Луны на электромагнитный фон, контролируемый ионосферой. Невозможность определить глобальный экологический параметр, с помощью которого Луна могла бы прямо влиять на здоровый или больной организм, придало некоторую популярность идее о гравитационных «влияниях» Луны. Предположение это совершенно несостоятельно. Читатель сам сразу же придет к такому выводу, если примет во внимание следующие хорошо известные данные биофизики:

1. В эксперименте изменения силы тяжести оказывают влияние на биологические процессы, если эти изменения соответствуют относительной величине более 0,01%. Но изменения силы тяжести при приливе в 300 раз меньше. Они такие же, как при подъеме на 10-й этаж или при перемещении по горизонтали на сотни метров – от одной микрогравитационной аномалии к другой!

2. Биологические гравирецепторы, подобно физическим датчикам, не могут отличить в принципе изменения силы тяжести от изменений ускорения динамического происхождения (скажем, торможения). Такие ускорения–торможения, очень малые конечно, для человеческого организма неизбежно сопровождают нормальную жизнедеятельность. Чтобы упомянутые рецепторы могли бы развить чувствительность для индикации приливных изменений силы тяжести, необходимо было бы остановить дыхание и сердцебиение!

Биологическое действие приливных изменений силы тяжести – предположение, не выдерживающее критики, и смело может быть отброшено. Итак, влияние Луны на экологические условия в основном ограничено известными прибрежными районами. Глобальная ритмика с периодом около месяца имеет в основном солнечное происхождение. В некоторые интервалы времени лунные фазы могут довольно точно отмечать определенные фазы этой ритмики. Но эта связь не является причинной, это просто синхронно протекающие явления. В солнечной системе, как это будет видно из дальнейшего изложения, подобные синхронно протекающие явления – дело обычное.

Теперь можно обратиться к другим ближайшим соседям на шей планеты – Венере и Марсу. В непосредственной близости к этим телам длительное время работали автоматические межпланетные станции. Все виды излучений, известные современной физике, которые испускаются этими планетами, надежно измерены. Физические процессы, протекающие в их атмосферах, в общих чертах изучены и понятны. Современная физика планет и космическая физика исключают полностью какую-либо возможность непосредственного систематического воздействия этих тел на земную среду обитания, на какие-либо биологические процессы на нашей планете. Да, сейчас найдены метеориты марсианского происхождения. Возможно, падения фрагментов марсианского грунта на Землю в какие-то отдельные эпохи было событием не таким уж редким. Но повседневного регулярного, постоянного воздействия Марса, Венеры, Юпитера, Сатурна и т. д. на земную

биологию нет. Современное естествознание в данном случае категорично, и каких-либо сомнений не допускает.

## 8.2. Астрология

Существует, однако, концепция, согласно которой планеты каким-то образом влияют на организм человека. И не просто влияют, их расположение на небесной сфере в момент рождения определяет, якобы, человеческую Судьбу. Имеет место, как будто, их совместное влияние, так что воздействие, например, Марса может быть усилено, модифицировано или сведено на нет другими планетами, в зависимости от их расположения на момент рождения для данной местности. Рассматриваемую концепцию называют астрологией. Но что такое Судьба с точки зрения естествознания? Что такое астрология? Как только мы попытаемся дать соответствующее строгое определение, мы немедленно обнаруживаем, что это практически невозможно: существует много «астрологий». Это чепуха и бессмыслица, которая систематически публикуется во многих газетах: «Людям родившимся под знаком Овна, рекомендуется в это время...» Многие люди много раз проверяли эти рекомендации, не имеющие, как всякий раз выяснялось, никакого отношения к реальности. В такой «газетной» астрологии легко просматриваются различные мифы массового сознания. Есть привлекательные для многих интеллектуальные игры (типа истолкования текстов *М. Нострадамуса*).

Успех коммерческой астрологии в современном обществе в значительной мере обусловлен тем, что практикующие астрологи играют роль психотерапевта. В данном случае нет стремления к поиску истины: важно снять у клиента стресс, возникающий в связи с необходимостью принятия важного решения в условиях дефицита информации. Существует довольно многочисленная категория людей, психика которых обладает следующей замечательной особенностью: они живут в ощущении постоянного влияния некоторой «внешней силы». Во многих случаях это субъективное ощущение очень сильное. Все что они делают, чувствуют или думают, имеет отношение к такому «внешнему управлению». Такие люди остро нуждаются в социальном наркотике, с помощью которого в общество вносится и элемент надежды. Многие из них также являются клиентами астрологов. Имеются также астрологические школы и группы, представители которых полагают, что прямого воздействия планет и звезд на организм человека не существует. Все дело в биологической ритмике, связанной с космическими циклами. Среди этих астрологов есть и такие, которые считают своей основной задачей оценку типологических характеристик человека, оценку его предрасположенности к той или иной сфере деятельности, к некоторым заболеваниям. Они ограничиваются некоторыми рекомендациями и не претендуют на прогноз Судьбы. Но здесь уже нет никакой мистики. В основе такой точки зрения лежит некоторая гипотеза, которая, в принципе, допускает проверку.

## 8.3. Астрология и статистика

Астрологические прогнозы много раз проверялись статистическими методами, и каждый раз получался один и тот же негативный результат. Но все эти проверки касались коммерческой астрологии, претендующей на предсказание будущей Судьбы. А что если под «Судьбой» подразумевать уже упомянутые типологические характеристики человека, предрасположенность его к конкретным видам деятельности, специальную одаренность? При этом нет необходимости обращаться к расплывчатым, как правило, высказываниям коммерческих астрологов. Можно использовать традиционные характеристики личности, используемые классической психологией. Работа по именно такой проверке важнейших положений астрологии была начата почти полвека назад *Мишелем Гокленом* (1928-1991) (*Гоклен М.*, 1998).

Он родился в Париже. В юные годы серьезно заинтересовался астрологией, вообще вопросами влияния космических процессов на земные явления, протекающие в среде обитания. Изучал психологию и статистику в Сорбонне. Важнейшие свои результаты получил в авторстве с первой женой *Франсуазой Гоклен*. С 1969 г. возглавлял «Лабораторию по исследованию космических и психофизиологических ритмов» (Париж). Многие его статьи и книги (свыше двух десятков) переведены на основные европейские языки.

Разработанная М. Гокленом методика проверки включает в себя следующие основные этапы:

1. Из биографических словарей «Кто есть кто в...» (спорте, медицине, журналистике, изобразительном искусстве, музыке и т. д.) выбирались даты рождения. Эти даты дополняются часом рождения, зафиксированном в местном магистрате. Даты рождения заключены в пределах 1793-1945 гг; («физиологические» роды). Статистика (пополняемая в процессе работы) достигает десятков тысяч. Территориально данные относятся к Европе (Франция, Германия, Италия, Бельгия, Нидерланды), позже основные результаты были воспроизведены на статистике США.

2. Для каждой даты с учетом места рождения находятся местонахождения на небесной сфере следующих планет: Луна, Венера, Юпитер; Сатурн. Весь суточный интервал разбивается на 36 (иногда – 18) равных секторов. Восход соответствует сектору №1, верхняя кульминация – №9, 10. Дли каждой даты и каждой планеты легко подсчитать время пребывания планеты в данном секторе.

3. Частота рождения в каждом секторе «выдающихся профессионалов» сравнивается с частотой рождения в «контрольной, группе» – для каждой планеты и каждой профессии. Частоту рождения в каждой профессии можно получить разными способами: используя данные о суточном распределении рождаемости в Европе или путем выделения лиц с «низким рангом» («менее выдающихся») в данной профессиональной группе. Статистическая значимость различий для данного сектора между «выдающимися профессионалами» и контрольной группой вычисляется с помощью стандартных критериев.

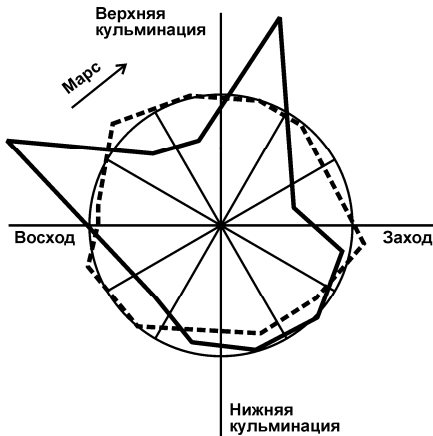
Основные результаты (регулярно публиковавшиеся с 1955 г.) сводятся к следующим положениям:

1. Обнаруживается «планетарный эффект»; сразу после восхода и верхней кульминации число дат рождения «выдающихся профессионалов» заметно возрастает. Эффект зависит от планеты и профессиональной группы в следующем смысле; чемпионы мира в различных видах спорта заметно чаще появляются в секторах №2, 3 и №10, 11 для планеты Марс (рис. 8.1); (этот высокозначимый результат устойчиво воспроизводится при варьировании различных условий для разных профессиональных групп, поэтому описываемые закономерности нередко обобщенно называют «Марс-эффектом»); для ученых и артистов аналогичное распределение показано на рисунке 8.2 для Сатурна. Для дней рождения великих художников Марс и Сатурн наблюдается на восходе и в кульминации относительно редко. Позже было показано, что амплитуда эффекта в названных секторах для перечисленных планет значимо коррелирует с рангом представителя данной, профессиональной группы, т. е. с мерой значительности достигнутых им результатов – как они оцениваются в обществе.

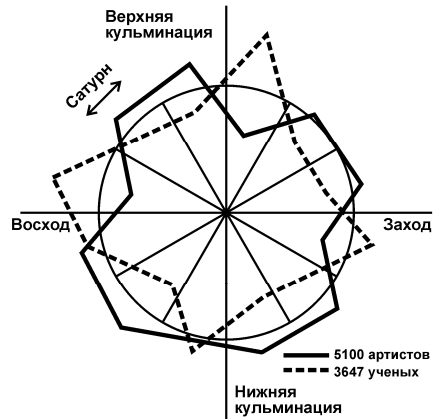
2. «Планетарный эффект» зависит не только от профессиональной группы и планеты, но и от личностных характеристик представителей данной группы. Те же чемпионы с «сильным» и «слабым» характерами имеют различные распределения по секторам (рис. 8.3). Мишель и Франсуаза Гоклен проделали гигантскую работу по анализу зависимости «планетарного эффекта» от черт характера и темперамента лиц собранного массива данных, используя соответствующие опубликованные биографические сведения.

3. Имеет место «эффект наследственности»: даты рождения детей (независимо от их пола) в вероятностном смысле располагаются близ пиков «планетарного эффекта» родителей (рис. 8.4). Закономерность остается в силе и для лиц, не попавших в упомянутые справочники, но исчезает, если роды проходили с хирургическим вмешательством.

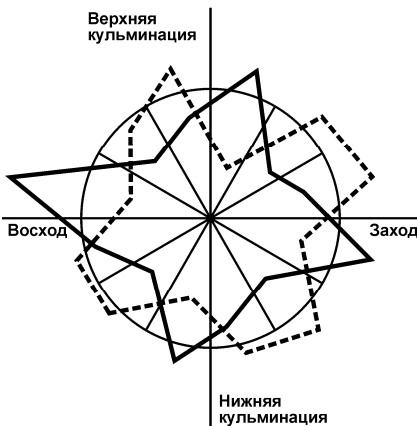
4. «Эффект наследственности» сильно зависит от уровня геомагнитной активности: если все даты рождения, приуроченные к восходам–кульминациям планет, разделить на две группы соответственно с повышенной и пониженной магнитной активностью по международному индексу  $C_i$ , то эффект имеет место только для возмущенных дней (рис. 8.5.). Во многих случаях эта же закономерность имеет место для «планетарного эффекта». Вообще индекс магнитной активности можно заменить индексом солнечной активности, например, числами Вольфа.



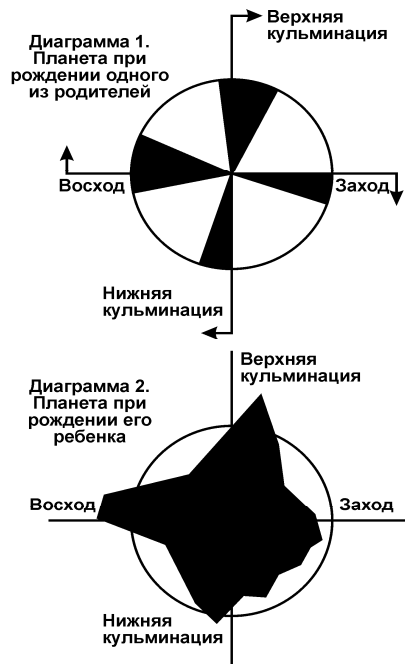
**Рис. 8.1.** Рождение выдающихся чемпионов в различных видах спорта при разных положениях Марса (2088 человек, сплошная линия). Отчетливо видны отклонения от суточного круга (теоретически ожидаемые величины) – «пики» сразу после восхода и кульминации планеты. Пунктирная линия – рождение «невыдающихся» спортсменов при соответствующих положениях Марса (717 человек) (Гоклен М., 1998, Франция).



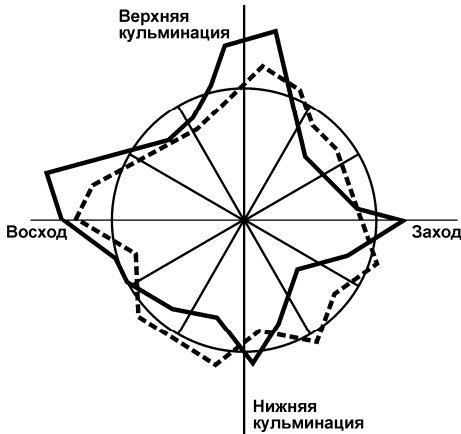
**Рис. 8.2.** «Планетарный эффект» для Сатурна в том же формате, что и на рис. 7.1. Сплошная линия – рождение выдающихся представителей художественного творчества (5100 человек), Пунктирная линия – рождение известных ученых (3647 человек) (Гоклен М., 1998, Франция).



**Рис. 8.3.** «Марс-эффект» для выдающихся чемпионов с различным типом характера. Сплошная линия – чемпионы с «железным» характером. Пунктирная линия – чемпионы со «слабым» характером (Гоклен М., 1998, Франция).



**Рис. 8.4.** «Наследственный эффект» – дети чаще рождаются при планетных конфигурациях, на которые приходится день рождения одного из родителей. На диаграмме 2 в общей сложности 35907 наблюдений для Луны, Венеры, Марса, Юпитера, Сатурна (Гоклен М., 1998, Франция).



**Рис. 8.5.** «Наследственный эффект» зависит от уровня возмущенности геомагнитного поля (индекс  $C_i$ ). Сплошная линия – геомагнитное поле возмущено, пунктирная линия – геомагнитное поле спокойно. Суммированы результаты пяти планет. Вероятность реализации «наследственного эффекта» в возмущенные интервалы времени вдвое выше (Гоклен М., 1998, Франция).

имеющие в своей области высокий рейтинг. Работа Комитетов проводится публично. Нет сомнений, существование этих организаций вполне оправдано и весьма полезно, особенно в наше время, когда вульгарный иррационализм и дешевая мистика стали составляющими массовой культуры и находят поддержку в кругах интеллектуального истеблишмента гуманитариев. Отношение с этими Комитетами у *М. Гоклена* с самого начала складывались весьма сложно. Вот краткая хронология событий, касающихся Бельгийского комитета (часто именуется сокращенно Committee Para):

1956 г. – письмо, в котором представитель Комитета сообщает *М. Гоклену* об априорной невозможности влияния планет на организм человека (можно обратить внимание на то, что речь здесь идет сразу же об истолковании «планетарного эффекта»).

1962 г. – предложение Комитета (в связи с присылкой *М. Гокленом* в адрес Комитета новых результатов за все годы) организовать совместную проверку «планетарного эффекта» путем сбора нового независимого статистического массива данных.

1967 г. – новый статистический массив собран и обработан, но какого-либо сообщения Комитета не последовало.

1968 г. – Комитет присылает лично *Гоклену* результаты обработок. Эти результаты, в точности воспроизводят график *М. Гоклена* (рис. 7.5.), но Комитет полагает, что требуются дополнительные варианты проверки и не выступает с публичным заявлением об эмпирическом подтверждении «Марс-эффекта».

1970 г. – *М. Гоклену* становятся известны данные о различных вариантах проверки реальности «Марс-эффекта», подтверждающих его результаты. Однако Комитет воздерживается от публичного заявления по этим вопросам.

1976 г. – данные о проверке «планетарного эффекта» становятся достоянием общественности. Тем не менее, Комитет уклоняется от публичного заявления о подтверждении результатов *М. Гоклена*, выражая тем самым недоверие к своим собственным данным.

Увы, представители Комитетов США и Франции при проверке реальности «планетарного эффекта» вели себя просто недостойно. В США было получено подтверждение результатов *М. Гоклена*, но оно не было опубликовано. Во Франции «Марс-эффект» не был воспроизведен из-за нарушения условий проверки (в статистический массив оказались включены лица, имеющие низкий рейтинг), но публичного своевременного признания ошибки

Результаты *М. Гоклена* вызвали небывалую по остроте и продолжительности полемику. Она и сейчас еще не завершена. Разумно познакомить читателя с некоторыми ее эпизодами. Из приведенных ниже исторических сведений хорошо видно, до какой степени придирчиво, подробно и строго проводилась независимая проверка исследований, о которых здесь идет речь.

Молодой тогда исследователь сам выступил с инициативой проверки своих только что полученных результатов по «Марс-эффекту» в совместных обсуждениях, выразив готовность представить свои архивные рабочие материалы в полное распоряжение оппонентов. Он, в частности, прислал свои публикации в Комитеты скептиков Бельгии, Франции и США, снабдив их соответствующими письмами, составленными в самых учтивых выражениях. Так началась (1956 г.) многолетняя дискуссия, достигшая в последующие годы предельного накала и исполненная подлинного драматизма.

Упомянутые Комитеты скептиков – общественные организации, имеющие своей целью объективную проверку реальности так называемых паранормальных явлений. В них входят обычно профессиональные исследователи различных специальностей,



не было сделано. В этой истории *М. Гоклен* проявил блестящие бойцовские качества, продемонстрировав безупречное соблюдение общепринятых правил научной этики. Можно только догадываться, чего это ему стоило... Собственно, вся его работа протекала в условиях изоляции от научного сообщества. Профессиональные астрологи в своей массе крайне враждебно относились к *М. Гоклену* в связи с его аргументированными выступлениями против коммерческой астрологии.

#### 8.4. Астрология как биоритмология

Для объяснения «Марс–эффекта» вовсе нет необходимости предполагать прямое «влияние» Марса на биологические процессы. Такое его истолкование не только ошибочно по сути, но и излишне. В солнечной системе наблюдается много явлений, не связанных между собой причинно, но протекающих синхронно. Об одном таком явлении уже говорилось: фазы Луны время от времени изменяются точно «в такт» с околосолнечной биологической ритмикой солнечного происхождения.

Наличие в солнечной системе синхронно протекающих периодических явлений обусловлено ее фундаментальным свойством, называемым «максимальной резонансностью». Все колебательные движения в планетных системах происходят, как правило, «в такт», все автоколебательные подсистемы в них синхронизованы. Указанное свойство можно понять на основе следующей простой модели: представим себе солнечную (вообще – любую планетную) систему как совокупность слабо связанных маятников–осцилляторов. Обращения и вращения планет, циклические изменения солнечной активности – это и есть упомянутые осцилляторы. Подобная система маятников после длительной эволюции в присутствии сил трения, как выяснено, обязательно выходит на особый динамический режим, в котором все устойчивые (стабильные) частоты колебаний связаны между собой целочисленными («резонансными») соотношениями. К этой же картине можно прийти из анализа космологических моделей, так что свойство «максимальной резонансности», возможно является «реликтовым» (*Бутусов К.П.*, 1978).

