

Лушнов А. М., Лушнов М. С.

**Медицинские  
информационные системы:  
многомерный анализ  
медицинских  
и экологических данных**



Арсений Лушнов

**Медицинские информационные  
системы: многомерный  
анализ медицинских и  
экологических данных**

«Геликон Плюс»

2013

**Лушнов А. М.**

Медицинские информационные системы: многомерный анализ  
медицинских и экологических данных / А. М. Лушнов —  
«Геликон Плюс», 2013

В книге изложены результаты исследований, полученных на основе баз данных, которые в настоящее время активно развиваются в виде Медицинских информационных систем. Рассмотрены основы системного подхода к изучению вариаций показателей лейкоцитарной, биохимической, ферментной систем и электролитного баланса крови, состояния головного мозга и высшей нервной деятельности на основе изучения электрофизиологических методик и психологического состояния людей, больничной летальности Санкт-Петербурга, смертности по основным причинам в Ленинградской области в зависимости от колебаний комплекса ионосферных факторов, космогелиогеофизических, метеорологических и гравитационных параметров. Рассмотрены вопросы статистических связей смертности в Ленинградской области с территориальной программой госгарантий и погодными факторами. Книга может быть полезной студентам и аспирантам медицинских и биологических факультетов, врачам, организаторам здравоохранения, биологам, физиологам, биохимикам, социальным гигиенистам, социологам, психологам, геофизикам, экономистам, интересующимся вопросами биоритмологии и биосферно-космических связей.

© Лушнов А. М., 2013

© Геликон Плюс, 2013

## Содержание

Перечень сокращений и условных обозначений	5
Перечень сокращений к сведениям о смертности и ТППГ в районах Ленинградской области	8
Предисловие	11
Сведения об авторах	16
Глава 1	20
1.1. Космические лучи – водители ритмов	21
1.2. Краткая характеристика деятельности Солнца	24
1.2.1. Динамика гелиофизических факторов	26
1.2.2. Спектральный анализ гелиофизических параметров	26
1.3. Основные параметры ионосферы и сопряженные с ними факторы	27
1.4. Характеристика геомагнитного поля	36
1.5. Характеристика метеофакторов	42
1.5.1. Метеорологические факторы и их влияние на организм человека	42
1.5.2. Данные для анализа влияния метеофакторов на смертность и летальность	47
1.5.3. Динамика метеорологических факторов	48
1.5.4. Спектральный анализ метеорологических факторов	49
1.6. Характеристика приливного потенциала	53
Глава 2	57
2.1. Ритмозадающие свойства космогеофизических факторов	57
2.2. Механизмы биоритмологических закономерностей	59
2.3. Спектрально-частотные особенности биопроцессов и космогеофизических факторов	61
Глава 3	64
3.1. Системный подход и синергетика	64
3.2. Оптимизация параметров биосистем	66
3.3. Функциональное состояние и системный подход в физиологии	68
3.4. Критериальные функции и функционалы биосистем. Множественные корреляции	70
3.5. Системный подход к изучению биосферы	73
Глава 4	74
4.1. Некоторые механизмы влияния космогеофизических факторов на биофизические и биохимические системы	74
4.2. Механизмы ядерно-магнитного резонанса	77
Конец ознакомительного фрагмента.	78

# **Арсений Михайлович Лушнов, Михаил Степанович Лушнов Медицинские информационные системы: многомерный анализ медицинских и экологических данных**

## **Перечень сокращений и условных обозначений**

### **Сокращенное наименование – Полное наименование**

МП	– магнитное поле
ГМП	– геомагнитное поле
ЭМ	– электромагнитное
ЭМП	– электромагнитное поле
ЭМПСИ	– электромагнитное поле сверхнизкой интенсивности
ПеМП	– переменное МП
СВЧ	– сверхвысокочастотный
СНЧ	– сверхнизкочастотное
ГМБ	– геомагнитная буря
КГФ	– космогеофизические факторы
КНЧ	– крайненизкочастотный
МБ	– магнитная буря
ММП	– межпланетное магнитное поле
ПМП	– постоянное магнитное поле
ОЧСП, SunSpt	– относительное число солнечных пятен
ППСР3000	– плотность потока солнечного радиоизлучения на частоте 3000 МГц
СА	– солнечная активность, описываемая двумя параметрами: ОЧСП и ППСР3000
SF2800	– плотность потока радиоизлучения Солнца на частоте 2800 МГц (длине волны 10,7 см)
HSun	– величина магнитного поля Солнца как звезды
КЛ <sub>220</sub>	– нейтронная компонента космических лучей на высоте 220 м над уровнем моря
ГИКЛ	– глобальная интенсивность космических лучей
ВСИКЛ	– вертикальная составляющая ГИКЛ
КЛ	– космические лучи: КЛ <sub>220</sub> , ГИКЛ, ВСИКЛ
ШАЛ	– широкий атмосферный ливень элементарных частиц в атмосфере
ЯМР	– ядерно-магнитный резонанс
ЭПР	– электронный парамагнитный резонанс
$F_2$	– слой $F_2$ ионосферы
$E_S$	– электронный слой слоя $E$ ионосферы
МПЧ	– максимально применимая частота радиоволн
$M(3000)F_2$	– коэффициент, характеризующий МПЧ слоя $F_2$
$f_0F_2$	– критическая частота слоя $F_2$ ионосферы