При таком подходе солнечная система – не просто набор планет, случайно (как попало) обращающихся вокруг Солнца, но единая система, где осевые вращения и обращения планет согласованы между собой и с вращением и колебаниями Солнца. Так, разность частот обращения Меркурия и Венеры точно равна сумме удвоенной частоты обращения Земли и частоты обращения Марса. Обращения Галилеевых спутников Юпитера синхронизованы с его вращением. Периоды в вариациях чисел *Вольфа* соответствуют периодам парных соединений планет (соединение – конфигурация, когда Солнце и данные планеты располагаются по одной линии). Все последующие страницы можно было бы заполнить подобными примерами. Важнейшую роль в установлении резонансного кооперативного режима движения в солнечной системе играет уже знакомый читателю процесс синхронизации. Как уже отмечалось, для синхронизации достаточно чрезвычайно слабых связей между осцилляторами. Такими связями являются взаимные гравитационные воздействия планет друг на друга, приливные воздействия планет на Солнце или эквивалентное этим последним вращение Солнца относительно центра тяжести солнечной системы. Между прочим, в некоторые интервалы времени упомянутый центр тяжести системы располагается вне Солнца, так что Солнце в целом обращается в указанное время относительно этой точки.

Прямым следствием рассмотренного свойства солнечной системы является тесная связь космических ритмов с планетными конфигурациями. Поскольку, как уже говорилось, биологические ритмы повторяют космические, получается, что и биологические ритмы связаны с планетными конфигурациями. Конечно, самым важным здесь является связь с планетными конфигурациями солнечной активности и геомагнитной возмущенности. Эта связь открыта около ста лет назад, но по сей день изучена мало. Тем не менее, был разработан и испытан даже метод прогноза солнечной активности по положению планет. Такой метод оперирует тезисами, которые выглядят как «астрологические»: «максимум солнечной активности наступает спустя примерно два года после квадратур Юпитера и Сатурна» – такова предельно упрощенная формулировка алгоритма прогноза, построенного киевским астрономом *Н. Р. Романчуком* (1965, Украина) (квадратура – конфигурация, когда радиус-векторы планет образуют прямой угол). Столь же давно известны и наблюдения над «совпадениями» некоторых планетных конфигураций и геомагнитной активностью. В свое время исследователи были удивлены, например, тем, что большие магнитные бури

Гринвичского каталога этих событий никогда не регистрировались во время нижнего соединения Венеры и Меркурия (ситуация, когда планеты находятся на одной линии Солнце – Меркурий – Венера).

Эти и многие другие примеры такого рода приводят к идее, высказанной А. Л. Чижевским еще в 1926 г.: если солнечная активность влияет на биологические процессы в среде обитания, а планетные конфигурации можно рассматривать как индекс солнечной активности, то должна существовать связь между движением планет и показателями жизнедеятельности. Но это означает, что астрологическая доктрина содержит рациональное зерно. Из-за цензурных ограничений А. Л. Чижевский не мог в последующие годы обсуждать и развивать свою гипотезу, (она стала известна широкому читателю только сравнительно недавно). По тем же самым причинам в тогдашней России не вышел перевод книги М. Гоклена «Космические часы» – цензор посчитал главу с описанием «Марс-эффекта» чересчур «астрологической»...

В настоящее время уровень гелиобиологических исследований не позволяет дать исчерпывающего истолкования «планетарного эффекта». Восход–кульминация планеты отмечает какие-то экологические изменения в среде обитания, различающиеся для разных планет. В простейшем случае это могут быть изменения в суточном ходе тех же низкочастотных электромагнитных полей, о которых здесь уже рассказывалось. Общеизвестно, какое значение для организма имеет первый информационный контакт с внешней средой в первые часы после рождения. Суточная ритмика у ребенка формируется после родов с некоторым запаздыванием, сначала возникает околонедельная. Поэтому возможно, что «планетарный эффект» маркирует, на самом деле, фазы каких-то многодневных ритмов. Но тогда важнейшие события развертываются на определенном этапе эмбрионального развития. Надежно установлено, что эмбрион очень чувствителен к амплитудно-спектральным изменениям упомянутых электромагнитных полей, особенно в определенные критические фазы развития. Отсутствие надлежащих сведений не позволяют понять и «эффекта наследственности». Понятно только, что он обусловлен какими-то макроритмами.

Наблюдать связь с параметрами тех или иных биоритмов физиологических показателей либо определенных заболеваний много проще, чем отслеживать подобную связь для черт характера и особенностей темперамента.

Поэтому к обсуждаемым вопросам имеют прямое отношение данные о связи некоторых медико-биологических показателей с датой рождения, приуроченной к определенной фазе известного биологического ритма. По понятным методическим причинам почти все такие наблюдения относятся к ритмам большой продолжительности (они, конечно, тоже соответствуют определенным планетным конфигурациям). Найдено, что болезнь *Верльгофа* протекает тяжелее у тех детей, чьи годы рождения пришлись на низкий уровень магнитной активности. Обнаружена антикорреляция веса и роста новорожденных с индексами магнитной возмущенности. Найдены различия в гемодинамике человека после некоторого стандартного воздействия для лиц родившихся в эпохи максимума и минимума солнечной активности.

В общем, «планетарный эффект» – это не прямое «действие» планет на организм, это та же самая гелиобиология. Он не противоречит общепринятым научным принципам, но для его понимания необходимы дополнительные исследования. Такие исследования очень желательны также для изучения годового цикла – связи «знака Зодиака» с типологическими характеристиками личности. Статистические данные по этому вопросу на сегодняшний день пока противоречивы.

## 8.5. Как возникла астрология

Если астрология есть просто древняя гелиобиология, то как она могла возникнуть без знаний о солнечной активности, без телескопических наблюдений Солнца? В наши дни происхождение древней астрологии в общих чертах понятно: из триады корреляционных связей «конфигурации планет – солнечная активность – земные проявления солнечной активности» наши далекие предки обнаружили и использовали «сокращенный вариант», без солнечной активности. Они напрямую сопоставляли положения планет и экологические следствия перепадов солнечной активности, ничего не зная об этой последней.

Долгую историю астрологии можно разбить на три этапа. Все они сейчас документированы. Первый, древнейший этап относится к самым первым шагам культурной

эволюции, к тем далеким временам, когда обитатели Евразии выделили на небесной сфере первые созвездия (согласно проведенным оценкам – 16±2 тыс. лет назад). Полагают, что первобытные собиратели и охотники фиксировали свои биоритмологические наблюдения над погодой, урожайностью, заболеваемостью и т. п. прежде всего в календарных системах. Интересен с этой точки зрения широко известный сейчас восточный 60-летний календарь животных.

По мнению многих исследователей этот календарь является одним из самых древних. По традиции его введение связывают с легендарным китайским императором *Хуан-ди* (XXVI в. до н. э.). Однако ныне известно, что эта календарная система использовалась ранее в древней Индии (Хараппская цивилизация, III тысячелетие до н. э.). Вероятно, она была ранее заимствована китайцами у тюрков Евразийских степей.

С небольшими вариациями эта система получила широчайшее распространение на Востоке; в Японии – с VII в. н. э., в Тибете – с XI в. н. э., использовалась ханами Золотой орды и т. д. В эту эпоху она была не только календарем в нашем понимании, но еще и сложной идеологической конструкцией, отражавшей концепцию мироздания (человек и вселенная не изолированы друг от друга, так что моральное состояние мира отражается на космических процессах).

Устройство календаря вкратце таково: каждый год внутри одного полного цикла имеет двойное название. Эти названия отражают сложную символику древней китайской натурфилософии, включающей представления о пяти «основных элементах» мира (огонь, земля, металл, вода, дерево), и диалектических качествах («инь», «янь») и их «земных корней». «Земных корней» всего двенадцать, что соответствует 12-летнему животному циклу (мышь, корова, тигр, заяц, дракон, змея, лошадь, овца, обезьяна, курица, собака, свинья); 60-летний интервал включает 5 таких циклов по 12 лунных лет, причем число дней в году может быть 354-355 или 383-384. Если использовать название животных для 12-летнего цикла, то каждый год 60-летнего интервала дополнительно кодируется, в частности, с помощью цветовой символики. Например, год овцы, входящий на 8, 20, 32, 44 и 56-й годы 60-летнего цикла именуется, соответственно так: белая овца, далее – черная, синяя, красная, желтая.

Полагают, что календарь корректировался с помощью наблюдений Юпитера и Сатурна (соответственно, почти точно 5 и 2 оборота за 60 лет). Для кочевников Центральной Азии это легко себе представить: юрта с открытым куполом и жердями-ориентирами являлась естественным семейным планетарием.

Кроме того, известно, что среди кочевников попадались люди с исключительно острым зрением, видевшие невооруженным глазом, например, затмения спутников Юпитера. Собственно 60-летний цикл уже рассматривался в предыдущих разделах для многих природных и социологических показателей – от прироста деревьев до «волн Кондратьева». Второй цикл этого календаря – 12-летний – следует, видимо, отождествить с еще одним важным экологическим циклом нашей среды обитания – 11-летним циклом солнечной активности. Различие в периодах примерно на один год следует, вероятно, отнести за счет нашего короткого и непредставительного ряда телескопических наблюдений. Сейчас собрано достаточное число палеогеофизических данных, показывающих, что для длительных интервалов времени порядка 10 тыс. лет средние значения рассматриваемого цикла группируются в основном около двух значений: 12,5 года и 11,9 года.

Рассматриваемый календарь обязан своей нынешней популярностью, прежде всего возможности узнать «кто есть кто». На протяжении многих веков в обширном ареале, где календарь определял распорядок жизни огромного числа человеческих коллективов, было принято, что год рождения под знаком данного животного детерминирует важные черты личности – от некоторых черт характера до предрасположенности к определенным заболеваниям. Этим характеристикам придавалось серьезное значение – они использовались, к примеру, при подборе брачных пар.

Современные статистические исследования 60-летнего календаря, в общем, согласуются с такой картиной. Оказалось, что распределение различных показателей в зависимости от месяца и года рождения сильно отличаются.

Например, для 2-го и 10-го годов 12-летнего цикла (соответственно, корова и курица) процентное соотношение по группе крови В различается в 2,5 раза; группа крови АВ совсем не представлена в 10-м годе цикла, тогда как для второго года соответствующие лица составляют 12% всей группы. Такой же результат получается с применением других параметров, в частности, показателей функциональной асимметрии мозга. Однотипные

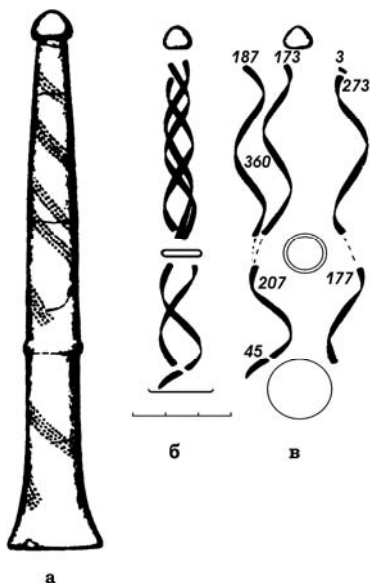
закономерности наблюдаются и при разбиении дат рождений по месяцам года, причем наложение обоих ритмов может либо усилить, либо ослабить (размыть) типологическую характеристику.

Еще одним аргументом, свидетельствующим о глубоком экологическом смысле 60-летнего календаря животных, является то, что этот цикл фигурирует в рекомендациях по применению одного из древнейших терапевтических средств восточной медицины – иглокалывания (акупунктуры). В акупунктуре, как известно, придается большое значение биоритмам – «лунному» и суточному. Так называемые «календарные точки», обладающие повышенной активностью в определенное время (независимо от диагноза), «привязаны» к годам календарного цикла.

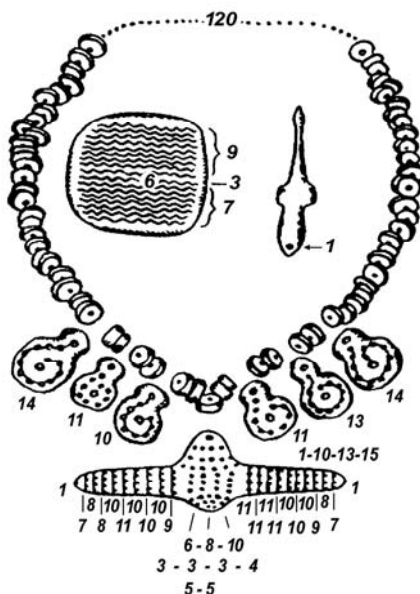
На примере 60-летнего календаря можно почувствовать значительную разницу в социальной функции календаря в современном обществе и у наших далеких предков. Регламентация самых различных сторон жизни, осуществляемая календарной системой, была раньше много больше. Именно поэтому древние календари, как правило, лишены арифметической простоты и представляются нам неоправданно сложными. Такие усложнения, однако, вполне целесообразны, если учесть, что для древних критерием совершенства календарных систем была их согласованность не только с сезонами года, но и со многими другими ритмами биосферы. Даже в хорошо разработанной единой календарной системе провести такое согласование очень сложно. Решение этой задачи достигалось нередко иным путем – применением одновременно нескольких календарей, действующих параллельно. Например, в древнем Китае, помимо описанного бытового 60-летнего календаря, действовал еще «обычный» лунно-солнечный календарь и сезонный сельскохозяйственный календарь.

Другой пример календарной системы, где признаки учета важных биологических ритмов видны «невооруженным глазом» – счет времени у древних майя, наиболее развитой цивилизации доколумбовой Америки. Считается, что города государства майя (юг Мексики, части территории Гватемалы и Гондураса) пережили пору наивысшего расцвета во II-X вв. н. э. Установлено, что майя использовали, как и древние китайцы, одновременно несколько календарных систем, связанных друг с другом при помощи целой совокупности циклов. Далеко не все в этих календарях ясно, но не подлежит сомнению, что сельское хозяйство майя регулировалось «обычным» солнечным календарем, где число дней в году составляло 365 (так называемый «хааб»). Кроме того, применялся еще годовой интервал в 360 дней («тун»), состоящий из 18 двадцатидневных месяцев, использовался еще лунный календарь и особый ритуальный календарь с очень коротким «годом» в 260 дней («цолькин»). Именно в этом календаре фигурирует 13-дневная «неделя» – столь же, казалось бы, нелепая единица счета, как и наша европейская семидневка. Если ничего не знать об околонеделной (около двухнедельной) биологической ритмике, понять появление этих странных периодов в календарях решительно невозможно.

Археологические открытия последних десятилетий позволяют непосредственно наблюдать начальные стадии создания подобных календарных систем. Многие предметы, извлекаемые из земли на месте стоянок первобытного человека, украшены орнаментом, обычно очень несложным. Суть важного открытия, о котором теперь пойдет речь, состоит в том, что во многих случаях такие орнаменты представляют собой на самом деле календарные знаковые системы, где фигурируют известные природные циклы – 7 суток, месяц, 280 суток (длительность цикла беременности). Найдены и самые настоящие календари. Возможно, наиболее замечателен из таких находок так называемый «Ачинский жезл» из бивня мамонта (рис. 8.6). Он был найден в 1972 г. на месте одного из древнейших в Сибири поселении палеолита в окрестностях г. Ачинска в раскопках, проводимых под руководством *В. Е. Ларичева* (1999, Россия). Возраст поселения оценивается в 18 тыс. лет. Жезл представляет собой фаллической формы стержень, покрытый спиральным узором из миниатюрных лунок. Лунки продавливались, видимо, специальными кремневыми «штампами» очень близко друг от друга. На первый взгляд, казалось бы, узор не имеет какого-либо смысла, кроме чисто «орнаментального». Однако подсчеты лунок (всего 1065) не оставляют сомнений в том, что жезл представляет собой знаковую систему. Для этого же региона и близкого времени имеются и другие находки столь же, видимо, сложных астрономических пиктограмм.



**Рис. 8.6.** Древний календарь – «Ачинский жезл», выполненный из бивня мамонта. Найден в 1972 г. на месте палеолитической стоянки близ г. Ачинска в Сибири. Узор представляет собой счетную систему; справа показаны этапы ее дешифровки (Ларичев В. Е., 1999, Россия).

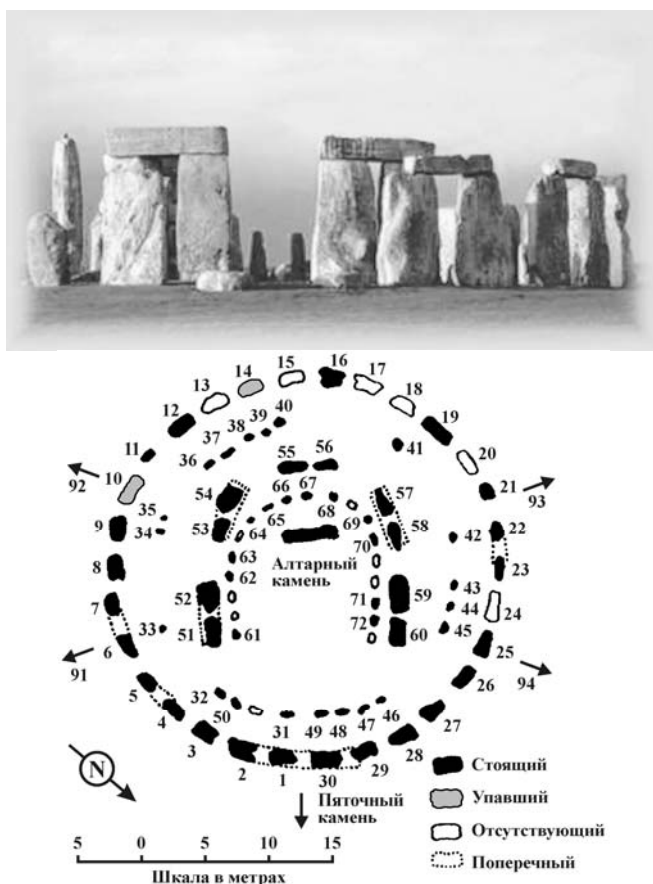


**Рис. 8.7.** Древний календарь, выполненный в виде ожерелья с подвесками. Найден М. М. Герасимовым близ с. Мальты, 80 км от Иркутска. Возраст 14750 лет. Подсчет орнаментальных знаков показывает, что узор является счетной системой, где фигурирует блок из 273 дней, что близко к циклу созревания человеческого плода (Ларичев В. Е., 1999, Россия).

Очень интересный пример – ожерелье с подвесками из палеолитического же погребения близ с. Мальты (80 км от Иркутска) (рис. 8.7.). Погребение было открыто в 1929 г. М. М. Герасимовым (известным впоследствии скульптором-антропологом, разработавшим методику восстановления лица по черепу). Его радиоуглеродный возраст (14750±120) лет (он, между прочим, очень близок к возрасту палеолитических обитателей пещеры

Альтамиры с ее знаменитыми фресками). Захоронение было сделано, судя по всему, прямо в жилище, в каменном ящике, напоминающем дольмен. Был похоронен младенец 3-4 лет. Труп при захоронении обильно посыпали красной охрой и снабдили богатейшим инвентарем, среди которого ожерелье с подвесками и поясная бляха, как сейчас уже понятно, являются счетными системами. Ребенок, вероятно, был так роскошно похоронен в жилище по той причине, что у него была необычная аномалия – второй ряд зубов. Наличие патологии, как следует из этнографических данных, делало ребенка носителем особой «силы» и, следовательно, желанным духом-покровителем после смерти. Таким образом, упомянутые ожерелье и бляха были вещами, видимо, незаурядными. Спустя полвека они были подробно изучены. После подсчета орнаментальных знаков в них был обнаружен «календарный блок» длительностью 273 дня, близкий циклу созревания человеческого плода (блок той же длительности фигурирует и в «Ачинском жезле»).