$f_0E_S$  – предельная частота слоя  $E_S$  ионосферы  
 $f_{min}$  – наименьшая частота отражения от ионосферы  
 $h'F$  – минимально действующая высота (км) отражения от слоя  $F$  ионосферы в целом  
ИП – ионосферные параметры:  $M(3000)F_2$ ,  $f_0F_2$ ,  $f_0E_S$ ,  $f_{min}$ ,  $h'F$   
 $Kp69$  – 3-часовой  $Kp$ -индекс геомагнитной активности на 6–9 ч.  
 $KpSum$  – сумма восьми  $Kp$ -индексов за день  
 $Ap69$  – 3-часовой  $Ap$ -индекс геомагнитной активности на 6–9 ч.  
 $ApMean$  – среднее арифметическое восьми  $Ap$ -индексов за сутки  
 $Cp$  – качественная оценка общего уровня геомагнитной активности текущего дня (измеряется по десятибалльной шкале)  
 $Grav$  – гравитация – вычисленная компонента потенциала приливообразующей силы планет Солнечной системы  
МК,  $R$  – множественная корреляция  
 $T^2$  – квадрат многомерной статистики Хотеллинга  
 $F$ -ст. – статистика Фишера  
 $N$  или  $n$  – объем выборки  
ФС – функциональное состояние  
ВП – вызванный потенциал головного мозга  
ЗВП – зрительный ВП  
РТ – реакция тренировки  
ПРТ – реакция подобию РТ  
ЗСА – зона спокойной активации  
ПЗСА – реакция подобию ЗСА  
ЗПА – зона повышенной активации  
ПЗПА – реакция подобию ЗПА  
ОС – острый стресс  
ПОС – реакция подобию ОС  
ХС – хронический стресс  
ПХС – реакция подобию ХС  
СОЭ – скорость оседания эритроцитов крови  
ГЕМ – содержание гемоглобина в крови в г %  
ЭРИТ – содержание эритроцитов крови в млн в 1 мм<sup>3</sup>  
ЛЕЙК – количество лейкоцитов крови в тысячах в 1 мм<sup>3</sup>  
ЭОЗ – процентное содержание эозинофилов крови  
ПАЛ – процентное содержание палочкоядерных нейтрофилов крови  
СЕГ – процентное содержание сегментоядерных нейтрофилов крови  
НЕЙТ – процентное содержание суммы СЕГ и ПАЛ крови  
ЛИМ – процентное содержание лимфоцитов крови  
МОН – процентное содержание моноцитов крови  
БАЗ – процентное содержание базофилов крови  
ЛГ – лейкограмма: ЛЕЙК, ЭОЗ, ПАЛ, СЕГ, БАЗ, МОН, ЛИМ  
КФ – критериальная функция  
КФЛГ – десятичный логарифм КФ лейкограммы  
КФФ – десятичный логарифм КФ ферментов  
КФЭ – десятичный логарифм КФ ионного баланса  
БХП – биохимические параметры  
КФБХП – десятичный логарифм КФ БХП  
АЛТ – аланинаминотрансфераза