Случайно ли, что это число отличается от «короткого года» мая ровно на одну неделю этого календаря 260+13? Нет сомнений, в «орнаменте» закодирован лунно-солнечный календарь, который, возможно, включал в себя и счет времени по движению планет. Почему, в самом деле, общее число бусин составляет точно 120 (дважды 60)?



**Рис. 8.8.** Общий вид и план, составленный после тщательного анализа постройки, одной из наиболее известных древних обсерваторий – Стоунхендж (около 4000 лет назад), близ местечка Солсбери (Великобритания). Каменные арки использовались как визирь для фиксации направлений восходов Луны и Солнца в определенные дни. Дешифровка назначения определенных элементов конструкции выполнена Дж. Хокинсом (США).

Для создания и совершенствования календарных систем, рассмотренных выше, были необходимы систематические астрономические наблюдения. По своему характеру такие наблюдения являются измерениями, а для измерений нужны специальные приборы, которые

следовало устанавливать в подходящем месте. Таким образом, разработка календарей должна была сопровождаться строительством обсерваторий. Обнаружение таких сооружений, построенных в каменном веке, еще одно крупное открытие середины 20-го столетия. Большая удача, что это открытие совпало с выявлением числовой семантики в палеолитическом орнаменте, ведь оба этих открытия взаимно дополняют друг друга. Все началось с выявления функционального назначения Стоунхенджа – громадного сооружения из гигантских каменных глыб, построенного 4 тыс. лет назад на равнине неподалеку от местечка Солсбери, Великобритании (рис. 8.8).

Было убедительно показано, что огромные каменные арки Стоунхенджа использовались как визиры для фиксации направлений восходов и заходов Солнца и Луны в определенные моменты их перемещения по небесному своду. Так называемые лунки Обри, заполненные дробленным мелом, – 56 ям, расположенных по окружности на одинаковых расстояниях друг от друга, могли, в принципе, служить для предсказания наступления солнечных и лунных затмений. В последующем быстро сформировалось специальное направление исследований, получившее название археоастрономии. Было изучено множество сооружений типа Стоунхенджа – столь же грандиозных и совсем скромных.

Оказалось, что регулярные астрономические наблюдения в эпоху неолита были обычным, заурядным делом в самых разных областях Ойкумены. Такие наблюдения проводились, насколько можно судить, с помощью уже устоявшихся приемов. Нет сомнений, что они проводились и много раньше. Объектами наблюдений чаще всего были Луна, Солнце и звездное поле. На основании косвенных данных можно заключить, что наблюдались также все яркие планеты. Вот несколько примеров.

*Западная Европа.* Огромный комплекс, расположенный в местечке Карнак (Бретань, Франция). Одним из центров комплекса служил некогда Большой Разбитый Менгир – упавший и расколовшийся на четыре части камень общей длиной 22,5 м. До своего падения (вероятно, при землетрясении) он возвышался над поверхностью Земли на 19 м. Монолит, известный у местных жителей как «Камень Фей», весил 330 тонн. Ближайшее место выхода гранита, из которого состоял монолит, от точки установки отстоит на 80 км. Он, несомненно, был, подвергнут обработке (поперечное сечение – овал). Чтобы реализовать возможность наблюдений с помощью Большого Менгира, необходимы четкие линии визирования в направлениях восходов и заходов Солнца и Луны, причем длина линий – для обеспечения точности в доли градуса – должна составлять километры. Для некоторых астрономически значимых направлений, связанных с Луной, действительно удалось разыскать остатки дальних визиров на ожидаемых расстояниях. У одного из такого рода визиров располагаются две большие системы стоящих камней (Ле-Менека и Кермарю). Обе эти системы обладают четкими геометрическими особенностями и, несомненно, являются счетными структурами.

*Восточная Европа.* Курганный комплекс «Высокая могила» (с. Староселье, Херсонская область, Украина). Курганы прежде считались просто большой кучей земли над могилой «знатного царя». Оказывается, и здесь обнаруживаются элементы астрономических устройств, восходящих к 4-му тысячелетию до н.э. и оставленных представителями нескольких культур:

1. В наиболее ранних слоях комплекса обнаружены уже знакомые читателю кольца из камней – кромлехи. С привлечением данных из других курганных погребений удастся убедительно показать, что кромлехи в данном случае не только играли роль инструмента, но символизировали зодиакальный («звериный») круг.

2. В несколько более поздних погребениях найдены календарные росписи. Соответствующие подсчеты элементов росписи (косые черточки, точки) дают числа, совпадающие с продолжительностью беременности, синодического (29 суток) и сидерического (27 суток) месяцев.

3. Некоторые из досыпок, если рассматривать курган сверху с некоторой высоты, были изображениями космической тематики. Можно различать растущую Луну и бычью голову – зодиакальный символ Тельца. Вероятно, как раз в эту эпоху это созвездие выше других располагалось на ночном небе в период осеннего равноденствия.

4. Более поздняя перестройка Высокой Могилы сопровождалась сооружением из чернозема и желтого леса древнего символа Солнца – креста, вписанного в овал (владычество над четырьмя сторонами мироздания и временами года). Как показали

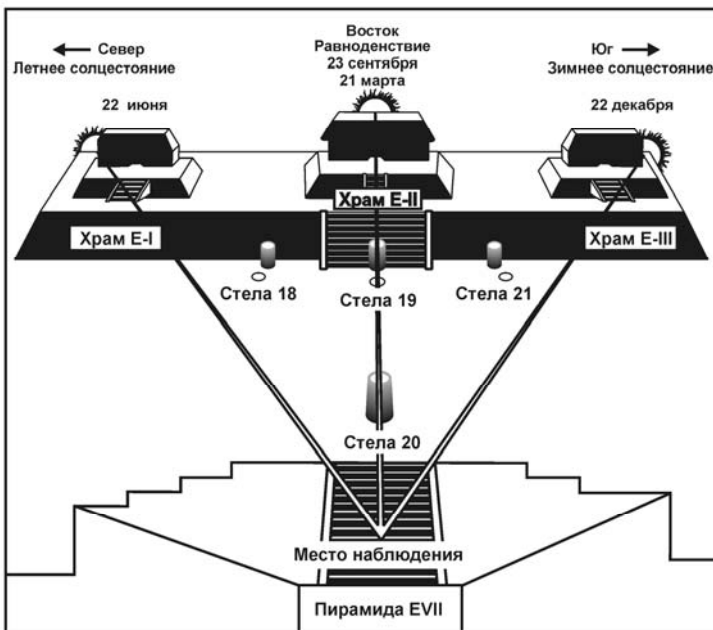
аэрофотосъемки, от Солнца разбегалось 12 лучеобразных «дорог». Они, видимо, ориентированы в определенные даты на ярчайшие звезды Зодиака.

Более скромные сооружения явно астрономического назначения известны теперь в Швеции и в Крыму, на Кавказе и в Передней Азии, в Сибири и Северном Китае... Оказывается, стойкий интерес к подобным наблюдениям был отмечен и у обитателей Нового Света.

*Центральная Америка.* Удивительная находка была сделана в 70-гг. в пустынной местности штата Нью-Мексико (Чако-Каньон, США). У входа в узкий каньон находится массивный скальный холм с очень крутыми склонами. На одной из террас близ вершины этого «останца» на высоте свыше 100 м от дна каньона стоят три плиты из песчаника. Плиты довольно массивные – тонны по две каждая. Они стоят почти вертикально, чуть касаясь вершинами отвесной стены. Расстояния между ними по горизонтали около 10 см. Солнечный луч в околополуденное время проникает в эти щели, образуя «зайчик» на скале, к которой прислонены описанные плиты.

Исследователи были поражены, обнаружив, что «солнечные зайчики» передвигаются (в связи с перемещением Солнца)... по специально нанесенной шкале. Шкала состоит из двух спиралей (соответственно для двух «зайчиков»). Прибор до сих пор работает, и можно убедиться, что в день летнего солнцестояния 21 июня изображение Солнца скользит в течение 18 минут таким образом, что пересекает точно центр одной из спиралей.

Аналогичным образом, видимо, проводились и наблюдения Луны. Не вполне ясно, были ли установлены плиты специально или упали «удачно» естественным образом, а спирали были нанесены потом. Это устройство, несомненно, использовали местные индейские племена, находившиеся в период «изготовления» прибора (X-XI вв. н.э.) на стадии неолита. Их культура ко времени описываемых находок обстоятельно изучена. Они занимались оросительным земледелием, строили прекрасные дороги, внушительные церемониальные центры. Их общественные здания – пуэбло – и дороги были строго ориентированы по сторонам света. Они, видимо, пользовались довольно точным лунно-солнечным календарем. Таким образом, описанное устройство хорошо «вписывается» в известный историко-культурный фон.



**Рис. 8.9.** Одна из обсерваторий древних майя. Установлено, что в показанном на рисунке религиозно-ритуальном центре Вашактун даты равноденствий – солнцестояний можно было определять в соответствии с нанесенной схемой. Сооружения были построены во II - IX вв. н.э. (более подробно – в тексте).



Но, конечно, самые интересные и самые эффектные археоастрономические сооружения относятся к цивилизации майя. Наблюдениями занимались жрецы-профессионалы, которых называли «ах-кин» – «слуги Солнца». Обсерватории строились в виде специальных храмовых комплексов. Их элементами были ступенчатые усеченные пирамиды, верхние площадки которых служили для ритуальных жертвоприношений или несли здание храма. Архитектурные детали пирамид отражали космологические представления майя. Например, пирамида главного храма города – Чичен-Ицы – «Кастильо» (воздвигнут, согласно преданию, вождем, носившим имя «Пернатой змеи») имеет 9 уступов («девять небес»?); Лестницы на вершину пирамиды имеет 91 ступень, их всего 4 (с каждой стороны), так что общее число ступенек, считая и верхнюю площадку, равно числу дней в году. По стенам пирамиды расположено 52 рельефа, это число лет в календарном цикле, который связывал две календарные системы – «хааб» и «цолькин» (см. выше). В этом же городе имеется еще необычной архитектуры здание с круглой башней, которое, вероятно, использовалось главным образом для астрономических наблюдений – «Караколь». В стенах сделаны специальные прорезы, через которые Солнце было видно только в дни равноденствия. Впрочем, специально построенные для наблюдений здание не было у майя типичным случаем. Чаще встречаются ситуации, когда обсерватория является элементом религиозно-ритуального комплекса. Примером может служить комплекс в Вашактун – городе, который, по мнению специалистов, не был особенно значительным политическим или религиозным центром. Его схема показана на рис. 8.9. На западной стороне центральной площади города была сооружена пирамида E-VII с фасадом, обращенным точно на восток. Напротив на вытянутой параллельно фасаду платформе располагались три храма (E-I, E-II, E-III). С вершины E-VII наблюдатель в день летнего солнцестояния видел Солнце у северного угла храма E-I, а в день зимнего солнцестояния – у южного угла храма E-III. В дни равноденствия Солнце восходило прямо над центром крыши храма E-II.

О некоторых итогах наблюдений в многочисленных обсерваториях Старого и Нового Света можно отчасти судить по дошедшим до нас обобщающим суждениям – астрономическим приметам. В фольклорной астрономии сохранилось множество рекомендаций хозяйственного и медицинского характера. В соответствии с понятными читателю закономерностями, все такие приметы «привязаны» к местности и, разумеется, эффективны и в наше время.

«Астрометеорологические правила» для Чувашии – «Если Плеяды пройдут (весной) ниже Луны или через Луну – лето будет ненастное», «если выше Луны – будет ясно». Русская примета среднерусской полосы (такая же была у древних римлян): «Какая погода будет по рождению месяца в четвертый день, такой погоды можно ждать целый месяц». Еще одна русская примета (без четкой географической привязки): «Если осенью Венера видна под утро – к мягкой зиме, а под вечер – к суровой». Общий смысл этих прогностических примет совершенно ясен: была подмечена важная особенность погодно-климатических изменений – тенденция к более или менее устойчивой повторяемости похожих (аналогичных) ситуаций.

Этнографические данные об инках (Перу, индейцы-кечуа) содержат, в частности, такие хозяйственные рекомендации: сажать в период возрастания Луны культуры, дающие плоды над Землей (кукуруза, фасоль), а в период убыли – подземные клубни. На Руси считалось, что «яровую пшеницу и рожь надо сеять в полнолуние, а овес – на два дня раньше или спустя». Что в новолуние не следует приготавливать солений (будут низкого качества). Что строевой лес надо рубить в новолуние (выруленный на ущербе быстрее сгнивает). И так далее.

Когда возникла и развилась письменность, то для рассматриваемый здесь этап развития астрологии (обычно называется «астрология предзнаменований»), стало возможным изучать его в деталях. Древнейшие из дошедших до нас астрономически-астрологических текстов – это клинописные таблички Двуречья. Значительная часть этих шумеро-вавилонских документов прочитана и проанализирована. Их примечательная особенность – построение по схеме «если (наблюдавшееся в прошлом астрономическое явление)..., то» (следствие, которое должно иметь место в будущем). Таким образом, древне-вавилонские жрецы относились к результатам наблюдений именно как к приметам и как к прогностическим сигналам. Известна огромная коллекция предзнаменований («Энума Анну Эндиль», XVI-XII вв. до н. э.), включающая около 7 тыс. отдельных событий. Спустя тысячелетие ее

все еще использовали. Если царь хотел знать характер зафиксированного только что явления, царский астролог был обязан навести справку в архиве. Некоторые примеры из этого каталога довольно любопытны:

«Если в 15 день 11-го месяца Венера исчезла на Западе, отсутствовала на небе 3 дня и на 18-й день (этого месяца) появилась на Востоке, несчастья для царей; Адад принесет дожди, Эа

– подземные воды; Царь пошлет приветствия царю».

«Если в 10-й день 8-го месяца Венера исчезла на Востоке, отсутствовала на небе 2 месяца и 6 дней и стала видна 16-го дня 10-го месяца на Западе, урожай в стране будет хорошим».

«Если Венера появляется на Востоке во 2-м месяце и Великие и Малые близнецы окружают ее, все четыре, как и она, темные, тогда царь Элама будет сражен болезнью и не останется в живых».

«Когда Марс приближается к звезде... (в Персее), в Амурру будет восстание и распря».

Несколько позже зафиксировано появление (в этом же культурном регионе) еще одного типа документов, представляющих особый интерес. Это так называемые «астрономические дневники», известные с VII в. до н. э. В хронологическом порядке они дают систематическую информацию о результатах астрономических и метеорологических наблюдений, уровне воды в реке, рыночных ценах, эпидемиях, землетрясениях, социальных кризисах – и так из года в год. Несомненно, это первичный материал, на основе которого вавилонские жрецы искали новые корреляционные связи и приметы и строили свои прогнозы. Вот небольшой дневниковый отрывок:

«Сатурн напротив... (звезда в юго-западной части Рыб). Утром 2-го (1-го месяца) радуга образовала на Западе «препятствие». Ночью 3-го Луна была на 4° впереди... В начале ночи 9-го Луна была на 2° впереди от звезды ... (Девы). 9-го Солнце было окружено гало на Западе. 11-го или 12-го имел место вечерний восход Юпитера. 15-го было облачно. 16-го Венера... Утром 20-го Солнце окружало гало. От полудня до вечера гроза с дождем. Радуга образовала препятствие на Востоке. От 8-го (вставного 12-го месяца) до 28 паводок достиг уровня 3 локтя 8 пальцев (=170 см). 2/3 локтя до паводка... По приказу царя совершено жертвоприношение. В этот месяц участилось появление лисиц в городе...».

Эти и другие подобные примеры подтверждают мысль (между прочим, совсем не новую) о прогнозе, как основном стимуле проведения систематических астрономических наблюдений в древности. Кажется несомненным, что в более раннюю эпоху – до возникновения письменности – этот стимул был еще более важным. Начинает постепенно выясняться и важнейший принцип прогноза: можно напомнить, что один из периодов повторяемости многих эпидемических заболеваний составляет 8 лет. Но это как раз цикл повторяемости явлений Венеры (точно 5 ее синодических периодов). Достаточно было заметить, что эпидемия наступила, скажем, в утренний восход осенью, будущий интервал риска возникновения эпидемии следовало ожидать при повторении именно этого варианта видимости – через 8 лет. Такое же простейшее прогностическое правило могло быть эффективным и для некоторых других показателей (погода, урожайность каких-нибудь дикорастущих). Следующий шаг – включение этого цикла в календарь (в Междуречье этот шаг не был сделан, возможно, по той причине, что в древнем Вавилоне восприятие времени было «линейным»).

Какие же показатели подлежали прогнозу? Для первобытного сообщества, для общества, переживающего переход от присваивающей системы хозяйствования к производящей, очень важно было предвидеть изменения год от года:

1) погодно-климатической ситуации;

2) ближайших перспектив важнейших промыслов (улов рыбы, добыча зверя, урожайность дикорастущих и возделываемых сельскохозяйственных культур);

3) демографического положения (в своей общине и у ближайших соседей);

4) риска наступления особо неблагоприятных интервалов времени (эпидемии, локальные социальные кризисы, отдельные катастрофические события типа наводнений и т.п.).

Вполне вероятно, что каталоги астрономических примет были составлены независимо и в других культурных «регионах». Конечно, это была строго эмпирическая система. Тогдашние наблюдатели воспринимали эти связи как непосредственное действие Космоса (включая планеты) на земные дела. Планеты были олицетворением божеств, но

прогностическая система опиралась на наблюдения. Примета, работающая «плохо», отбрасывалась.

Следующий этап развития астрологии – примитивная «зодиакальная астрология». Установлено, что применение для прогноза 12 знаков Зодиака (впервые это опять-таки было сделано в Двуречье) начинается с VII в. до н.э. При этом были необходимы регулярные наблюдения Луны и планет. Переход от астрологии предзнаменований к зодиакальной астрологии сопровождался значительными изменениями в идеологических религиозных конструкциях, обслуживающих названные системы. Однако сам тип предсказания изменился мало. Вот пример, относящийся к эпохе персидского царя *Дария* (VI в. до н. э.): «Когда Зевс (т. е. Юпитер) в Скорпионе, в доме Ареса, начало зимы будет холодным с градом, середина будет теплой, а конец мягким. Весна будет подобна зиме до летнего солнцестояния, будет дождь и гроза. В источниках будет недостаток воды. Зерно будет средним, вино и масло изобильными...».

Рождение астрологии в ныне популярном понимании этого слова – астрологии гороскопов – составляет третий (заключительный) этап ее эволюции. Составление гороскопа эквивалентно фиксации фаз одновременно нескольких биоритмов с учетом их взаимного влияния. Такой прием был разработан, вероятно, после обобщения и анализа наблюдений о связи типологических характеристик личности и фаз биологических ритмов на момент рождения. Первый дошедший до нас клинописный гороскоп для дня рождения датируется V в. до н. э. Эта система кардинально отличалась от предыдущих и в том, что обслуживала не царя и государство, но отдельного человека. Она относительно быстро распространилась из Вавилона в другие регионы. Все астрологические системы Старого Света (включая древнеиндийскую) вторичны. Новый вариант астрологической системы отвечал каким-то насущным общественным потребностям. Но большее значение имела, видимо, и высокая профессиональная репутация вавилонских жрецов (халдеев). В одном из римских источников (*Геллий Авл.* II в. н. э.) упоминается, что блестящая будущность Еврипида была предсказана отцу великого драматурга. Около 300 г. до н.э. один из вавилонских жрецов Берос основал на греческом острове Кос астрологическую школу, причем один из его учеников составил гороскоп не по рождению, а по моменту зачатия.

В Европе определенную степень завершенности астрология приобрела, видимо, на рубеже нашей эры. Учебник астрологии К. Птолемея («Тетрабиблос» – «Четверокнижие») содержит уже почти все, что включает в себя современная ортодоксальная астрология.

Ее дальнейшая эволюция вплоть до расцвета в 16 в. происходила в направлении идеологизации. Все меньше становилось в астрологии прогноза, все больше – психологического и социального управления, политического манипулирования. Идея космического воздействия все больше приобретала окраску религиозно-мистическую. Эмпирические по своей сути «правила» прогноза причудливым образом оказались связанными с гаданием, с магией. Возникли странные, не поддающиеся пока рациональному истолкованию связи астрологии с алхимией. Сформировалось большое число астрологических школ и групп, многие из которых соперничали и враждовали между собой, являясь на самом деле сектами. Астрология сделалась сложным феноменом культуры, где заметить ее рационально-эмпирическое ядро стало трудным, почти невозможным. Именно сегодня мы можем по справедливости оценить эрудицию и проницательность *А. Л. Чижевского*, наблюдательность и настойчивость *М. Гоклена*, сделавших первые важные шаги к пониманию реального смысла этой древнейшей космической доктрины.

## 8.6. Воздействия на Землю из дальнего Космоса

Итак, некоторые влияния на земные процессы со стороны планет солнечной системы, от участков небесной сферы, соответствующих знакам Зодиака, является кажущимися. На самом деле это влияние на нашу планету солнечной активности. Исходит оно от ближайшей к нам звезды, расположенной на расстоянии восьми световых минут. Возможно ли какое-либо воздействие на Землю со стороны космических объектов, находящихся на расстояниях много больших измеряемых многими световыми годами, тысячами световых лет? Современное естествознание отвечает на этот вопрос положительно. Но громадным расстояниям соответствует, конечно же, совсем другая временная шкала – интервалы времени, во много раз больше продолжительности человеческой жизни, человеческой

истории. Это шкала биологической эволюции. Стоит напомнить, что Биосфера появилась на Земле около 3,8 миллиарда лет тому назад. Колоссальное многообразие организмов в Биосфере существует уже около 600 миллионов лет. Останки первых предков человека датируются возрастом примерно 3 миллиона лет. Человек современного вида появился около 50 тысяч лет назад. За время биологической эволюции солнечной системе и нашей планете довелось испытать немалое число космических «приключений». Каждое из них оставило на Земле какие-то следы. Выделить эти следы в палеоэкологических реконструкциях среди большого числа изменений, происшедших по чисто земным причинам, задача сложная, трудоемкая и дорогостоящая. Комплексные исследования в указанном направлении проводятся уже несколько десятилетий. Сделаны интересные открытия. Прежде чем переходить к их описанию, следует пояснить о каких именно космических эпизодах может идти речь. Какие воздействия в принципе можно ожидать на протяжении миллиардов лет вращения солнечной системы вокруг Центра Галактики? Данные астрофизики по этому вопросу сводятся к следующему:

1. Солнечная система может оказаться неподалеку, скажем, на расстоянии нескольких световых лет от неустойчивой звезды, которая в это время взорвется – вспыхнет как Сверхновая. Такие события случаются в Галактике примерно раз в 30 лет. Как правило, они происходят так далеко, что вообще не обнаруживаются. Каковы будут экологические последствия близкой вспышки Сверхновой? В момент развития самой вспышки (в это время звезда наблюдалась бы днем) импульс гамма и рентгеновского излучения мог бы полностью разрушить озоносферу; все живое на земной поверхности, пока в течение месяца озоносфера восстанавливалась бы, подвергалась бы облучению ультрафиолетовым излучением; с запаздыванием в десятки лет относительно вспышки интенсивность космических лучей многократно возрастала бы на длительное время. Конечно, такое событие не могло бы не оставить след в истории Биосферы. Близкие вспышки Сверхновых – события очень редкие. Каких-либо указаний на то, что подобная катастрофа имела место в ближайшие к нам десятки тысяч лет не обнаружено. Вероятно, значительно чаще Земля подвергается воздействию более коротких и менее мощных импульсов жесткого электромагнитного излучения из дальнего космоса, которые по длительности, как правило, составляют доли секунды.

2. Помимо своего обращения вокруг Галактического Центра звезды (и Солнце с планетами) испытывают еще колебательное движение относительно плоскости Галактики (рис. 8.10). Физическая картина вполне аналогична прыжку гимнаста на батуте: тело гимнаста продавливает сетку – растянутые нити сетки, занимая исходное положение, подбрасывают гимнаста вверх. Гравитационное поле Галактики плоское. Звезда ниже галактической плоскости притягивается, набирает скорость, «падает» на эту плоскость и «проскакивает» ее. Далее она, замедляясь, поднимается выше плоскости, затем «падает» снова и снова «проскакивает». Период этих колебаний для Солнца можно сосчитать. Оказывается, оно проходит галактическую плоскость приблизительно каждые 30 млн. лет. Сведения об этих осцилляциях приведены здесь по той причине, что прохождения Солнца через плоскость Галактики являются особым эпизодом. В этой плоскости сосредоточена газо-пылевая составляющая вещества Галактики (звездная составляющая образует гораздо более «толстый» диск). Галактический газ и пыль имеют облачную («клочковатую») структуру, не заполняя равномерно всю плоскость. При пересечении галактической плоскости Солнце имеет повышенную вероятность оказаться в пределах газо-пылевого облака. Может ли это иметь экологические последствия? Они плохо изучены. Если облако достаточно плотное, то количество энергии, поступающее на планету от Солнца уменьшается. Должно последовать похолодание. Возможно, что такое глобальное похолодание приведет к оледенению и существованию росту полярных шапок планеты. Общеизвестно, что оледенения неоднократно случались в истории Земли. Однако они могут происходить по самым разным причинам и, следовательно, не являются однозначным признаком пребывания солнечной системы в межзвездном облаке. В пылевой компоненте облака присутствует довольно много органических соединений (понятно, абиогенного происхождения). Вероятность попадания этих веществ в земную атмосферу и последствия этого пока нигде не рассматривалось. В общем, за время существования Биосферы солнечная система побывала в разных межзвездных облаках около десятка раз.

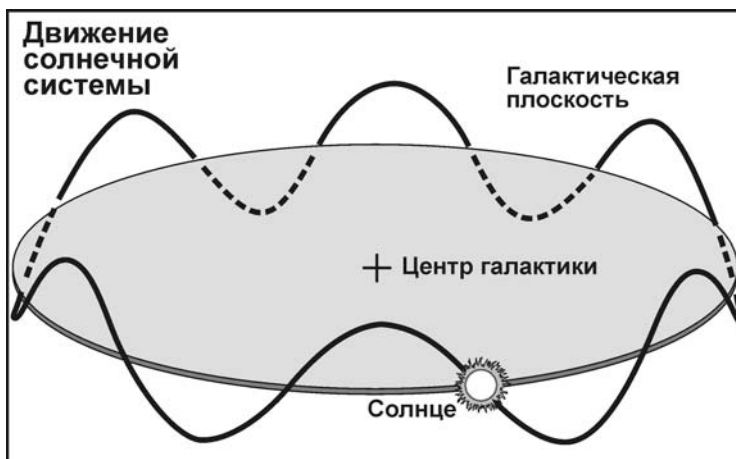


Рис. 8.10. Схема колебаний солнечной системы относительно плоскости Галактики. Пояснения в тексте.

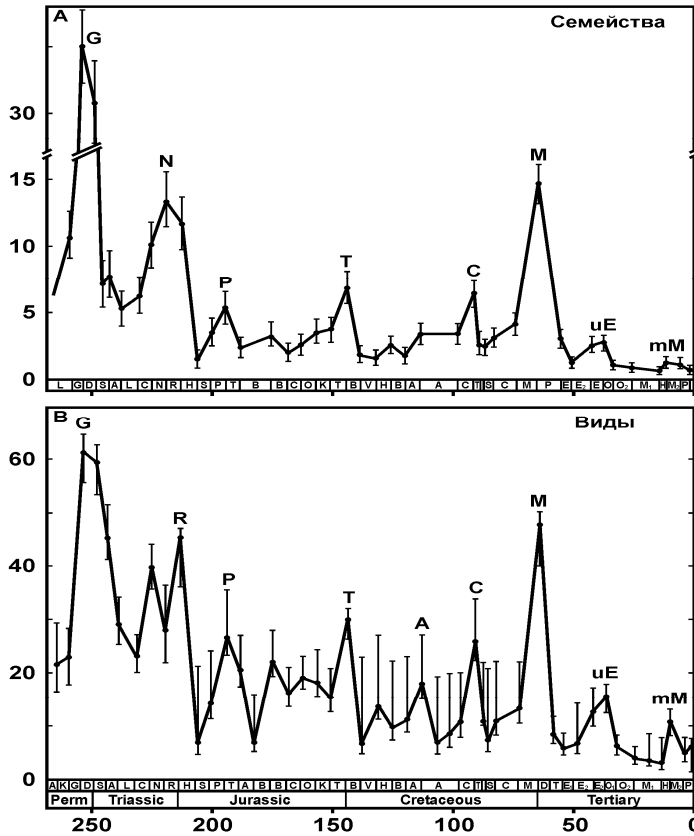
3. Объект, находящийся в Галактическом Центре трудно изучать – он экранируется для земных наблюдателей уже рассмотренными газопылевыми комплексами. Физическая природа этого компактного объекта (Галактическое ядро) не изучена в такой степени, что можно предвидеть его поведение. В некоторых других галактиках наблюдаются явления, очень похожие на взрыв центрального компактного объекта.

Если ядро нашей собственной Галактики циклически взрывается, это непременно должно иметь экологические последствия. Скорее всего, они должны быть похожи на эффекты вспышки близкой Сверхновой. Однако мы находимся на сравнительно большом расстоянии от Галактического Центра. Поэтому влияние рассматриваемого гипотетического взрыва на ход биологической эволюции не представляется столь масштабным и драматическим.

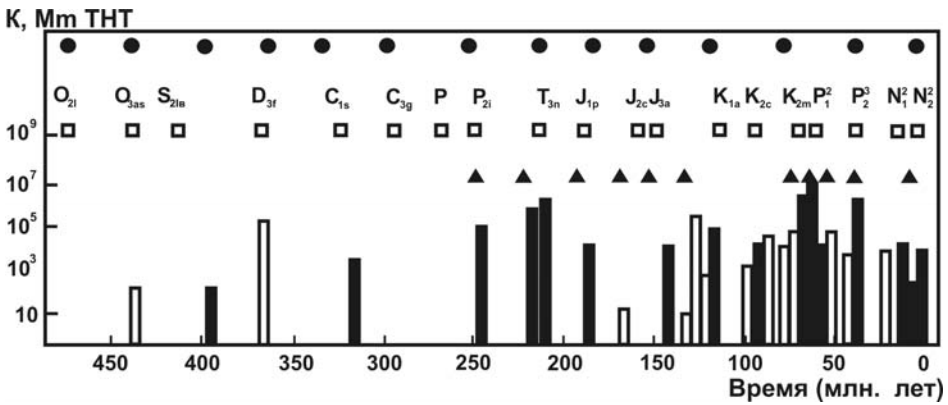
Для реального обнаружения каких-либо космических воздействий на земную историю – перечисленных выше или иных – необходимо иметь какой-нибудь обобщенный индекс хода биологической эволюции. Такой индекс, измеряющий изменения биологического разнообразия Биосферы, был вычислен для последних 600 млн. лет истории биосферы на основе анализа данных по морским ископаемым (рис. 7.11) американскими исследователями *Д. Раупом и Дж. Селкоски* (1986). Индекс представляет собой скорость исчезновения семейств названных организмов за 1 миллион лет.

Оказалось, что для указанного интервала времени имеется некоторая «обычная» («фоновая») скорость 3-5 исчезающих семейств на 1 млн. лет. На этом фоне, как оказалось, заметны еще и особые критические эпизоды, когда за тот же 1 млн. лет исчезает 15-20 семейств (приблизительно 1200 видов) – массовые вымирания. Таких событий насчитывается всего пять. Кроме того, имеется еще примерно столько же менее выдающихся критических интервалов. Самое же замечательное, что для последних 250 млн. лет эволюционной истории (где данные более подробные) для критических эпох прослеживается цикл около 30 млн. лет. Длительность этого цикла находится со значительной погрешностью (конкретное значение у названных авторов составляет 26 млн. лет), но его близость к периоду осцилляций Солнца относительно галактической плоскости сразу обращает на себя внимание. Великие вымирания связаны с нашим пребыванием в галактических газопылевых облаках?

Последние исследования (*Гончаров Г.Н., Орлов В.В., 2003*) подтверждают идею о том, что периоды массовых вымираний связаны с прохождением Солнечной системы через галактическую плоскость с периодом 26-27 млн. лет (рис. 8.12). При этом исследователи отмечают наличие еще одного периода около 183 млн. лет, который согласуется с аномалистическим периодом, т.е. интервалом времени между двумя последовательными прохождениями Солнечной системы через апоцентр (наиболее удаленную точку от центра галактики) ее эллиптической галактоцентрической орбиты.



**Рис. 8.11.** Изменение индекса видового разнообразия Биосферы за последние 600 млн. лет. По вертикальным осям – числа исчезнувших семейств (А) и видов (В) в расчете на 1 млн. лет (по морским ископаемым). По горизонтальным осям – геологическая шкала времени – от современной (нуль) в прошлое; обозначены геологические эпохи. Глобальная иридиевая аномалия соответствует пику со знаком М, 65 млн. лет назад (*Raup D.M., Sepkoski J.J., Jr., 1986, США*).



**Рис. 8.12.** Датировка событий массовых вымираний (квадратики), импактных событий (падений на Землю космических тел) (гистограмма) и всплесков частот геомагнитных инверсий (треугольники), а также моменты прохождения Солнечной системы через плоскость Галактики (кружки). Темные столбцы гистограммы – импактные события с расчетной энергией К (в эквиваленте мегатонн тринитротолуола (Мт ТНТ)), согласованные с эпохами массовых вымираний (*Гончаров Г.Н., Орлов В.В., 2003, Россия*).

Некоторую ясность в этот вопрос внесло неожиданное открытие так называемых «иридиевых» аномалий. Небольшая группа американских исследователей во главе с известным физиком *Л. Альваресом* (1980) сообщила, что в слое красной глины, датированном возрастом 65 млн. лет назад, имеется аномально высокая концентрация элементов иридия и осмия. Подстилающие эти глины нижние слои и слои, расположенные выше, содержат «нормальную» (фон) концентрацию этих элементов. Указанная геохимическая аномалия не является собственно иридиевой: это просто один из тяжелых элементов, сверхчувствительный метод анализа существует для иридия, для платины такого метода нет. Оказалось, что иридиевая аномалия носит глобальный характер: где бы не проводился такой анализ – в Европе, Африке, Америке – всюду для данного стратиграфического горизонта (так обычно выражаются геологи) наблюдается тот же самый избыток иридия.

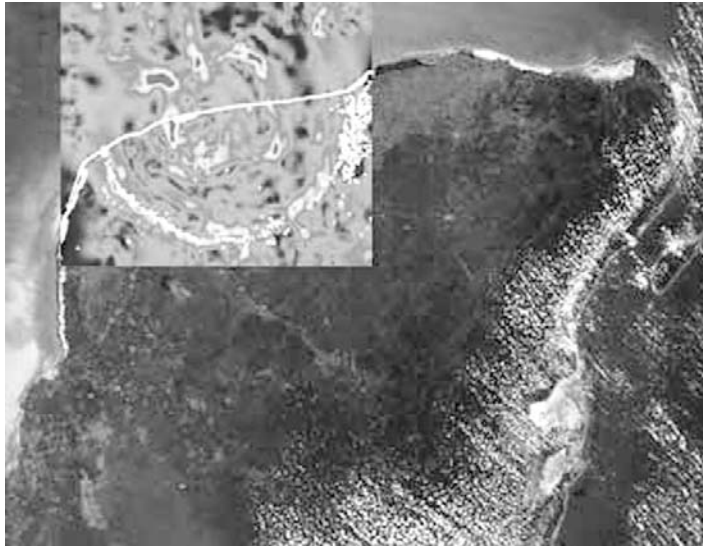
Внезапное появление тяжелых элементов на земной поверхности, скорее всего, могло быть обусловлено внесением значительной массы космического вещества. В метеоритах, в космической пыли, тяжелых элементов во много раз больше, чем в земной коре. Самое же главное, в этот период происходит одно из «великих» (но не самых крупных!) вымираний. Но одновременно оно и самое известное – как раз в это время исчезли гигантские рептилии – динозавры, процветавшие до этого в течение 150 млн. лет. Животные достигали размеров, сопоставимых с домом: длина одного из видов – 30 м., представители другого достигали в высоту 6 м. Некоторые летающие рептилии были величиной со спортивный самолет.

Но одновременно с динозаврами Биосфера утратила многие сотни других видов.

Иридиевая аномалия может быть обусловлена длительным выпадением космической пыли (из галактического газопылевого образования). Но примерно то же самое будет наблюдаться, если Земля столкнулась с космическим телом соответствующей массы (для обеспечения аномалии это должен быть астероид с диаметром  $10 \pm 2$  км). Приведенные исследования сейчас позволяют уверенно сказать, что реализовалась последняя версия. Сейчас катастрофа реконструирована в деталях. Ее масштабы не могут не поразить воображение. Вот какая получилась картина: космическое тело соприкоснулось с поверхностью Земли в точке близ полуострова Юкатан (Перу). Энергия взрыва, пересчитанная в наши стандартные единицы – мегатонны, составляет  $10^7$ .

Эпицентр взрыва пришелся на мелководье. Диаметр образовавшегося кратера около 180 км (неподалеку сейчас располагается деревушка Чиксулуб, кратер теперь именно так и называют) (рис. 8.13). Предполагается, что с краев кратера огромная масса воды, подстилающего грунт, поднялась до высот стратосферы (40 км). Затем это все это упало обратно, порождая колоссальное цунами. В результате взрыва само падающее тело превратилось в перегретый пар (то же происходит с сопоставимой по объему с астероидом массой грунта и воды). На протяжении десятков секунд атмосфера над точкой взрыва практически полностью отсутствовала, так что какая-то доля вещества, двигаясь по баллистическим траекториям, попала в верхние части атмосферы, не испытывая сопротивления. Мелкие пылевые частицы рассеялись на огромной территории, через какое-то время (выпадение этой пыли и дало упоминавшуюся геохимическую иридиевую аномалию) огромные массы водяного пара вместе с пылью были дополнительно выброшены в атмосферу, после того, как океан вернулся на раскаленное днище кратера. Плотность вещества в атмосфере в первый месяц после взрыва была настолько высокой, что стояла непрерывная ночь, а фотосинтез был, конечно, полностью блокирован.