АСТ – аспартатаминотрансфераза  
ЛДГ – лактатдегидрогеназа  
ЩФ – щелочная фосфатаза  
КиФ – кислая фосфатаза  
ХЭ – холинэстераза  
Трип – трипсин  
ИнгТ – ингибитор трипсина  
ГГТП – гамма-глутамилтранспептидаза  
*FeNa* – железосодержащие насыщенные сыворотки крови  
*FeHeNa* – железосодержащие ненасыщенные сыворотки крови  
ЧСС – частота сердечных сокращений  
ЭЭГ – электроэнцефалограмма  
СМИЛ – стандартизированный метод исследования личности  
*MMPI* – многопрофильный личностный Миннесотский опросник  
Шкала L – шкала лжи  
Шкала F – шкала надежности  
Шкала K – шкала коррекции  
Шкала 1 – шкала сверхконтроля (ипохондрии)  
Шкала 2 – шкала депрессии  
Шкала 3 – шкала эмоциональной лабильности (истерии)  
Шкала 4 – шкала импульсивности (психопатии)  
Шкала 5 – шкала мужественности – женственности  
Шкала 6 – шкала ригидности (паранойи)  
Шкала 7 – шкала тревожности (психастении)  
Шкала 8 – шкала индивидуалистичности (шизофрении)  
Шкала 9 – шкала оптимизма и активности (гипомании)  
Шкала 0 – шкала интроверсии – экстраверсии (шкала социальной интроверсии)  
КФ\_10 – логарифм критериальной функции, вычисленный по 10 основным шкалам (шкалы 1–9, 0)  
КФ\_13 – логарифм критериальной функции, вычисленный по всем 13 шкалам теста *MMPI*  
ТПГГ – территориальная программа государственных гарантий  
МИС – медицинская информационная система

## **Перечень сокращений к сведениям о смертности и ТПГГ в районах Ленинградской области**

### **Сокращенное наименование // Полное наименование // Единица измерения**

насел // Все население (чел) // человек  
См\_общая // Смертность: общая на 100 000 населения // Случаев на 100 тыс. чел. населения  
См\_БСК // Смертность по причинам: БСК на 100 000 населения // Случаев на 100 тыс. чел. населения  
См\_ЗНО // Смертность по причинам: злокачественные новообразования на 100 000 населения // Случаев на 100 тыс. чел. населения  
См\_ВнПр // Смертность по причинам: внешние причины на 100 000 населения // Случаев на 100 тыс. чел. населения  
См\_ДТП // Смертность по причинам: в результате ДТП на 100 000 населения // Случаев на 100 тыс. чел. населения  
См\_Пищев // Смертность по причинам: болезни пищеварительной системы на 100 000 населения // Случаев на 100 тыс. чел. населения  
См\_Дыхан // Смертность по причинам: болезни органов дыхания на 100 000 населения // Случаев на 100 тыс. чел. населения  
См\_ТрВоз // Смертность: в трудоспособном возрасте на 100 000 трудоспособного населения // Случаев на 100 тыс. чел. трудоспособного населения  
См\_матер // Смертность: материнская на 100 000 родившихся живыми // Случаев на 100 тыс. родившихся живыми  
См\_млад // Смертность: младенческая на 1 000 родившихся живыми // Случаев на 1 тыс. родившихся живыми  
ЗП\_Всего // Среднемесячная зарплата: на 1 физ. лицо работающих в здравоохранении – всего // руб.  
ЗП\_Врачи // Среднемесячная зарплата: на 1 физ. лицо работающих в здравоохранении – врачи // руб.  
ЗП\_СрМП // Среднемесячная зарплата: на 1 физ. лицо работающих в здравоохранении – средний медперсонал // руб.  
1ж\_к\_дни // Объемы медпомощи на 1 жителя (без платных, ДМС, сестр. ухода): стационар // койко-дни  
1ж\_Дсдни // Объемы медпомощи на 1 жителя (без платных, ДМС, сестр. ухода): ДС – дни // дни  
1ж\_посещ // Объемы медпомощи на 1 жителя (без платных, ДМС): АПУ – посещения // посещения  
1ж\_вызов // Объемы медпомощи на 1 жителя (без платных): скорая // вызовы  
Ст\_К\_дни // Стоимость ед. объема (без платных, ДМС, сестр. ухода): стационар // руб.  
Ст\_Дсдни // Стоимость ед. объема (без платных, ДМС, сестр. ухода): ДС – дни // руб.  
Ст\_посещ // Стоимость ед. объема (без платных, ДМС): АПУ – посещения // руб.  
Ст\_вызов // Стоимость ед. объема (без платных): скорая – вызовы // руб.  
Об\_койки // Обеспеченность круглосуточными койками // Коек на 10 тыс. чел. населения  
Об\_реани // Обеспеченность койками реанимации // Коек на 10 тыс. чел. населения



Об\_восст // Обеспеченность койками восстановительного лечения // Коек на 10 тыс. чел. населения

Об\_карди // Обеспеченность койками кардиологическими // Коек на 10 тыс. чел. населения

Об\_уход // Обеспеченность койками сестринского ухода // Коек на 10 тыс. чел. населения

Ур\_госпи // Уровень госпитализации на 100 жителей //

занятост // Среднегодовая занятость койки // дни

пребыв // средняя продолжительность пребывания на койке (без коек сестринского ухода) // дни

Шт\_всего // Число работающих в учр. на 10 000 населения: всего – штатные должности // должностей

Зн\_всего // Число работающих в учр. на 10 000 населения: всего – занятые должности // должностей

Фл\_всего // Число работающих в учр. на 10 000 населения: всего – физические лица // чел.