Понятно, что эта долгая глобальная ночь была еще и суровой зимой. Для некоторых пунктов, где проводился подробный геохимический анализ (в Европе и Новой Зеландии), в соответствующих стратиграфических горизонтах был найден углерод в форме сажи. Это значит, что катастрофа сопровождалась гигантскими лесными пожарами, которые были источником поступления в атмосферу углекислоты. Еще одним источником поступления углекислоты была активация в это время вулканической активности (пока неясно, была ли эта активизация обусловлена взрывом или эти явления совпали случайно). Было найдено, что увеличение атмосферной концентрации углекислого газа сопровождалось появлением в это время еще и сернистых соединений, что должно сопровождаться длительными кислотными дождями (в современной экологической ситуации такие дожди приводят к гибели зоо- и фитопланктона в поверхностных слоях водных бассейнов и уничтожают древесную листву).



**Рис. 8.13.** Гравиметрическая съемка Кратера Чиксулуб в районе полуострова Юкатан (Центральная Америка). Концентрические образования на выделенном фрагменте свидетельствуют о гравитационной аномалии, вызванной падением гигантского космического тела.

Проведенные междисциплинарные исследования (между прочим, весьма трудоемкие и дорогостоящие) поставили некоторые вопросы, на которые пока нет ответов. Например, близ того же стратиграфического горизонта с иридиевой аномалией сверхчувствительный анализ обнаружил молекулы двух аминокислот явно космического происхождения. Упавшее тело содержало органику? Или она появилась в результате осаждения пыли или кометоподобных фрагментов, сопровождавших это тело в космосе? Была ли эта органика ядовита для распространенных в биосфере видов?

Существенным моментом при изучении описанной катастрофы с возрастом 65 млн. лет было обнаружение наряду с кратером Чиксулуб других кратеров с близким возрастом (на территории Донецкого кряжа – Гусев (5 км), Каменский (25 км); в заполярном Урале – Карский (20 км), Усть-Карский (25 км)). Это означает, что в конце мелового периода было не единичное столкновение Земли с астероидом, но «ливень» астероидальных тел, т. е. эпизод «бомбардировки» с общей продолжительностью порядка 1 млн. лет. Поэтому соответствующие эффекты в биосфере были не мгновенными актами гибели большого числа особей в районе эпицентра взрыва, но именно вымиранием из-за нарушения экологического равновесия: те же далекие предки крокодилов – динозавры – вымерли, скорее всего, из-за нарушения цепей питания (что заняло длительное время, соответствующее смене многих поколений).

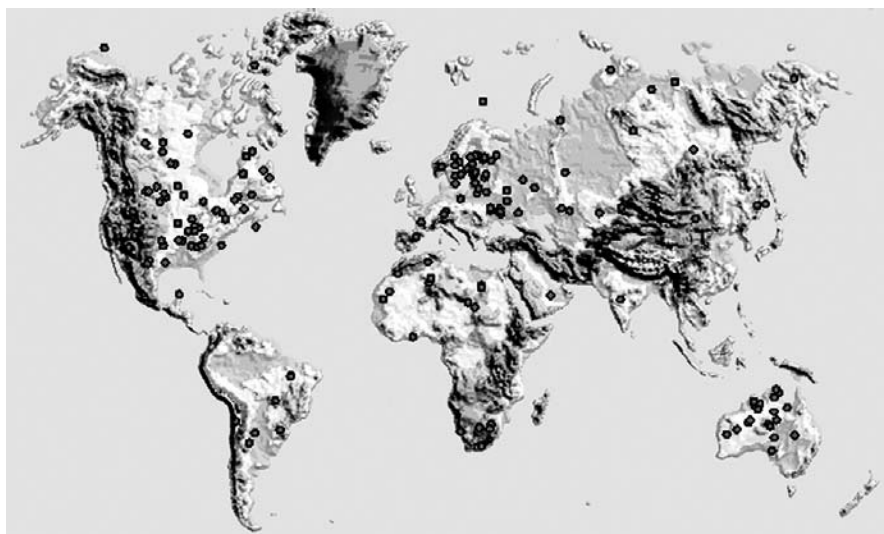
Астрономические данные не позволяют получить надежные сведения о частоте следования подобных событий. Единственный источник информации здесь – результаты изучения кратеров ударного происхождения на Земле. Вообще такие кратеры – обычный элемент ландшафта всех тел солнечной системы с твердой поверхностью (рис. 8.14). Но именно на Земле может быть надежно определен их абсолютный возраст. В современном каталоге земных ударных кратеров (еще одно их название – астроблемы) числится 140 объектов (рис. 8.15). Конечно, исследована только небольшая часть поверхности планеты, отсутствует информация об астроблемах на дне морей и океанов. И все же имеющиеся скудные данные позволяют заключить, что астроблемы и в самом деле появляются группами с периодом  $28 \pm 2$  млн. лет. Это очень близко к повторяемости вымираний и периоду колебаний солнечной системы относительно галактической плоскости.

Частота следования «ливней», сопровождающихся появлением таких кратеров как Чиксулуб, в среднем не менее 1 раз в 100 млн. лет. Таким образом, получается, что каждое третье пересечение галактической плоскости сопровождается глобальной катастрофой.





**Рис. 8.14.** Ударный кратер в Северной Америке (США, штат Аризона). Диаметр – 1.2 км. Возраст около 25 000 лет.



**Рис. 8.15.** Карта ударных кратеров на поверхности Земли.

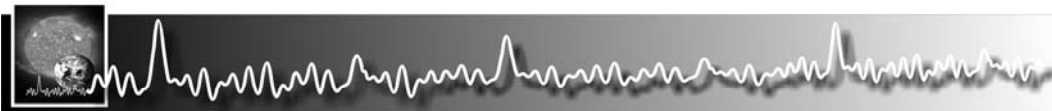
Но откуда берутся бомбардирующие тела? Большинство исследователей на сегодняшний день придерживается следующей версии (в значительной мере, гипотетической): эпизоды бомбардировки обусловлены попаданием внутрь солнечной системы астероидальных и кометоподобных тел из громадного их резервуара на периферии солнечной системы. Этот резервуар представляет собой остаток протопланетного кольца (его внешний край), где конденсации в крупные тела – планеты так и не произошло. Он расположен на таком расстоянии (около светового года), что находящиеся там мелкие тела ненаблюдаемы. В этом образовании (называемом облаком Оорта) находится, как полагают, не менее 100 миллиардов малых тел (столько звезд в Галактике!). Эти кометные ядра – астероиды уже очень слабо связаны с Солнцем. Достаточно даже очень малого гравитационного возмущения извне (например при прохождении Солнечной системы через

галактическую плоскость), чтобы вызвать в Облаке Оорта изменения орбит многих тел. Оно все время «испаряется»: часть этих тел уходит в межзвездную среду, часть устремляется внутрь солнечной системы, выпадая на планеты и Солнце. Если в гравитационных возмущениях есть ритмика, то она неизбежно будет присутствовать в астероидально-кометных ливнях. Упомянутые возмущения наиболее вероятны и многочисленны близ галактической плоскости (повторяемость около 30 млн. лет) и они могут содержать также периоды, кратные периоду галактического обращения солнечной системы (230 млн. лет). Случайная составляющая в частоте следования «бомбардировок» также должна неизбежно присутствовать. Сближение со звездой – обычной или нейтронной – является для облака сильным возмущением.

Весь круг вопросов, о которых здесь шла речь, изучен пока очень мало. Многие не исследованы, непонятно и загадочно. Великое вымирание около 240 млн. лет назад, когда Биосфера потеряла чуть ли не 90% видов позвоночных, не совпадает с выдающейся иридиевой аномалией. Может быть, самые крупные образования этого ливня были кометоподобные тела, состоящие в основном из льда, пыли и замерзших газов? Образуется ли при такого рода событии крупный кратер? Каковы могут быть особенности экологической катастрофы, когда на поверхности планеты падает «поезд» из фрагментов разрушенной большой «кометы»?

Некоторые из подобных вопросов имеют очевидное «человеческое измерение». Какова будет судьба нашей цивилизации, случись подобная катастрофа сейчас? Ныне мы (солнечная система) как раз пересекаем галактическую плоскость. Может быть, появление аризонского кратера Барринджер (30 тыс. лет назад, диаметр 1,2 км) и Тунгусская катастрофа 1908 г. это «первое серьезное предупреждение»? Думается, земляне должны с полной серьезностью отнестись ныне к проблеме «антиастероидной защиты» нашей планеты.

Итак, воздействия дальнего Космоса не касаются наших повседневных дел. Но эти воздействия определенно существуют, и их необходимо исследовать для того, чтобы разобраться в истории Земли и эволюции Биосферы. Земля не изолирована от некоторых явлений и процессов в нашей Галактике.



## ОБЩИЕ ИТОГИ

Если в самом кратком виде суммировать тот разнообразный материал, с которым читателю довелось столкнуться в этой книге, то это можно сделать в виде некоторых выводов. Солнечная активность постоянно и каждодневно влияет на биосферу и нашу жизнь во всех ее проявлениях. Эта универсальность и всеобщая распространенность космофизического воздействия на все живое была понятна *В. И. Вернадскому* (вспомним эпиграф к книге) и *А. Л. Чижевскому* (предложил термин «гелиобиология»). Конечно, не для всех явлений и процессов такое влияние сейчас установлено достоверно, но объективно в этом невозможно усомниться – если магнитные бури влияют на жизнедеятельность, то в медицинской статистике обязательно будет присутствовать 11-летний цикл, в биосфере – около 27-дневный период, соответствующие эффекты неминуемо должны быть найдены в художественном творчестве – и так далее, по всем логическим ответвлениям известных причинно-следственных связей.

Влияние солнечной активности на процессы в обществе кажется странным и парадоксальным только потому, что обычно не принимается во внимание биологическая сторона сущности человека. Если не обращать внимания на предрассудки, то эффекты солнечной активности могут быть с непреложной необходимостью обнаружены в ходе человеческой истории. Физические и биологические факторы исторического процесса – реальность, рано или поздно, но она непременно будет учитываться в исторических реконструкциях. Вывод об универсальности влияния солнечной активности на все живое помогает понять происхождение древнейшей космической доктрины – астрологии.

При рассмотрении устройства Солнечной системы необходимо принимать во внимание «принцип максимальной резонансности Молчанова». Из него следует, что планетарные конфигурации можно рассматривать как особый индекс солнечной активности. Этот индекс в древней вавилонской астрологии использовался для определения типологических характеристик личности, которые в значительной мере складываются под влиянием гелиогеофизических воздействий в критические дни эмбрионального развития. Эмпирическую древнюю астрологию не следует путать с коммерческой дешевой наших дней, которая тоже называется астрологией. Археoaстрономические данные и археологические находки в Междуречье позволяют восстановить историю возникновения астрологии достаточно полно. Никакие другие космические тела, кроме Солнца, в нашей Солнечной системе существенно не влияют на нашу земную биосферу. Однако дальний Космос – наше галактическое окружение, не вмешиваясь в нашу повседневную жизнь, несомненно влиял на биологическую эволюцию и оставил глубокие следы в геологической истории Земли. По крайней мере, один эпизод этой истории – глобальная экологическая катастрофа 65 млн. лет назад – сейчас реконструирован подробно. Нет сомнений, что подобные космические катастрофы случались в истории нашей планеты неоднократно. Земля не изолирована от процессов, протекающих в Галактике. О некоторых из подобных воздействий землянам еще предстоит узнать из палеоэкологических реконструкций.

Что касается влияния на наше здоровье и нашу жизнь солнечной активности, то самое главное здесь состоит в том, что частично удалось разобраться в механизмах этого влияния. В самых общих чертах пути воздействия солнечной активности на среду обитания показаны

на рисунке 7.1. Там выделены два основных канала воздействия – через изменения коротковолнового излучения и ионосферу (солнечная активность) и через изменения в солнечном ветре – магнитосферу (геомагнитная активность). Уместно еще раз подчеркнуть, что в первом случае воздействие суммируется по всему солнечному диску (по всем активным областям), во втором – влияние ограничивается активными областями в узкой зональной области данного солнечного полушария с запаздыванием в 1-5 дней. Насколько можно судить сейчас, воздействие на биологические явления реализуется в основном через возмущения электромагнитных полей в среде обитания.

Краткий итог всему рассказанному допускает его формулировку в виде следующих обобщающих положений:

1. Идея о том, что наша среда обитания со всеми протекающими в ней процессами, полностью изолирована от Космоса, ошибочна и неприемлема для современного стиля научного мышления. Эволюция Биосферы всегда протекала под влиянием как чисто земных факторов, так и космических. Если не учитывать воздействия космической погоды, то описание самого феномена жизни будет неполным и ущербным.

2. В среде обитания изменения космической погоды фиксируются как совокупность большого числа «вторичных» явлений. Как именно процессы на Солнце и в ближайшем космическом окружении планеты преобразуются в вариации экологических факторов – в общих чертах понятно. Но нет уверенности, что сейчас можно составить полный список действующих на организм экологических параметров, контролируемых Космосом. Еще более трудной представляется задача их ранжирования. Какой физический агент является «главным» в передаче изменений космической погоды в мир биологических явлений? Сейчас преобладает мнение, что наиболее важным таким фактором являются изменения электромагнитных полей в некотором достаточно широком диапазоне частот – с акцентом на очень низкие – экстремально низкие частоты. Биологическая активность слабых электромагнитных полей, близких по своим частотным и амплитудным к природным, надежно установлена. Однако вполне возможно, что живые организмы воспринимают электромагнитные сигналы в качестве управляющих сигналов в виде определенных частотно-амплитудных паттернов, которые в настоящее время нам еще не известны. На самом деле междисциплинарные исследования показали, что фоновые электромагнитные поля – это очень важный экологический фактор – ведь изменения упомянутых полей тесно связаны со многими чисто земными процессами, включая космическую и земную погоду, сейсмические и гидродинамические явления. Да и вообще – Жизнь – феномен электромагнитный...

3. Можно констатировать, что проблема «космическая погода - биосфера» включает в себя комплекс вопросов большой степени сложности. Микродозы различных физических (и химических) факторов действуют в Природе на биосистемы всегда совместно. Поскольку изолированных биосистем не существует, воздействие космофизических факторов осуществляется на экосистему – биогеоценоз. Отклик биосистемы на внешнее воздействие – это обязательно ответ генерализованный, но имеющий одновременно типологические особенности, которыми нельзя пренебрегать. Этот отклик зависит от функционального состояния системы, фазы макроритма и географического региона. Спорадическое возмущение разрушает на какое-то время временную организацию биосистемы (десинхроноз), но для более продолжительных интервалов времени сами такие возмущения обнаруживают в частоте следования организацию, и могут выполнять роль «временного ключа» для ритмики более высокого порядка. Все такие соображения должны приниматься во внимание при планировании модельных (имитационных) экспериментов. А проведение таких опытов (искусственная магнитная буря в лаборатории) – неизбежный ближайший этап развития обсуждаемых исследований.

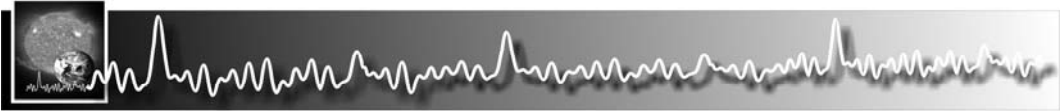
4. Нет сомнений, что космическая погода влияет на социальные процессы. Масштабы этого влияния сейчас недооцениваются. Трудно сказать, когда наступит время для глубокого и всестороннего изучения данного круга вопросов. Подобные исследования сдерживаются сейчас масштабными философскими противоречиями между гуманитарной и естественнонаучной ветвями знаний: принцип «свободы воли» исключает какое-либо природное вмешательство, в том числе и космическую погоду, в психические явления.

5. Есть все основания полагать, что в ближайшие годы будут более энергично изучаться проблема влияния космической погоды на техносферу. Поруккой тому – высокие требования к

стабильности работы компьютерных и электронно-коммуникационных систем. Такие исследования будут стимулировать решение другой ключевой проблемы - первичных механизмов действия микродоз экологических факторов. Вероятно, существует ряд универсальных механизмов воздействия факторов космической погоды на физико-химические процессы. Если знать эти механизмы, то эффекты космической погоды можно будет прогнозировать, а негативное влияние космической погоды на биологические, физико-химические и электронно-коммуникационные системы можно будет минимизировать.

Не вызывает сомнений и высокая практическая важность исследований влияния космической погоды на жизнь нашей планеты. Может быть, наиболее интересным и обещающим являются вопросы прогноза. В явлениях космической погоды – как во всех явлениях в Природе – есть Хаос и Организация. Если изучить этот последний аспект – возможен прогноз. Все сейчас являются свидетелями конфронтации двух базовых концептуальных схем в области долгосрочного климатического прогноза. Если считать «климатическую машину» Земли самодостаточной и полностью изолированной от Космоса, то получаем хорошо известный сценарий глобального потепления. Если Космос влияет на климат, то после 2010 г. на высоких и умеренных широтах следует ожидать серию суровых и продолжительных зим (сторонники схемы глобального потепления оккупировали трибуну ООН и контролируют реакции ведущих специальных журналов, так что эта точка зрения менее известна).

Следует признать, что накопление знаний в рассматриваемой области совершалось очень медленно и проходило с трудом, особенно в новейшее время. Одна из причин этого понятна: междисциплинарные барьеры. Возможно, отрицательные последствия глубокой разобщенности между различными специалистами были впервые ярко продемонстрированы именно здесь. Кажется, именно в этих исследованиях впервые стало ясным, что все решают «специалисты по проблеме», а не просто специалисты в данной области знаний. Вот почему, вглядываясь в будущее, не видно оснований для особого оптимизма. Достаточно быстрое развитие исследований в рассматриваемой области потребовало бы некоторых существенных изменений в организации и менеджменте, в методологии, в системе науки и образования. Узкоспециализированной и бюрократизированной «грантовой» науке этот барьер не взять... Конечно, указанное обстоятельство довольно быстро становится общенаучной проблемой. Как тут не вспомнить мудрые слова знаменитого биохимика Э. Чаргаффа: «Излишняя дробность представления о природе, зачастую приводящая к его полному исчезновению, делает мир похожим на Шалтая-Болтая, которого не удалось собрать... такой мир может стать еще более неуправляемым по мере того, как от Континуума Природы будут отламываться – «для более тщательного изучения» - кусочки все мельче и мельче».



## ГЛОССАРИЙ

**Автоколебания** – незатухающие колебания, самопроизвольно возникающие в системе из-за наличия в ней обратных связей. Энергия колебаний черпается из внутреннего источника. Для поддержания автоколебаний не требуется внешнего периодического воздействия. Параметры автоколебаний определяются свойствами системы.

**Активные области на Солнце** – регионы, где «поверхности» Солнца – фотосфере или в его атмосфере (хромосфере – короне) сосредоточены различные явления солнечной активности – пятна, вспышки и т. п.

**Археoaстрономия** – специальная дисциплина, в рамках которой изучаются приемы и методы астрономических наблюдений в «дописьменную» эпоху, исследуются древние обсерватории.

**Атмосферики** – низкочастотные радиоволны в полосе 5 Гц – 30 кГц, запертые в сферической полости ионосферы – поверхности Земли, генерируются в атмосфере молниевыми разрядами.

**Бартельса календарь («Ковер»)** – расположение данных по 27 дневным периодам, совпадающим с периодом вращения «королевских зон» Солнца.

**Внезапное ионосферное возмущение** (англоязычная аббревиатура - SID) – резкое увеличение проводимости в нижней ионосфере, обусловленное всплеском ионизирующего излучения (рентгеновского, ультрафиолетового) хромосферной солнечной вспышки. В геомагнитном поле фиксируется как кроше. Длительность явления, охватывающего земное полушарие, составляет от десятка минут до несколько часов. Сопровождается изменениями параметров радиоизлучения, запертого между сферической ионосферой и поверхностью Земли.

**Вращение Солнца керрингтоновское** – средний синодический (относительно Земли) период вращения «королевских зон» 27, 28 суток.

**Вспышка хромосферная солнечная** – взрывоподобное выделение энергии, накопленной в солнечных магнитных полях, которое трансформируется в энергию видимого солнечного излучения, а также в кинетическую энергию выбрасываемого облака плазмы, космических лучей и энергию радиоизлучения.

**Гелиоширота Земли** – в гелиоцентрической системе координат величина проекции Земли на солнечный диск, отсчитываемая относительно гелиоэкватора. Перемещение с годовым периодом возникает из-за наклона земной орбиты относительно гелиоэкватора на 70°.

**Геомагнитные индексы** – особые числовые характеристики данного интервала времени (чаще всего – суток), характеризующие степень возмущенности магнитного поля Земли. Вычисляются на основе специальных измерений с использованием магнитометрических станций по особым универсальным правилам.

**Десинхроноз** – нарушение согласованности в протекании биологических процессов во времени, которая имеет место в нормальном состоянии организма. Десинхроноз проявляется, как правило, в виде сдвига фаз между отдельными периодами в интегральной ритмике физиологических, метаболических и биофизических процессов, в том числе и относительно фаз периодов вариаций факторов окружающей среды. Явление гиперсинхронизации, которое может иметь место при некоторых патологических состояниях, также рассматривается как состояние десинхроноза.

**Долгота активная** – на Солнце относительно узкий интервал гелиодолгот, где преимущественно возникают активные области. Такая устойчивая меридиальная полоса может иметь период вращения, соответствующий обычным зональным периодам вращения, зависящим от гелиошироты.

**Дыра корональная** – область в Солнечной короне, несколько керрингтоновских оборотов (см.) Является источником высокоскоростных струй солнечного ветра (см.).

**Ионосфера** – высокопроводящие слои земной атмосферы. Возникает под действием ионизирующего излучения, в частности, солнечного рентгеновского и ультрафиолетового излучения. Различают 0-ионосферу (высота около 50-90 км), слои E (100-140 км) и P (выше 150 км).

**Королевские зоны Солнца** – зональные полосы на гелиоширотах  $10^{\circ}$ – $30^{\circ}$  по обе стороны гелиоэкватора, где обычно располагаются активные области (см.).

**Космические лучи галактические** – ядра атомов, разогнанные до больших энергий, главным образом водорода, приходящие на Землю из Галактики. Их интенсивность уменьшается при увеличении солнечной активности. На поверхности Земли космические лучи наблюдаются в виде вторичного излучения.

**Космические лучи солнечные** – ядра атомов, которые приобрели большую энергию в период развития солнечной хромосферной вспышки (см.). На поверхности Земли наблюдаются редко, в виде вторичного излучения.

**Магнитная буря с внезапным началом** – глобальное магнитосферное возмущение, обусловленное приходом к Земле плазменного облака от большой хромосферной вспышки или исчезновения волокна. В горизонтальной компоненте геомагнитного поля на средних широтах обычно бывает хорошо заметно внезапное начало – кратковременное возрастание поля в виде импульса (от фронта ударной волны). Далее наступает главная фаза – понижение напряженности (несколько десятков процента).

**Магнитная буря с постепенным началом** – глобальное магнитосферное возмущение, обусловленное попаданием Земли в высокоскоростную струю солнечного ветра (см. *солнечный ветер*).

**Магнитосфера** – полость, занимаемая геомагнитным полем в солнечном ветре (см. *солнечный ветер*). В антисолнечном направлении образует магнитный шлейф.

**Магнитосферный хвост** – часть магнитосферы (см. *магнитосфера*) на ночной стороне, вытянутая наподобие кометного хвоста в направлении от Солнца на расстоянии за пределы орбиты Луны.

**Маундера минимум солнечной активности** – длительное понижение солнечной активности в 1650-1700 гг.

**Межпланетного магнитного поля секторы** – крупномасштабная организация магнитного поля, выносимая солнечным ветром (см. *солнечный ветер*) в межпланетное пространство. Близ экваториальной плоскости Солнца состоит из двух (или четырех) областей, где поле направлено к Солнцу или от Солнца вдоль архимедовой спирали. Секторная граница между полями противоположной полярности проносится относительно наблюдателя за 10 минут, ширина типичного сектора – неделя.

**Микропульсации геомагнитного поля** – осцилляции напряженности геомагнитного поля – по сути, магнитная составляющая радиоволн крайне низкой частоты. Различают регулярные пульсации P<sub>c</sub> и нерегулярные пульсаций P<sub>i</sub>.

**Молчанова принцип максимальной резонансности Солнечной системы** – гипотетическая теоретическая схема, объясняющая наличие многочисленных целочисленных соотношений между динамическими параметрами Солнечной системы. Согласно Молчанову Солнечная система обладает кооперативными свойствами, так что все колебательные подсистемы в ней движутся в едином режиме.

**Окна амплитудные** – диапазоны амплитуд переменного силового поля (например, электромагнитного поля) данной частоты, для которых обнаруживается биологический эффект.

**Окна прозрачности ионосферы** – диапазоны частот, в которых радиоволны из ближнего космоса или из Галактики могут достигать поверхности Земли.

**Окна частотные** – полоса частот магнитного поля (электрического поля) напряженности, в которой обнаруживается биологический эффект.

**Пиккарди тесты** – стандартизованные физико-химические реакции (гидролиз оксихлорида висмута). Показатели заключительной фазы этой реакции обнаруживают корреляционную связь с космофизическими индексами.

**Пояса радиации** – это области ближайшего околоземного космического пространства, которые в виде замкнутых магнитных ловушек окружают Землю. В них сосредоточены огромные потоки протонов и электронов, захваченных дипольным магнитным полем Земли. Захваченные геомагнитным полем энергичные частицы (протоны, электроны), образующие в приэкваториальной области внутреннюю (расстояние около трех земных радиусов) и внешнюю (около пяти земных радиусов) зоны радиации.

**Радиационные пояса** – см. *пояса радиации*.

**Синхронизация** – явления установления общего колебательного режима при взаимодействии осцилляторов. В простейшем случае двух колебательных систем-осцилляторов говорят о захвате

частоты данным осциллятором внешнего периодического сигнала, когда эта система начинает колебаться с частотой внешнего периодического воздействия.

**Соединение планет** – в гелиоцентрической системе координат планетная конфигурация, когда планеты располагаются на одной линии, пересекающей центр Солнца.

**Солнечной активности индексы** – особые числовые характеристики уровня солнечной активности за некоторый интервал времени (чаще всего – сутки). Строятся на основе наблюдений Солнца на мировой сети обсерваторий с применением особых алгоритмов. Отражают ситуацию на всем наблюдаемом диске Солнца.

**Солнечный ветер** – расширяющаяся непрерывно в межпланетное пространство самая внешняя область солнечной атмосферы – короны. Поток ионов солнечного ветра всегда обтекает все тела Солнечной системы на расстоянии свыше сотни а. е.

**Солнца стандартная модель** – базовая модель строения Солнца, суммирующая достижения современной астрофизики в наблюдениях Солнца и звезд и их количественной интерпретации.

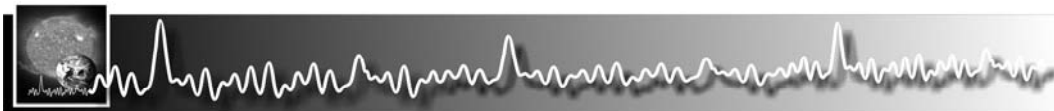
**Токовые системы в ионосфере** – системы электрических токов, постоянно текущих в высокопроводящих слоях верхней атмосферы Земли. Изменения величины токов или их конфигурации вносят вклад в геомагнитные вариации.

**Ультранизкочастотное излучение (УНЧ)** – радиоволны магнитосферного происхождения в полосе десятков килогерц, «просачивающиеся» частично в среду обитания.

**Флоккулы** – область повышенной яркости, наблюдаемая в спектральных линиях хромосферы, обязательный элемент активной области.

**Форбуш-спад** – понижение интенсивности галактических космических лучей во время магнитной бури с внезапным началом (см. *магнитная буря*).





## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

### Для неподготовленного читателя:

- Блехман И.И.* Вибрация «изменяет законы механики». – «Природа», 2003, №11, С. 42–53.
- Владимирский Б. М., Кисловский Л. Д.* Солнечная активность и биосфера. – М. Знание, 1982. – 63 с.
- Владимирский Б. М., Кисловский Л. Д.* Космические воздействия и эволюция биосферы. – М. Знание, 1986. – 64 с.
- Владимирский Б. М., Кисловский Л. Д.* Археoaстрономия и история культуры. – М. Знание, 1989. – 64 с.
- Зигель Ф. Ю.* Виногато Солнце. – М. Детская литература, 1972. – 192 с.

### Для подготовленного читателя:

- Авдюшин С.И., Данилов А.Д.* Солнце, погода и климат: сегодняшний взгляд на проблему (обзор) // Геомагнетизм и аэрономия. – 2000. – Т. 40. – №5. – С.3–14.
- Агаджанян Н.А., Власова И.Г.* Влияние инфранизкочастотного магнитного поля на ритмику нервных клеток и их устойчивость к гипоксии // Биофизика. – 1992. – Т. 37, №4. – С. 681 – 689.
- Агеев И.М., Шишкин Г.Г.* Исследование изменения электропроводимости воды при нагреве различными источниками тепла, включая биологические. – 2001. – Т. 47, №5. – С.829–832.
- Агеев И.М., Шишкин Г.Г., Еськин С.М.* Изучение влияния низкочастотного магнитного поля на воду. – Труды МАИ. - 2007. - № 28. - [http://www.mai.ru/projects/mai\\_works/articles/num28/article8/author.htm](http://www.mai.ru/projects/mai_works/articles/num28/article8/author.htm)
- Александров В.В.* Экологическая роль электромагнетизма. – С.Пб.:Изд-во Политехнического Университета, 2006. – 716 с.
- Андрейчук Л.А., Навакатикян М.А.* Чувствительность некоторых звеньев эндокринной системы к воздействию переменных ЭМП промышленной частоты // Гигиена населенных мест. – Киев. – 1999. – вып. 34. – С.38–45.
- Андропова Т. И. Т. И., Деряпа Н. Р., Солотин А. П.* Гелиометеотропные реакции здорового и больного человека. – Л.: Медицина, 1982. – 248 с.
- Артищенко В.А., Виноградов С.А., Волынский А.М. и др.* Электрокардиографическая характеристика инфаркта миокарда в условиях воздействия ЭМП. – В кн.: Патология органов кровообращения. – Харьков, 1975. – С. 18 – 26.
- Ачкасова Ю.Н., Бобова В.П., Брызгунова Н.И., Владимирский Б.М.* Секторная структура ММП и размножение бактерий в лабораторном эксперименте // Солнечные данные. – 1078. – № 1. – С. 91–102.
- Белишева Н.К., Попов А.Н.* Динамика морфофункционального состояния клеточных культур при вариациях геомагнитного поля // Биофизика. – 1995. – Т. 40, №4. – С. 755 – 764.
- Бержанская Л.Ю., Бержанский В.Н., Белоплотова О.Ю., Пильникова Т.Г., Метляев Т.Н.* Биолюминесцентная активность бактерий как индикатор геомагнитных возмущений // Биофизика. – 1995. – Т. 40, № 4. – С. 778 – 781.
- Бецкий О.В., Кислов В.В., Лебедева Н.Н.* Миллиметровые волны и живые системы. – М.: URSS, 2004. – 272 с.
- Бинги В.Н.* Магнитобиология. Эксперименты и модели. – М.:Изд-во МИЛТА, 2002. – 592 с.
- Блехман И. И.* Синхронизация в природе и технике. – М.: Наука, 1981. – 121 с.
- Бреус Т.К., Баяевский Р.М., Никулина Г.А. и др.* Воздействие геомагнитной активности на организм человека, находящегося в экстремальных условиях // Биофизика. – 1998. – Т.43, № 4. – С. 811–818.

Бреус Т. К., Чибисов С. М., Баевский Р. М., Шебзухов К. В. Хроноструктура биоритмов сердца и внешней среды. – М., Изд-во Российского университета дружбы народов, 2002. – 232 с.

Бреус Т.К., Раппопорт С.И. Магнитные бури: медико-биологический и гелиогеофизический аспект – М.:Изд-во Советский спорт, 2003. – 192 с.

Бруцек А. Солнечная и солнечно-земная физика. Иллюстрированный словарь терминов. – М. Мир, 1980. – 312 с.

Бурлакова Е.Б., Греченко Т.Н., Соколов Е.Н., Терехова С.Ф. Влияние ингибиторов радикальных реакций окисления липидов на электрическую активность изолированного нейрона виноградной улитки // Биофизика. – 1986. – Т.31, № 5. – С. 921.

Бурлакова Е.Б., Хохлов А.П. Изменения структуры и состава липидной фазы биологических мембран под действие синтетических антиоксидантов: влияние на передачу информационных сигналов на клеточном уровне // Биол. мембраны. – 1985. – Т. 2. – С. 557.

Бурлакова Е.Б. Особенности действия сверхмалых доз биологически активных веществ и физических факторов низкой интенсивности // Российский химический журнал. – 1999. – Т. XLIII, № 5. – С. 3–11.

Бурлакова Е.Б., Конрадов А.А., Мальцева Е.Л. Сверхслабые воздействия химических соединений и физических факторов на биологические системы // Биофизика. – 2004. – Т. 49, № 4. – С. 551 – 564.

Бутусов К.П. Золотое сечение в Солнечной системе // Астрономия и небесная механика. Серия «Проблемы исследования Вселенной». – 1978. – вып. 7. – С. 475 – 500.

Бэкер Р.Р. Магниторецепция у человека и других приматов. – В кн.: Биогенный магнетит и магниторецепция. Новое в биомагнетизме. Т.2. – М.:Мир, 1989. – С. 342 – 374.

Василик А.В., Галицкий А.К. Ритмы изменения свойств воды как фактор формирования биологических ритмов // Кибернетика и вычислительная техника. – 1985. – вып. 66. – С. 11– 17.

Витинский Ю. И. Солнечная активность. – М. Наука, 1983. – 189 с.

Витинский Ю.И., Колецкий М., Куклин Г.В. Статистика пятнообразовательной деятельности Солнца. – М.: Наука, 1986. – 295 с.

Владимирский Б. М., Нарманский В. Я., Темурьянц Н. А. Космические ритмы: в магнитосфере–ионосфере, в атмосфере, в среде обитания; в биосфере–ноосфере, в земной коре. – Симферополь, 1994. – 173 с.

Владимирский Б.М., Сидякин В.Г., Темурьянц Н.А., Макеев В.Б., Самохвалов В.П. Космос и биологические ритмы. – Симферополь, 1995. – 206 с.

Владимирский Б. М., Темурьянц Н. А. Влияние солнечной активности на биосферу–ноосферу. – М.: МНЭПУ, 2000. – 374 с.

Владимирский Б.М., Темурьянц Н.А., Мартынюк В.С. Космическая погода и наша жизнь. – Фрязино: Изд-во Век 2, 2004. – 221 с.

Владимирский Б.М., Брунс А.В. О наличии ложных вариаций интенсивности солнечных нейтрино в радиохимических экспериментах // ЖЭТФ. – 2004. – Т. 125, № 3. – С. 1 - 8.

Владимирский Б.М., Конрадов А.А. Космическая погода и террористическая активность // Геофизические процессы и биосфера. – 2005. – Т. 4, №1/2. – С. 165 – 169.

Владимирский Б.М. Космическая погода и социальные явления // Земля и Вселенная. – 2003. – №3. – С. 82 – 87.

Вольнский А.М. Изменение нервной и сердечной деятельности у животных разного возраста при воздействии электромагнитными полями низкой частоты и малой напряженности // Проблемы космической биологии. – 1982. – Т. 43.– С. 98 – 109.

Воейков В.Л. Активные формы кислорода – патогены или целители? // Клиническая геронтология. – 2003. – № 3. – С. 27 – 40.

Волчек О.Д. Геокосмос и человек. – С.Пб.: Изд-во РГПУ, 2006. – 331 с.

Гаркави Л.Х., Квакина Е.Б., Уколова М.А. Адаптационные реакции и резистентность организма. – Ростов–на–Дону: Изд-во Ростовского ун-та, 1990. – 224 с.

Глас Л., Мэки М. От часов к хаосу. Ритмы жизни. – М.: Мир, 1991. – 248 с.

Глыбин Л.Я. Внутрисуточная цикличность проявления некоторых заболеваний. – Владивосток: Изд-во Дальневосточного ун-та, 1987. – 188 с.

Гоклен М. Досье космических влияний. – М.: КРОН–ПРЕСС, 1998. – 230 с.

Гончаров Г.Н., Орлов В.В. Глобальные повторяющиеся события в истории Земли и движение Солнца в галактике // Астрономический журнал. – 2003. – Т 80, № 11. – С. 1002 – 1012.

- Гончаров Г.А. Вторжение азиатских кочевников и солнечные циклы // Природа. – 1994. – №9. – С. 25 – 29.
- Григорьев П.Е., Владимирский Б.М. Гелиогеофизические эффекты в частоте следования террористических актов // Геополитика и экогеодинамика регионов. – 2007. – №2. – С. 27–31.
- Гульельми А.В., Троицкая В.А. Геомагнитные пульсации и диагностика магнитосферы. – М.: Наука, 1973. – 208 с.
- Гумилев Л.Н. Этногенез и биосфера Земли. – Л.: ЛГУ, 1991. – 280 с.
- Гуревич К.Г. Закономерности и возможные механизмы действия сверхмалых доз биологически активных веществ // Вестник Московского университета. Серия «Химия». – 2001. – Т. 42. – №. 2. – С. 131 – 134.
- Гурфинкель Ю.И. Ишемическая болезнь сердца и солнечная активность. – М.: 2004. – 168 с.
- Гурфинкель Ю.И., Любимов В.В. Применение пассивного экранирования для защиты пациентов с ишемической болезнью сердца от воздействия геомагнитных возмущений // Биофизика. – 1998. – Т.43, №5. – С.827 – 832.
- Данилова О. Н., Петров В. М. Периодические процессы в музыкальном творчестве // Природа. – 1988. – № 10. – С. 54 – 59.
- Дмитриева И.В., Рагульская М. В., Хабарова О.В. Влияние естественных вариаций электромагнитного поля Земли на электрическую проводимость точек акупунктуры / Материалы второй международной конференции «Электромагнитные поля и здоровье человека», 20 – 24 сентября 1999, Москва. – М., 1999. – С. 163.
- Дольник В.Р. Существуют ли биологические механизмы регуляции численности людей // Природа. – 1992. - № 6. – С. 15 – 18.
- Дольник В.Р. Непослушное дитя биосферы. – М.: Изд-во Педагогика Пресс, 1994. – 182 с.
- Думанский Ю.Д., Ногачевская С.И. Гигиеническая оценка влияний ЭМП высокой частоты на состояние иммунной реактивности организма // Гигиена и санитария. – 1992. – №5–6 – С. 34–37.
- Евстафьев В.К., Бондаренко Н.А. Почему мелозира байкальская развивается по четным солнечным циклам, а исландская – по нечетным // Биофизика. – 2002. – Т. 47, № 5. – С. 943 – 944.
- Ерошев М.Е., Шейнина А.В. Флуктуации выхода газов при радиолитизации воды // Журнал физической химии. – 1986. – Т. 60. – С. 187 – 191.
- Жбанков Г.А., Заботин Н.А. Модулированное ионосферной нерегулярной структурой фоновое декаметровое радиоизлучение как возможный биотропный фактор // Материалы Крымского международного семинара "Космическая экология и ноосфера" (6 – 11 октября 1997 г., Партенит, Крым). Партенит, 1997. С.11 - 12.
- Жвирблис В.Е. О возможном механизме связей Солнце-биосфера // Проблемы космической биологии. – 1982. – Т. 43. – С. 197 – 211.
- Заботин Н.А., Жбанков Г.А. Неоднородная структура ионосферы как источник сильных вариаций фонового декаметрового излучения // Геомагнетизм и аэронавигация. - 1999. - Т.39, № 5. – С. 57-61.
- Золотарев В.Н. Многолетние ритмы роста раковин мидии Граяна // Экология. – 1094. – № 3. – С. 76 – 80.
- Измайлов В.П., Карагиоз О.В., Пархомов А.Г. Вариации результатов измерений гравитационной постоянной, в кн. Атлас временных вариаций природных, антропогенных и социальных процес сов. – М. Научный мир, 1998. – Т. 2. – С. 163 – 176.
- Казначеев В.П., Михайлова Л.П. Биоинформационная функция естественных электромагнитных полей. – Новосибирск: Наука, 1985. – 181 с.
- Касинский В.В., Птицына Н.Г., Ляхов Н.Н. и др. Влияют ли геомагнитные возмущения на работу систем железнодорожной автоматической блокировки? / Материалы между. Конференции «Погода и биосистемы», 11 – 14 окт. 2006 г., СПб., – С. 84 – 85.
- Классен В. И. Омагничивание водных систем. – М.: Химия, 1982. – 296 с.
- Колодуб Ф.А. Информативность некоторых биохимических показателей при оценке влияния переменных магнитных полей низкой и промышленной частот // Гигиена и санитария. – 1989. – №10. – С.21–23.
- Конрадов А.А., Коломийцев О.П., Иванов-Холодный Г.С., Петров В.Г. Особенности статистики авиационных аварий и ее связь с геомагнитной активностью // Геофизические процессы и биосфера. – 2005. – Т. 4, №1–2. – С. 121 – 124.
- Копылов А.М., Троицкий М.А. Влияние магнитных полей на радиорезистентность мышей // Радиобиология. – 1982. – Т. 22, № 5. – С. 687 – 690.
- Котов В.А., Левицкий Л.С. Дискретность периодов вращения солнечного и межпланетного магнитного поля // Изв. Крымской астрофизической обсерватории. – 1983. – Т.68. – С. 56 – 58.