Шт\_врачи // Число врачей на 10 000 населения: штатные должности // должностей

Зн\_врачи // Число врачей на 10 000 населения: занятые должности // должностей

Фл\_врачи // Число врачей на 10 000 населения: физические лица // чел.

Фл\_уч\_вр // Число участковых врачей и ВОП на 10 000 населения – физические лица // чел.

Шт\_срмед // Число ср. медперсонала на 10 000 населения: штатные должности // должностей

Зн\_срмед // Число ср. медперсонала на 10 000 населения: занятые должности // должностей

Фл\_срмед // Число ср. медперсонала на 10 000 населения: физические лица // чел.

Фл\_уч\_мс // Число участковых медсестер и медсестер ВОП на 10 000 населения – физические лица // чел.

Профосм // Доля населения, охваченного профосмотрами // %

См\_до65 // Число случаев смерти в возрасте до 65 лет: всего // чел.

См\_до65д // Число случаев смерти в возрасте до 65 лет: из них на дому // чел.

См\_до65О // Число случаев смерти в возрасте до 65 лет: в том числе от ОИМ // чел.

См\_до65И // Число случаев смерти в возрасте до 65 лет от инфаркта // чел.

См\_до65П // Число случаев смерти в возрасте до 65 лет в первые сутки в стационаре // чел.

См\_до65а // Число случаев смерти в возрасте до 65 лет: в первые сутки в стационаре от ОИМ // чел.

См\_до65б // Число случаев смерти в возрасте до 65 лет: в первые сутки в стационаре от инсульта // чел.

См\_до18 // Число случаев смерти в возрасте до 18 лет: всего // чел.

См\_до18д // Число случаев смерти в возрасте до 18 лет: из всего – на дому // чел.

См\_до18П // Число случаев смерти в возрасте до 18 лет: из всего – в первые сутки в стационаре // чел.

Удовлет // Удовлетворенность населения медпомощью (%) от числа опрошенных // %

ОФ\_Ск\_У // Объемы финансирования ТПГГ: Скорая помощь – утверждено на год // тыс. руб.

ОФ\_Ск\_И // Объемы финансирования ТПГГ: Скорая помощь – исполнено // тыс. руб.

ОФ\_АПУ\_У // Объемы финансирования ТПГГ: АПУ – утверждено на год // тыс. руб.

ОФ\_АПУ\_И // Объемы финансирования ТПГГ: АПУ – исполнено // тыс. руб.

ОФ\_Стац\_У // Объемы финансирования ТПГГ: стационар – утверждено на год // тыс. руб.  
ОФ\_Стац\_И // Объемы финансирования ТПГГ: стационар – исполнено // тыс. руб.  
ОФ\_ДС\_У // Объемы финансирования ТПГГ: Дневной стац. – утверждено на год // тыс. руб.  
ОФ\_ДС\_И // Объемы финансирования ТПГГ: Дневной стац. – исполнено // тыс. руб.  
ОФ\_Пр\_У // Объемы финансирования ТПГГ: Прочие виды – утверждено на год // тыс. руб.  
ОФ\_Пр\_И // Объемы финансирования ТПГГ: Прочие виды – исполнено // тыс. руб.  
ОФ\_Сум\_У // Объемы финансирования ТПГГ: ИТОГО – утверждено на год // тыс. руб.  
ОФ\_Сум\_И // Объемы финансирования ТПГГ: ИТОГО – исполнено // тыс. руб.  
ОФ\_НацОМ // Объемы финансирования ТПГГ: кроме того Нац. проекты – ОМС // тыс. руб.  
ОФ\_НацКЗ // Объемы финансирования ТПГГ: кроме того Нац. проекты – КЗ // тыс. руб.  
ОФ\_НацФС // Объемы финансирования ТПГГ: кроме того Нац. проекты – ФСС // тыс. руб.  
ОФ\_Пла\_У // Объемы финансирования ТПГГ: кроме того – Платные услуги – утверждено на год // тыс. руб.  
ОФ\_Пла\_И // Объемы финансирования ТПГГ: кроме того – Платные услуги – исполнено // тыс. руб.  
Сум\_Плат // Сумма всех платных услуг // тыс. руб.  
1ж\_сумпл // Денежная сумма: всего платных услуг на душу населения // руб.  
1ж\_медпл // Денежная сумма: в т. ч. медицинских платных услуг на душу населения // руб.  
см\_алк\_опьян // Количество случаев насильственной смерти в состоянии алкогольного опьянения // случаи  
см\_алк\_отравл // Количество случаев смерти от острых отравлений алкоголем // случаи  
см\_нарк\_отравл // Количество случаев смерти от острых отравлений наркотиками // случаи  
см\_алк-нарк\_отравл // Количество случаев смерти от острых отравлений алкоголем и наркотиками // случаев  
туб\_см // Смертность населения от туберкулеза // Случаев на 100 тыс. чел. населения