- Кужевский, Б.М., Нечаев О.Ю., Шаврин П.И.* Анизотропия тепловых нейтронов в атмосфере // Геомагнетизм и аэронавигация. – 1995. – Т. 32, № 2. – С. 166 – 170.
- Кошкин И. К., Фризман В. М.* Быть поэтом (опыт статистической литературометрии) // Человек. – 1991. – № 3. – С. 79 – 82.
- Кузин А.М.* Стимулирующее действие ионизирующего излучения на биологические процессы (к проблеме биологического действия малых доз). – М.: Атомиздат, 1977. – 135 с.
- Кузин А.М.* Идеи радиационного гормезиса в атомном веке. – М.: Наука. 1995. – С. 158
- Кузин А.М., Суркенова Г.Н., Мозговой Е.Г.* Влияние  $^{40}\text{K}$  на развитие растений // Доклады РАН. – 1994. – Т. 334, №1. – С. 112 – 114.
- Кузнецов А.И., Кшуташвили Т.Ш., Колоколов А.С., Лазарев А.В.* Квазирезонансные зависимости аритмогенного действия низкочастотного магнитного поля на сократительную активность миокарда // Изв. АН СССР. Серия Биология. – 1990. – № 2. – С. 178 – 183.
- Кузнецов А.Е.* Синхронизация биосинтетической активности микробных продуцентов ритмами космогеофизического происхождения // Биофизика. – 1992. – Т. 37, № 4. – С. 772 – 784.
- Ларичев В. Е.* Заря астрологии: Зодиак троглодитов, Луна, Солнце и «блуждающие звезды». – Новосибирск: Издание Ин-та археологии и этнографии СО РАН, 1999. – 319 с.
- Леднев В.В., Сребницкая Л.К., Ильясова Е.Н., Белова Н.А., Тирас Х.П., Климов А.А., Рождественская З.Е.* Магнитный параметрический резонанс в биосистемах // Биофизика. – 1996. – Т.41. – Вып.4. – С. 815 – 825.
- Леднев В.В., Белова Н.А., Рождественская З.Е., Тирас Х.П.* Биоэффекты слабых переменных магнитных полей и биологические предвестники землетрясений // Геофизические процессы и биосфера. – 2003. – Т. 2, №1. – С. 3 – 11.
- Ловелуус Н. В.* Изменчивость прироста деревьев. – Л.: Наука, 1979. – 231 с.
- Ляхов Г.А., Суязов Н.В.* Электромагнитное возбуждение инфразвука в проводящей среде // Журнал технической физики. – 1998. – Т. 68, № 1. – С. 80 – 83.
- Магнитосферно–ионосферная физика, Краткий справочник. – С.Пб.: Наука, 1993. – 184 с.
- Макарова И.* Усиление напряжения магнитного поля Земли изменяет активность правого полушария мозга / Тезисы докладов 2–го Международного конгресса «Слабые и сверхслабые поля и излучения биологии и медицины», 03–07 июля, 2000, С.Пб. – С.Пб., 2000. – С. 42.
- Мартынюк В.С.* К вопросу о синхронизирующем действии магнитных полей инфранизких частот на биологические системы. // Биофизика. 1992. – Т. 37, № 4 – с. 669 – 673.
- Мартынюк В.С.* Временная организация живых организмов и проблема воспроизводимости результатов магнитобиологических исследований // Биофизика. – 1995. – Т. 40, № 5. – С. 925 – 927.
- Мартынюк В.С.* Внутрисуточные гео– и гелиофизически значимые периоды в интегральном ритме двигательной активности животных // Биофизика. – 1998. – Т.43, №. 5. – С. 789 – 796.
- Мартынюк В.С., Шадрин О.Г.* Влияние переменного магнитного поля крайне низкой частоты на растворимость бензола в воде и растворах белка // Биомедицинская радиоэлектроника. – 1999. – № 2. – С. 61 – 63.
- Мартынюк В.С., Мартынюк С.Б.* Влияние экологически значимого переменного магнитного поля на метаболические процессы в головном мозге животных // Биофизика. – 2001. – Т. 46, №. 5. – С. 876 – 880.
- Мартынюк В.С., Абу Хада Р.Х.* Реакция тучных клеток на действие переменных магнитных полей в условиях *in vitro* // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И.Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2001. – Т.14 (53), № 2 – С. 3 – 7.
- Мартынюк В.С., Абу Хада Р.Х., Ибрагимова Н.Д.* Реакция тучных клеток на действие хромогликата натрия и переменного магнитного поля в условиях *in vitro* // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2001. – Т.14 (53), № 3 – С. 117 – 120.
- Мартынюк В.С.* Связь динамики электрических характеристик организма человека с вариациями космической погоды // Геофизические процессы и биосфера. – 2005. – Т.4, N1. – С. 53 – 61.
- Маслов С.Ю.* Асимметрия познавательных механизмов и ее следствия // Семиотика и информатика. – М.: ВИНТИ, 1983. – С. 3 – 31.
- Матвеева Э.Т.* Индекс активности геомагнитных пульсаций Pс1 ("жемчужин"). // Биофизика. – 1998. – Т. 43., № 5. – С. 897.
- Мирошниченко Л. И.* Солнечная активность и Земля. – М.: Наука, 1981. – 143 с.
- Моисеева Н. И.* Биоритмы жизни. – СПб: Изд-во Атон, 1997. – 253 с.
- Монин А.С., Берестов А.А.* Новое о климате // Вестник РАН. – 2005. – Т. 75. – №2. – С.126 – 138.

- Москалянова Е.М., Салей А.П.* Цветная реакция триптофана. – В кн.: Электромагнитные поля в биосфере., 1984. – Т. 1. – С. 224.
- Мустель Э.Р., Чернопруд В.Е., Коведелиан В.А.* Сравнение изменения полей давления приповерхностного воздуха в периоды высокой и низкой геомагнитной активности // *Астрономический журнал* – 1977. – Т.54. – N 54. – С. 682 – 689.
- Наговицын Ю.А., Огурцов М.Г.* Грандиозные минимумы и максимумы солнечной активности и климата Земли: последнее тысячелетие и картина будущего в общих чертах / Труды 7-й Пулковской международной конференции. – С.Пб, 7–11 июля 2003. – 2003. – С. 321 – 326.
- Нарциссов Р.П., Шищенко В.М., Петричук С.В.* Влияние факторов внешней среды на ферментный статус лейкоцитов крови человека // *Современные проблемы изучения и сохранения биосферы.* – С.Пб: Гидрометеоздат. – 1992. – Т. 2. – С. 27 – 33.
- Негода А.А., Сорока С.А.* Акустический канал космического влияния на биосферу Земли // *Космічна наука і технологія,* – 2001. – Т.7, №5/6. – С. 85 – 93.
- Никберг И.И., Пивень И.Д., Рыбкин Б.А. и др.* Геометеорологические воздействия – экологический фактор риска в возникновении инфаркта миокарда // *Гигиена населенных мест.* – 1977. – № 6.
- Никольская К.А., Щенко О.В., Шпилькова В.Н.* Магнитное поле и алкогольное влечение // *Биофизика.* – 2000. – Т. 45, № 5. – С. 941 – 946.
- Новиков В.В., Швецов Ю.П., Фесенко Е.Е., Новикова Н.И.* Молекулярные механизмы биологического действия слабых магнитных полей. Устойчивость хроматина клеток асцитной карциномы Эрлиха и мозга мышей к ДНКазе 1 при комбинированном действии на организма слабых постоянного и низкочастотного переменного магнитных полей, настроенных на резонанс ионов полярных аминокислот // *Биофизика.* – 1997. – Т. 42, № 3. – С. 733 – 737.
- Новиков В.В., Кувичкин В.В., Фесенко Е.Е.* Влияние слабых комбинированных постоянного и переменного низкочастотного магнитных полей на собственную флуоресценцию ряда белков в водных растворах // *Биофизика.* – 1999. – Т. 44, № 2. – С. 224 – 230.
- Новикова К.Ф., Биков В.М., Михеев Ю.П. и др.* Влияние солнечной активности на заболеваемость и смертность от инфаркта миокарда // *Кардиология.* – 1968. – № 4. – С. 109 – 112.
- Опалинская Ф.М., Агулова Л.П.* Влияние естественных и искусственных ЭМП на физико-химическую и элементарную биологическую системы. – Томск: Изд-во Томского ун-та, 1984. – 192 с.
- Павлова Р.Н., Музалевская Н.И., Соколовский В.В.* Некоторые биохимические аспекты действия слабых низкочастотных МП / В кн.: реакция биологических систем на МП. – М.: Наука, 1978. – С. 49–58.
- Пальчикова Н.А., Селятицкая В.Г., Панькина Т.В., Девизин Д.В.* Физиологические характеристики и эмоционально-поведенческая реактивность животных в условиях моделированного пространства // *Вестник МНИИКА.* – 2003. – № 10. – С. 94 – 100.
- Петрова Г.Н., Распопов О.М.* Связь изменений магнитного момента Земли и палеоклимата за последние 12 тысяч лет // *Геомагнетизм и аэрономия.* – 1998. – Т.38. – №5. – С.141 – 144.
- Пиккарди Д.* Солнечная активность и химические тесты/ – В кн.: Влияние солнечной активности на атмосферу и биосферу земли. – М.: Наука, 1971. – С. 141 – 147.
- Плотникова Т.В.* О корреляции всплесков творческой активности П.А.М. Дирака и других классиков теоретической физики XX в. со всплесками солнечной активности // *Исследования по истории физики и механики.* – М., 2003. – С. 38 – 73.
- Пресман А. С.* Электромагнитные поля и живая природа. – М.: Наука, 1968. – 288 с.
- Пудовкин М.Н., Распопов О.М., Клейменова Н.Г.* Возмущения электромагнитного поля Земли. – Л.: ЛГУ, 1975. – Т. 2. – 270 с.
- Протасов В.Р., Бондарчук А.И., Ольшанский В.М.* Введение в электроэкологию. – М.: Наука, 1982. – 335 с.
- Птицына Н.Г., Виллорези Дж., Дорман Л.И., Ючи Н., Тясто М.И.* Естественные и техногенные низкочастотные магнитные поля как факторы, потенциально опасные для здоровья // *Успехи физических наук.* – 1998. – Т. 168, № 7. – С. 776 – 790.
- Путилов А.А.* Системообразующая функция синхронизации в живой природе. – Новосибирск: Наука, 1987. – 144 с.
- Путилов А.А.* Неравномерность распределения исторических событий в пределах 11-летнего солнечного цикла // *Биофизика.* – 1992. – Т. 37, № 4. – С. 629 – 635.
- Романчук П.Р.* К вопросу о природе солнечной активности // *Солнечные данные.* – 1965. – № 5. – С. 65 – 74; № 7. – С. 65 – 74; № 8. – С. 74–80; № 11. – С. 66 – 70.
- Русяев В.Ф.* Действие электромагнитных полей на систему свертывания крови. – В кн.: Электромагнитные поля в биосфере. – М.: Наука. – 1984. – Т.2. – С. 97 – 108.

- Самохвалов В.П.* Эффект космических флуктуаций при психических заболеваниях // Проблемы космической биологии. – 1989. – Т. 65. – С. 65 – 80.
- Сидякин В. Г., Темурьянц Н. А., Макеев В. Б., Владимирский Б. М.* Космическая экология. – Киев : Наукова думка, 1985. – 176 с.
- Сидякин В.Г.* Влияние глобальных экологических факторов на нервную систему. – Киев : Наукова думка, 1986. – 160 с.
- Сидякин В.Г., Сташков А.М., Янова Н.П. и др.* Физиологические механизмы регуляции зоосоциального поведения крыс при воздействии ЭМП НЧ. // Физиологический журнал им. Сеченова. – 1995. – Т. 81. – № 4. – С. 21 – 31.
- Ситько С.П., Мкртчян Л.Н.* Введение в квантовую медицину. – Киев : Изд-во «Паттерн», 1994. – 146 с.
- Смирнов Р.В.* Солнечно–атмосферные связи в теории климата и погоды. – Л.: Гидрометеоиздат., 1974. – С. 1 – 33.
- Соколовский В.В.* Ускорение окисления тиоловых соединений при возрастании солнечной активности // Проблемы космической биологии. – 1982. – Т.41. – С. 194 – 197.
- Сташков А.М., Горохов И.Е.* Гипоксическое и антиокислительное биологическое действие многодневного применения слабого и переменного магнитного поля сверхнизкой частоты // Биофизика. – 1998. Т. – 43, № 5. – С. 807 – 810.
- Степанюк И.А.* Электромагнитные поля при аэро- и гидрофизических процессах. – С.Пб.: Изд-во РГГМУ, 2002. – 214 с.
- Сытинский А.Д., Оборин Д.А.* Межпланетное магнитное поле и атмосферная циркуляция // Доклады РАН. – 1990. – Т. 313, №3. – С. 577 – 581.
- Темурьянц Н.А.* О биологической эффективности слабого ЭМП инфранизкой частоты // Проблемы космической биологии. – 1982. – Т. 43. – С. 128 – 139.
- Темурьянц Н.А., Михайлов А.В.* Влияние переменного магнитного поля инфранизкой частоты на функциональную активность нейтрофилов в крови крыс с ограниченной подвижностью // Биофизика. – 1988. – Т.33, № 5. – С. 863 – 866.
- Темурьянц Н.А., Макеев В.В., Малыгина В.Н.* Влияние слабых ПемП КНЧ на инфрадианную ритмику симпатoadреаловой системы крыс // Биофизика. – 1992. – Т.37, №4. – С. 653 – 655.
- Темурьянц Н.А., Грабовская Е.Ю.* Реакция крыс с разными конституциональными особенностями на действие слабых переменных магнитных полей крайне низких частот // Биофизика. – 1992. – Т. 37, № 4. – С. 817 – 820.
- Темурьянц Н. А., Владимирский Б. М., Тишкин О. Г.* Сверхнизкочастотные электромагнитные сигналы в биологическом мире. – Киев: Наукова думка, 1992. – 187 с.
- Темурьянц Н.А., Шехоткин А.В., Камынина И.Б. и др.* Влияние слабых ПемП на инрадианную ритмику функциональной активности лейкоцитов крови крыс // Биофизика. – 1996. – Т.41. – №4. – С. 930 – 933.
- Темурьянц Н.А., Шехоткин А.В.* Современные представления о механизмах электромагнитных воздействий // Вестник физиотерапии и курортологии. – 1999. – Т.5. – №1. – С. 8 – 13.
- Темурьянц Н.А., Мартынюк В.С., Малыгина В.И.* Состояние симпатoadреаловой системы при изолированном и комбинированном с гипокинезией действием переменного магнитного поля сверхнизкой частоты // Физика живого. – 2007. – Т. 15, № 2. – С. 40–48.
- Терез Э.И., Терез Г.А.* О зависимости долговременного тренда глобального озона от изменения солнечной постоянной // Геомагнетизм и аэрoномия. – , 1994. – Т. 34. – №5. – С.151 – 156.
- Фараоне П.* Ежедневные наблюдения (1970–1992 гг.) флуктуаций частоты появления секторной структуры в колониях бактерий, отобранных из окружающего воздуха и из культур *S.aureus* // Биофизика. – 1995. – Т. 40, № 4. – С. 786 – 792.
- Фесенко Е.Е., Новиков В.В., Швецов Ю.П.* Молекулярные механизмы биологического действия слабых магнитных полей. Регуляция межмолекулярных взаимодействий в водном растворе ДНК, ДНКазы 1 и белка ингибитора под влиянием комбинированного действия слабых постоянного и низкочастотного переменного магнитных полей, настроенных на резонанс ионов полярных аминокислот // Биофизика. – 1997. – Т. 42, № 3. – С. 742 – 745.
- Хокине Дж.* Кроме Стоунхенджа. – М. Мир. 1977. – 208 с.
- Холодов Ю.А., Шишло М.А.* Электромагнитные поля в нейрофизиологии. – М.: Наука, 1979.–168 с.
- Холодов Ю.А.* Мозг в электромагнитных полях. – М.: Наука, 1982. –123 с.
- Холодов Ю.А.* Неспецифическая реакция нервной системы на неионизирующие излучения // Радиационная биология. Радиоэкология. – 1998. – Т. 38, № 1. – С. 121 – 125.

*Цыганков К.В., Павленко В.Н., Цыганков А.В.* объяснение гелиобиологических закономерностей с позиций учения о функциональной асимметрии головного мозга / Тезисы докладов 7-й Международной крымской конференции «Космос и биосфера», 1-6 октября, 2007, Судак, Украина. – Киев, 2007.

*Чернышев В.Б.* Солнечная активность и насекомые // Проблемы космической биологии. – Л.: Наука, 1989. – С. 215 – 224.

*Чернышева О.Н.* Влияние переменного магнитного поля промышленной частоты на состав липидов в печени крыс // Украинский биохимический журнал. – 1987. – Т.59. – № 3. – С. 91 – 94.

*Чибисов С.М., Бреус Т.К., Левитин А.Е., Дрогова Г.М.* Биологические эффекты планетарной магнитного бури // Биофизика. – 1995. – Т. 40, № 5. – С. 959 – 968.