## Предисловие

Проблема исследования функционального состояния организма и его многопараметрическое моделирование при воздействии гелиогеокосмических факторов на основе современных информационных технологий, многомерного статистического анализа и медицинских информационных систем (МИС) является одной из актуальных в современной клинической медицине и физиологии. Этот вопрос приобретает большую значимость в исследовании адаптивных, приспособительных механизмов различных функциональных систем: лейкоцитарной, биохимической, электролитной, а также функций нервной системы, высшей нервной деятельности, больничной летальности, смертности от различных причин – их динамических взаимоотношений и соотношений с параметрами космических излучений, показателей электромагнитной активности Солнца, геомагнитного поля, ионосферных, метеорологических и гравитационных данных, играющих роль первичных многофакторных водителей биоритмов и датчиков времени для систем организма.

Актуальность излагаемой проблемы заключается в том, что физиологические, биохимические, гематологические параметры, высшая нервная деятельность человека и поведенческие закономерности животных подвержены значительным вариациям во времени. Явления такого порядка обнаруживаются в отношении электрофизиологических показателей головного мозга, двигательной активности, работоспособности, психического статуса здоровых людей, операторов, спортсменов и вообще специалистов самого различного профиля. Выяснение причинной обусловленности таких явлений часто связывают с биоритмологическими закономерностями, фотопериодизмом организма. Но эти факторы, как выяснилось, не полностью объясняют вариативность экспериментальных данных. В настоящей работе обосновывается важность изучения вариаций медико-биологических показателей во взаимосвязи с многолетними долговременными флуктуациями сверхвысокочастотной компоненты солнечного радиоизлучения, отклонениями вектора геомагнитного поля, изменениями интенсивности космических излучений и связанными с этими явлениями сложными электромагнитными и акустическими процессами ионосферы Земли. Вопрос о влиянии огромного тысячекилометрового ионного слоя, опоясывающего планету, на параметры и функции человеческого организма изучен совершенно недостаточно. В этом смысле работа актуальна и является пионерской. Несмотря на многочисленные публикации, посвященные исследованию воздействия на живые объекты и единичные его показатели отдельных электромагнитных, акустических параметров и частот в экспериментальных условиях, трудов, где бы изучался широкий комплекс вышеперечисленных естественных факторов, также довольно мало. Здесь приводится попытка приблизить решение этой актуальной проблемы, для чего применяются методы многомерной статистики, обосновать и представить синергетическую концепцию долговременных, многолетних вариаций систем организма человека параллельно с динамикой космических и солнечных излучений, ионосферных процессов и изменениями геомагнитного поля.

Оценкой функционального состояния организма занимались многие исследователи, предлагавшие различные показатели: физиологические, медицинские, единичные, комплексные, временные и так далее. И несмотря на продолжительный период изучения этой проблемы, до настоящего времени осталось много нерешенных вопросов. Цель данной работы – изучить отклик функциональных систем организма человека на возмущающие космогеофизические факторы. Для этого авторы изучали функциональное состояние мозга, его отдельных сенсорных систем в ответ на разнообразные – одиночные и комбинированные – стимулы космогеофизических факторов на основе регистрации зрительных вызванных потенциалов, концентраций ионов, ферментов и биохимических параметров крови, количества лейкоцитов, эритроцитов,

вариаций массы тела и удельной плотности мочи, параметров сердечно-сосудистой и дыхательной систем, показателей психического статуса людей.