*Чижевский А. Л.* Земное эхо солнечных бурь. – М.: Мысль, 1976.

*Чижевский А. Л.* Космический пульс жизни. – М.: Мысль, 1995. – 768 с.

*Чижевский А.Л.* Модификация нервной возбудимости под влиянием пертурбаций во внешней физико-химической среде // Русско-немецкий медицинский журнал. – 1928. – № 8. – С. 431.

*Чижевский А.Л.* Неизданное. Библиография. Размышления. Развитие идеи, РАЕН. – М.: Министерство науки и технологии РФ, 1998. – 360 с.

*Чистяков В.Ф.* Активность Солнца и периодичность Эль-Ниньо // Вестник ДВО РАН. – 1999. – №5. – С.59 – 68.

*Чиркова Э. Н.,* суслов Л.С., Ключева З.П. и др.. Согласование внутренних ритмов изменений концентрации гемоглобина крови человека с космическими ритмами. – В кн.: Современные проблемы изучения и сохранения биосферы. – С.Пб: Гидрометеоздат, 1992. – Т. 2. – С. 21–27.

*Шемьы-Заде А.Э.* Биотропность геомагнитных возмущений как следствие вызываемого ими повышения удельной радиоактивности воздуха // Биофизика. – 1978. – Т.22, №6. – С. 955 – 958.

*Шемьы-Заде А.Э.* Трансформации импульсной солнечной активности в пертурбации радона и аэроионные поля планеты // Биофизика. – 1992. – т.37, № 4. – С. 591 – 600.

*Шелелева С. Н.* некоторые закономерности эволюции русской рифмы. В кн.: Проблемы структурной лингвистики. – М.: Наука, 1983. – С. 212 – 219.

*Шноль С. Э., Четверикова Е. П., Рыбина Е. П.* Синхронные в макрообъёме конформационные колебания в препаратах белков актомиозинового комплекса и в растворах креатинкиназы. – В кн.: Молекулярная и клеточная биофизика. – М., 1977. – С. 79 – 93.

*Шноль С.Э., Коломбет В.А., Пожарский Э.В.* и др., О реализации дискретных состояний в ходе флуктуаций в макроскопических процессах // УФН. – 1998. – Т. 168, №10. – С. 1129 – 1140.

*Шноль С.Э., Зенченко Т.А., Зенченко К.И., Пожарский Э.В., Коломбет В.А., Конрадов А.А.* Закономерное изменение тонкой структуры статистических распределений как следствие космофизических причин // Успехи физ. наук. - 2000. - Т.170, №2. - С. 213 – 218.

*Шноль С.Э.* Герои, злодеи и конформисты русской науки. – М., 2002.

*Щербиновский Н.С.* Циклическая активность Солнца и обусловленные ею ритмы массовых размножений организмов. – В кн.: Земля во Вселенной. – М.: Мысль, 1964. – С. 400 – 417.

*Ягодинский В.Н., Коноваленко З.П., Дружинин И.П.* О зависимости эпидемического процесса от солнечной активности. В кн.: Влияние солнечной активности на атмосферу и биосферу. – М.: Наука, 1971. – С. 81 – 87.

*Ягодинский В.Н.* А.Л. Чижевский. – М.: Изд. Наука, 2004. – 438 с.

*Яшин А.А.* Живая материя. Физика живого и эволюционных процессов. – М.:Издательство ЛКИ, 2007.–264 с.

*Adey W.R.* Tissue interaction with non-ionizing electromagnetic fields // *Physiol Rev.* – 1981. – Vol. 61, N 2. – P. 435 – 439.

*Alipov Y.D., Belyaev I.Y.* Difference in frequency spectrum of extremely-low-frequency effects on the genome conformational state of AB 1157 and EMG2 E. coli cells // *Bioelectromagnetics.* – 1996. – Vol.17, N 5. – P. 384 – 387.

*Alipov Y.D. И Belyaev I.Y.* Frequency-dependent effects of ELF magnetic field on chromatin conformation in Escherichia coli cells and human lymphocytes // *Biochim. Biophys. Acta.* – 2001. –Vol.1526, N 3. – P. 269 –276.

*Babaev E.S., Mustafa F.R., Shustarev P.N., Asgarov A.B.* An influence of solar and geomagnetic activity on honey bees and world honey production // *News of Baku University, ser. phys.-math. sci.* - 2006. - N1. – P. 218-228.

*Barber D.R.* Apparent solar control of effective capacity of 110V lead-acid storage battery in an 11-year cycle // *Nature.* – 1962. – Vol. 195. – P. 684.

*Blank M., Goodman R.* Electromagnetic stimulation of Biosynthesis: a hypothesis / *Abstracts of 17th Annual Meeting of BEMS, June 18–22, 1995, Boston.* – Boston, 1995. – P. 181–182.

- Blank M., Soo L.* Frequency dependence of Na,K-ATPase function in magnetic fields // *Bioelectrochemistry and Bioenergetics.* – 1997. – Vol. 42. – P. 231 – 234.
- Blank M., Soo L.* Frequency dependence of cytochrome oxidase in magnetic fields // *Bioelectrochemistry and Bioenergetics.* – 1998. – Vol. 46. – P. 139 – 143.
- Burch J.B., Reif J.S., Yost M.G.* Geomagnetic disturbances are associated with reduced nocturnal excretion of a melatonin metabolite in human // *Neurosci. Lett.* – 1999. – Vol. 266, N 3. – P. 209–212.
- Cherry N.* Schumann resonances and their plausible biophysical effects // *Natural Hazards.* – 2002. – Vol.26. – P. 279 – 330.
- Cliver E.M., Boriakoff V., Feynman J.* Geomagnetic activity and solar wind during the Maunder Minimum // *Geophysical Research Lett.* – 1998. – Vol.25, №6. – P. 897 – 900.
- Cumming B.G.* Biological cyclicity in relation to some astronomical parameters: a review/ – In: *Geo-cosmic relations; the Earth and its macro-environment.* – Pudoc, Wageningen, 1990. – P. 31 – 55.
- Cumming D.G.* Biological cyclicity in relation to some astronomical parameters: a review. – In: *Geo-cosmic relations; the Earth and its macro-environment.* – Pudoc, Wageningen, 1990. – P. 31 – 55.
- Delyukov A., Didyk L.* The effects of extra-low-frequency atmospheric pressure oscillations on human mental activity // *Int. J. Biometeorol.* – 1999. – Vol. 43. – P. 31 – 37
- Didyk L. A., Bogdanov V. B., Lysenko V. A., Didyk N. P., Gorgo Yu P., Dirckx J. J. J.* The effects of slight pressure oscillations in the far infrasound frequency range on the pars flaccida in gerbil and rabbit ears // *Int. J. Biometeorology* – 2007. – Vol 51, N 3. – P. 221 – 231.
- Dorman L.I., Pustil'nik L.A., Yom Dim G.* Possible manifestation of solar activity and cosmic ray intensity influence on climate change in England in middle ages (through wheat market dynamics) // *Solar physics.* – 2004. – Vol. 223. – P. 333 – 356.
- Ertel S.* Space weather and revolutions: Chizevsky's heliobiological claim scrutinized // *Studia psychologia.* – 1996. – Vol. 38. – N 1–2. – P. 3 – 22.
- Duee D., Nosokomeion T.* *Quart. Hospital Rev.* – Stuttgart, 1938. – P. 108.
- Ertel S.* Bursts of creativity and aberrant sunspot cycles, – in *Scientific Study of Human Nature*, Oxford, 1997. – P. 491 – 510.
- Ertel S., Irving K.* The tenacious Mars Effect, Uranian Trust. – London, 1996. – 62 p.
- Friis-Christiansen E., Lassen K.* Length of Solar Cycle: an indicator of solar activity closely associated with climate // *Science.* – 1995. – Vol. 254, N 5032. – P. 698 – 700.
- Gavalas-Medici R.T., Day-Magdaleno S.R.* ELF electric fields effects schedule-controlled behaviour of monkeys // *Nature.* – 1978. – Vol. 261, N 5557. – P. 256 – 258.
- Golovin Yu.I.* Low Doses in Physics of Real Crystals // *Biophysics.* – 2004. – Vol. 49, Suppl. 1. – P. 127 – 154.
- Goodman R., Bassett C.A., Henderson A.S.* Pulsing electromagnetic fields induce cellular transcription // *Science.* – 1983. – Vol. 220. – P. 128 – 130.
- Goodman R., Wei L.-X., Xu J.-C., Henderson A.S.* Exposure of human cells to low-frequency electromagnetic fields results in quantitative changes in transcripts // *Biochim.Biophys. Acta.* – 1989. – Vol. 1009. – P. 216 – 219.
- Harland J., Eugstorm S., Liburdy R.* Evidence for a slow time-scale of interaction for magnetic fields inhibiting tamoxifen antiproliferative action in human breast cancer // *Cell Biochem. Biophys.* – 1999. – Vol. 31, N 3. – P. 295 – 306.
- Hoyle F., Wiczamasinghe N.C.* Sunspot and influenza // *Nature.* -1990. – Vol. 343. – P.304.
- Ishido M., Kabuto M.* Magnetic fields of 50 Hz at 1.2  $\mu$ T as well as 100  $\mu$ T cause uncoupling of inhibitory pathways of adenylcyclase cyclase mediated by melatonin 1a receptor in MF-sensitive MCF-7 cells // *Carcinogenesis.* – 2001. – Vol. 22, N 7. – P. 1043 – 1048.
- Juutilainen J., Laara E., Saali K.* Relationship between field strength and abnormal development in chick embryos exposed to 50 Hz magnetic fields // *Int. J. Radiat. Biol.* – 1987. – Vol. 52: – P. 787 – 793.
- Kavaliers M., Ossenkopp K.P.* Magnetic fields differentially inhibit mu-, delta-, kappa- and sigma-opioid-induced analgesia in mice // *Peptides.* – 1986. – Vol. 7. – P. 449 – 453.
- Leal J., Trillo M.A., Ubeda A., Abraria U. et al.* Magnetic environment and embryonic development. A role of Earth's field // *I.R.C.S. Med. Sci.* – 1986. – Vol. 14. – P. 1145 – 1146.
- Lednev V.V., Belova N.A., Potselueva M.M., Yurkov I.S.* Regulation of the oxidative burst in mouse peritoneal neutrophils by application of weak magnetic fields / Abstracts of 2nd International Alexander Gurwitsch Conference «Non-Equilibrium and Coherent Systems in Biology, Biophysics and Biotechnology», September – 6 – 10, 1999, Moscow. – Moscow, 1999. – P. 27.



- Liboff A.R., Resek R.J., Sherman M.L., McLeod B.R., Smith S.D.*  $^{45}\text{Ca}^{2+}$ - cyclotron resonance in human lymphocytes // *J. Bioelectricity*. – 1987. – Vol. 6. – P. 27 – 36.
- Lin H., Blank M., Rosso-Haseroth K., Goodman R.* Regulating genes with electromagnetic response elements // *Journal of Cellular Biochemistry*. – 2001. – Vol. 81, N 1. – P. 143 – 148.
- Linauer M., Martin H.* Die schwere Orientierung der Bienen unter den Einfluss der Erdmagnetfeld // *Z. Vergl. Physiol.* – 1968. – Bd. 60, N 219. – S. 43 – 45.
- Lisi A, Ciotti MT, Ledda M, Pieri M, Zona C, Mercanti D, Rieti S, Giuliani L, Grimaldi S.* Exposure to 50 Hz electromagnetic radiation promote early maturation and differentiation in newborn rat cerebellar granule neurons // *J. Cell. Physiol.* – 2005. – Vol. 204, N 2. – P. 532 – 538.
- Ludwig H.W.* Electromagnetic multiresonance – the base of homeopathy and biophysical therapy // *Proc. 42nd Congr. Int. Homeopathic Med.* – Arlington, 1987. – P. 74-79.
- Lyle D.B., Ayotte R.D., Shepard A.R., Adey A.R.* Suppression of T-lymphocyte cytotoxicity following exposure to 60 Hz sinusoidal electric fields // *Bioelectromagnetics*. – 1988. – N 3. – P. 303 – 313.
- Martin H., Linauer M.* Der Einfluss der Erdmagnetfeldes und die Schwereorientierung der Honigbiene // *J. Comp. Physiol. A.* – 1977. – Vol. 122, N 145. – P. 85 – 87.
- Martynuk V.S., Panov D.A.* Surfactant Properties of Natural Phospholipids in Media Treated with Extremely Low Frequency Magnetic Field // *Biophysics*. – 2004. – Vol. 49. – N. 1. – P.23–25.
- Martynuk V.S., Tseysler Yu. V.* The Hydrophobic-Hydrophilic Balance in Water Solution of Proteins as The Possible Target for Extremely Low Frequency Magnetic Fields // In: *Biophotonics and Coherent Systems in Biology* – Berlin-Heidelberg-New York: Springer, 2006. – P. 105 – 122.
- McCaig C.D., Rajnicek A.M.* Electrical fields, nerve growth and nerve regeneration // *Experimental physiology*. – 1991. – Vol. 76. – P. 473 – 494.
- Mullayarov V.A., Karimov P.P., Kozlov V.I., Murzaeva N.N.* Relationship between Midlatitude VLF Emissions and Solar Activity // *Geomagnetism and Aeronomy*. – 1997. – Vol. 37, No. 6. – P. 774–776.
- Nagovitsyn Yu.A., Ivanov V.G., Miletsky E.V., Volobuev D.M.* ESAI database and some properties of solar activity in the past // *Solar Physics*. – 2004. – Vol. 224, N 1–2. – P. 103 – 112.
- Ormenyi I., Nemeth T.* Effect of Meteorological and Cosmic Factors upon Electrolyte Solution // *Theor. Appl. Climatol.* – 1990. – Vol. 42. – P. 129 - 133.
- Pavlenko V.B., Kulichenko A.M.* Influence of Extreme Frequency Electromagnetic Fields on Cat Behaviour and Neural Activity of Locus Coeruleus // *Biophysics*. – 2004. – Vol. 49, N 1. – P. 111 – 114.
- Persinger M.A.* Geopsychology and geopsychopathology: Mental processes and disorders associated with geochemical and geophysical factors // *Experientia*. – 1987. – Vol. 43. – P.92 – 104.
- Piccardi G.* The Chemical Basis of medical Climatology – Ch. Thomas, Springfield, 1962. – 146 p.
- Pfluger D. H., Minder C. E.* Effects of exposure to 16.7 Hz magnetic fields on urinary 6-hydroxymelatonin sulfate excretion of Swiss railway workers // *J. Pineal Res.* – 1996. – Vol.21. – P. 91–100.
- Pustil'nik L.A., Din G.V.* Influence of solar activity on the state wheat market in medieval England // *Solar Physics*. – 2004. – Vol. 223. – P. 335 – 356.
- Pustil'nik L.A., Yom Din G.* Space climate manifestation in Earth prices – from medieval England up to modern USA / First International Symposium on Space Climate: Direct and Indirect Observations of Long-Term Solar Activity, 20–23 June 2004, Oulu, Finland (<http://lanl.arxiv.org/ftp/astro-ph/papers/0411/0411165.pdf>)
- Qin C, Evans J.M., Yamanashi W.S., Scherlag B.J., Foreman R.D.* Effects on Rats of Low Intensity and Frequency Electromagnetic Field Stimulation on Thoracic Spinal Neurons Receiving Noxious Cardiac and Esophageal Inputs // *Neuromodulation*. – 2005. – Vol. 8, N 2. – P. 79 – 85.
- Raup D.M., Sepkoski J.J., Jr.* Periodic extinction of families and genera // *Science*. – 1986. – Vol.231, N 4740. – P. 833 – 836.
- Sastre A., Cook M.R., Graham C.* Nocturnal Exposure to Intermittent 60-Hz Magnetic Fields Alters Human Cardiac Rhythm // *Bioelectromagnetics*. – 1998. – Vol. 19. – P. 98 – 106.
- Schreiber B., Rossi O.* Observation of homing behavior of pigeons during geomagnetic storm of solar origin // *Monit. Zool. Ital.* – 1979. – Vol. 13, N 2–3. – P. 215 – 216.
- Simko M., Droste S., Kriehuber R., Weiss D.G.* Stimulation of phagocytosis and free radical production in murine macrophages by 50 Hz electromagnetic fields // *Eur. J. Cell. Biol.* – 2001. – Vol. 80, N 8. – P. 562 – 566.
- Takata M.* Über eine neue biologisch wirksame Komponente der Sonnenstrahlung // *Archiv für Meteorologie, Geophysik und Bioklimatologie*. – 1951. – D. 5. – S. 486–508.

*Tokalov S.V, Gutzeit H.O.* Weak electromagnetic fields (50 Hz) elicit a stress response in human cells // Environ. Res.. – 2004. – Vol. 94, N 2. – P. 145 – 151.

*Tomassen G.J.M.* Solar imprinting in geomagnetic fields: some biological consequences. – In: Proc. of Intern. Symposium «Exact, natural and human sciences in the presence of uncontrolled environmental factors», Brussels, CIFA, 1992. – P. 47 – 51.

*Wever R.A.* Human circadian rhythms under the influence of weak electric fields and the different aspects of these studies // Int. J. Biometeorol. – 1973. – 17, N 3. – P. 227 – 232.

*Wickramasinghe C.* , A Journey with Fred Hoyle: The Search for Cosmic Life. – World Scientific Publishing, 2005.

*Zecca L., Mantegazza C., Piva F., Hagino N.* Neutrasmitters in brain cortex of rats exposed to 50 Hz EMF / Abstracts of 17th Annual Meeting of BEMS, June 18–22, 1995, Boston. – Boston, 1995. – P. 83.

### **Тематические выпуски научных журналов:**

Биофизика – 1992 – Т. 37. – №. 3 и 4;

Биофизика – 1995. – Т. 40. – №. 4 и 5;

Биофизика – 1998. – Т. 43, №. 4 и 5;

Биофизика – 2001. – Т. 46, № 5;

Biophysics. – 2004. – Vol. 49, Suppl. 1;

Геофизические процессы и биосфера. – 2005. – Т. 4. – №.4.

Вестник Калужского университета. – 2007. - № 1.

## Научное издание

**Мартынюк Виктор Семенович  
Темурьянц Наталья Арменаковна  
Владимирский Борис Михайлович**

### **У ПОГОДЫ НЕТ ПОХОЙ ПОГОДЫ: космическая погода в нашей жизни**

Под редакцией доктора биологических наук, профессора,  
директора Института физиологии имени акад. Петра Богача  
Киевского национального университета имени Тараса Шевченко  
Н.Ю. Макаrchука

Подписано в печать 09.04.08.  
Формат 70x100 1/16. Печать офсетная.  
Гарнитура Arial. Печатных листов 29,3.  
Тираж 1000.

**Издатель В.С. Мартынюк**  
Свидетельство субъекта издательского дела  
серия ДК № 2935 от 14.08.2007  
Украина, г. Киев, 030022, ул. Ломоносова, 81.  
[www.publisher.science-center.net](http://www.publisher.science-center.net)  
e-mail: [mavis@science-center.net](mailto:mavis@science-center.net)  
тел.: +38 050 6535592

**Отпечатано на полиграфическом предприятии «Р.К. Мастер-принт»**  
Свидетельство Серия ДК № 3165 от 14.04.2008  
04074 г. Киев, ул. Шахтерская, 5  
[www.rkprint.net](http://www.rkprint.net)  
e-mail: [rkprint@istc.kiev.ua](mailto:rkprint@istc.kiev.ua)  
тел.: +38 044 4326600; +38 044 4301549