Сегодня существует большое количество концепций и частных точек зрения относительно механизмов воздействия внешних гелиогеофизических, космических и метеофакторов на отдельные параметры биосферы и живых организмов. Однако большая часть таких результатов получена в исследованиях отдельных параметров животных и человека. Очень мало работ по динамическому моделированию этих параметров и практически совсем нет трудов с применением обобщенных системных оценок функционального состояния, тем более в динамике, сравнимой по временным масштабам с многолетними вариациями космических и солнечных излучений и флуктуациями ионосферы Земли. В настоящей работе поставлена цель: разработать концепцию многолетних и сезонных динамических адаптационных механизмов и функционального состояния таких важных систем организма, как лейкоциты крови, электролитный баланс, биохимические процессы, показатели метаболизма и экскреции человека в зависимости от динамических вариаций, комбинаций и сочетаний глобальных космогелиогеофизических факторов. Решение вытекающих из цели работы и конкретных поставленных задач осуществлено на большом статистическом материале, собранном от здоровых людей и психически больных (реактивные состояния, маниакально-депрессивный психоз, неврозы) без соматической патологии. В качестве методического приема использованы многопараметрическая одновременная динамическая оценка нескольких систем организма этих больных и теоретическое обоснование корректности выбора этой категории людей. Предлагаемые системные методы позволяют оценить широкий спектр интегративных динамических механизмов управления в организме, что позволяет решить поставленные задачи с учетом индивидуально-типологических особенностей отдельного индивидуума. Кроме того, собрано и организовано в базы данных (Paradox) огромное количество данных о внешних космогелиогеофизических факторах – десятки тысяч измерений в динамике, произведенных на современном верифицированном геофизическом оборудовании ряда институтов и лабораторий Российской академии наук. Космогелиогеофизические параметры были «приклеены» к медицинским, физиологическим и психологическим исследованиям на основе времени и даты исследования. Этот принцип может быть положен в основу соответствующего подраздела МИС. Предложена квалифицированная статистическая обработка материала с целью поиска множественных корреляционных связей и соотношений с исследуемыми биопараметрами организма.

Доказано существование значимых корреляций между авторегрессионными параметрами зрительных вызванных потенциалов и ионосферными процессами Земли, что подтверждает их коррелирующее воздействие на процессы переработки информации головным мозгом. Это авторами показано впервые. Объясняется это явление с позиций суперпозиционных воздействий модулированных СВЧ-составляющей солнечных излучений, радиоизлучений ионосферы и 8-герцового ионосферного волновода. Большой теоретический интерес представляют данные о характере реагирования и синергизме реакций системы лейкоцитов, ионного, биохимического состава и активности ферментов крови с ионосферными и космогеофизическими процессами. Изложены пути и подходы к интегральной оценке функционального состояния любых других систем организма, при изучении которых используются различного рода ритмограммы и динамические наблюдения за многопараметрическими биологическими системами, в том числе при воздействии космогеофизических факторов.

Заслуживает особого внимания обоснование актуальности и разрабатываемая концепция работы по исследованию новой области знаний – физиологической синергетики и биоритмологической обусловленности вариаций изученных физиологических параметров с флуктуациями космогеофизических процессов.

В главе 1 «Биотропность космогелиогеофизических факторов» последовательно излагаются литературные данные о роли космических лучей в качестве водителей ритмов, дана крат-

кая характеристика деятельности Солнца, основных параметров ионосферы, сопряженных с ними факторов, характеристика геомагнитного поля, ритмозадающие свойства космогеофизических факторов.

В главе 2 «Биоритмы и ритмы геокосмоса» изложены основные ритмозадающие свойства космогеофизических факторов, механизмы биоритмологических закономерностей, спектрально-частотные особенности биопроцессов и космогеофизических факторов.

В главе 3 «Системно-статистический подход к исследованию биоритмов и ритмов внешней среды» приведены основные представления о системном подходе к исследованию биологических объектов и внешней среды, вопросы оптимизации моделирования биосистем, расширенное толкование понятия функционального состояния как обобщения системного подхода в физиологии. Описываются примененные системно-статистические оптимизационные методы, применяемые к многопараметрическим физиологическим процессам: критериальные функции и функционалы биосистем, множественные корреляции. Обоснование корректности поиска статистических связей, приводимое во 2-й главе, позволяет говорить о возможности глобального системного подхода к исследованию биосферы.

Подкрепление последнего положения развивается в главе 4 «Механизмы воздействия космогелиогеофизических факторов на системы организма», в которой описываются некоторые механизмы влияния космогеофизических факторов на биофизические и биохимические системы, ядерно-магнитного резонанса, некоторые закономерности воздействия космических излучений, электромагнитных и акустических полей на биосистемы, биотропные эффекты ионосферы.

В главах с 5-й по 9-ю изложены конкретные результаты исследований; эти главы посвящены непосредственно изучению флуктуаций электролитного состава крови (глава 5), биохимических показателей (глава 6), ферментов (глава 6), массы тела (глава 6), удельной плотности мочи (глава 6), гемограммы (глава 7), сердечно-сосудистой и дыхательной систем (глава 8), зрительных вызванных потенциалов и психического состояния людей (глава 9). Показано, что эти системы откликаются на ионосферные воздействия, включая модулированные космогелиогеофизические и СВЧ-составляющие Солнца.

Глава 5 «Многолетние ритмы электролитного баланса крови» содержит конкретные результаты изучения корреляционных соотношений электролитного баланса с космогеофизическими факторами. Показаны противофазные соотношения «внутренних» корреляций (функционала) электролитов крови с критической частотой электронного слоя ионосферы Земли. Получено, что временные спектры и периоды космогеофизических факторов и электролитного состава крови имеют одинаковые гармоники и динамика ионного состава поддается аргументированному прогнозированию на основе временного многолетнего и сезонного исследования статистических связей с ионосферными параметрами. Приводятся возможные механизмы возмущения электролитного баланса крови при воздействии космогеофизических факторов.

В 6-й главе «Сопоставление многолетних ритмов биохимических параметров и показателей метаболизма человека с вариациями космогеофизических данных» изложены вопросы, посвященные результатам многолетних исследований синергетики ферментной и смешанной биохимической систем с геокосмическими параметрами. Предварительно приводятся краткая функциональная характеристика и обоснование конкретных исследованных ферментных групп и биохимических параметров, включая удельную плотность мочи и изменения массы тела психически больных как отражение метаболических процессов организма. Предложены механизмы воздействия физических внешних факторов на многолетние вариации биохимических показателей и ферментной активности. На основании убедительных статистических результатов сделаны выводы о существовании примерно 11-летней периодичности системных постепенных изменений (сдвигов) биохимических параметров организма, совпадающих

с минимумами активности Солнца и максимумами интенсивности нейтронной компоненты космических излучений. Закономерны выводы о синергетических регуляторных сдвигах биохимического статуса. Авторы показали, что вариации массы тела, рассматриваемые в качестве отражения обменно-метаболических процессов, обнаруживают значимую статистическую связь с совокупностью космогеофизических факторов. Удельная плотность мочи также обнаруживает примерно 11-летние значимые множественные корреляции с солнечной активностью и геомагнитным полем. В середине этого цикла выявлены достоверные корреляции с ионосферными процессами.

Закономерности ответных системных реакций гематологических параметров организма на геокосмические воздействия представлены в 7-й главе «Причинная обусловленность многолетних и сезонных ритмов клеточных элементов системы крови». Это большая глава с изложением фактологического материала. Здесь приведен обширный статистический табличный материал. Основные выводы главы заключаются в том, что суммарные корреляционные оценки лейкограммы (функционал и критериальная функция) адекватно описывают функциональные изменения системы лейкоцитов крови. Система лейкоцитов и эритроциты способны откликаться на вариации ионосферных параметров, геомагнитного поля и солнечно-космических излучений и их динамика может аргументированно прогнозироваться на основании выявленных одинаковых спектрально-временных гармоник и периодов.

Выводы 8-й главы «Реакции сердечной деятельности и дыхательной системы на космогеофизические воздействия» кратко сводятся к положению о том, что параметры дыхательной и сердечно-сосудистой систем обнаруживают статистически значимые корреляции с ионосферными процессами Земли.

Глава 9 «Вариации показателей нервной системы и психического состояния людей при изменении солнечно-космических и ионосферных параметров» посвящена исследованию воздействия ионосферных процессов на центральную нервную систему и комплекса космогелиогеофизических факторов на показатели психологического тестирования (тест СМЛ) молодых людей. Описываются современные статистические методы обработки нейрофизиологических процессов и их физиологическая интерпретация. Много внимания уделяется описанию авторегрессионного моделирования и анализа вызванных потенциалов методом раскраски графа и анализу биоритмических закономерностей психических процессов людей. Показано, что ионосферные параметры оказывают влияние на процессы переработки информации мозгом. Отдельные зоны мозга, откликающиеся на такие воздействия, не выявлены. Одним из механизмов подобных влияний предполагается 8-герцовый несущий ионосферный волновод в комбинации с килогерцовыми ионосферными частотами и СВЧ-диапазоном Солнца.

В Главе 10 «Больничная летальность и смертность» изучены вопросы больничной летальности Санкт-Петербурга, смертности по основным причинам в Ленинградской области в зависимости от колебаний комплекса космогелиогеофизических, метеорологических и гравитационных параметров. Проведены исследования статистических связей смертности в Ленинградской области с территориальной программой госгарантий и погодными факторами по поручению Председателя комитета по здравоохранению Ленинградской области на аппаратном совещании от 07.02.2011 № 5–3/11-9 п. 9: «Провести анализ зависимости показателей смертности по основным причинам в МО ЛО от социально-экономических и медико-социальных факторов за 2008–2010 годы».

Глава 11 «Медицинские информационные системы» посвящена некоторым вопросам развития и внедрения МИС в мире и России и связанным с этим задачам.

В «Заключении» дано общее обсуждение работы, рассматриваются проблема комплексного воздействия всех геокосмических факторов на функциональное состояние организма и психический статус людей и проблемы отражения этих вопросов в МИС.

Результаты исследований были ранее опубликованы в следующих основных работах и монографиях:

– Лушнов М. С., Максимов Г. К., Кобрин В. П. Состояние некоторых систем организма и ионосфера: Монография. – СПб: СПбГТУ, 1996. – 151 с.;

– Лушнов М. С., Кидалов В. Н., Хадарцев А. А., Еськов В. М. Влияние ритмов геокосмоса на функциональное состояние организма и систему крови: Монография. / Под ред. А. А. Хадарцева. – Санкт-Петербург – Тула: ООО РИФ «Инфра», 2007. – 188 с. (авторы получили диплом (рис. П. 1), монография стала лауреатом конкурса на лучшую научную книгу 2007 г., проводимого Фондом развития отечественного образования);

– Лушнов М. С., Липовицкая И. Н., Лушнов А. М., Головина Е. Г., Щербук А. Ю., Куликов В. Д., Гливинская О. А., Донсков В. В. Раздел 4. Больничная летальность / Рождаемость и смертность населения Санкт-Петербурга. Обзор медико-демографических показателей. – СПб.: 2010. – С. 121–189;

– Лушнов М. С. Отчет по гранту № 03-06-00220а Российского гуманитарного научного фонда «Исследование изменений физиологических и психологических показателей человека в зависимости от динамики космогеофизических факторов» // СПб: ИЭФБ им. И. М. Сеченова, – 2005. – 27 с.

– экспертная работа, проведенная в интересах Законодательного собрания Санкт-Петербурга: Отчет об экспертной работе «Анализ медицинских информационных систем для подготовки экспертного заключения о целесообразности разработки проекта закона Санкт-Петербурга «Об электронном медицинском паспорте жителя Санкт-Петербурга», выполнена по договору подряда № V / 1 РНК № 050000802998 от 11.11.2008 г., – СПб: ЗАКС, 2008. – 159 с., исполнитель д. м. н. М. С. Лушнов;

– исследовательские работы, проведенные при поддержке Российского государственного гуманитарного научного фонда в 2003–2005 гг.: грант номер 03-06-00220а, руководитель проекта д. м. н. М. С. Лушнов, соисполнитель проекта А. М. Лушнов.

## Сведения об авторах

**Лушнов Арсений Михайлович** (родился 4.08.1980 в семье военнослужащего, убит 27.08.2011 г. у порога своего дома). Получил высшее образование, врач-педиатр, Санкт-Петербургская государственная педиатрическая академия (годы обучения 1997–2003). Активно интересовался научными исследованиями – биометеорологией и космобиологическими исследованиями, в студенческие годы и после окончания вуза работал в научных учреждениях – в Институте физиологии им. И. П. Павлова РАН, преподавал в Российском государственном гидрометеорологическом университете. С сентября 2003 г. по август 2005 г. обучался в клинической ординатуре кафедры реабилитации и спортивной медицины СПбМАПО, с сентября 2005 года по сентябрь 2007 года работал медицинским представителем в ООО «Галена Фарма» (в дальнейшем переименована – TEVA), с февраля 2008 г. по 27.08.2011 г. – медицинским представителем в российско-немецком ООО «БИОНОРИКА». Активно работал над кандидатской диссертацией (главы 10 и 11 в большой степени подготовил он), имел научные публикации. Владел английским языком.





**Лушнов Михаил Степанович**, 1956 года рождения, окончил III факультет Военно-медицинской академии им. С. М. Кирова в 1979 г., математико-механический факультет Ленинградского государственного университета им. А. А. Жданова в 1983 г. Доктор медицинских наук с 1998 г. Являлся руководителем, затем заместителем руководителя по статистике и аналитической работе Санкт-Петербургского государственного медицинского информационно-аналитического центра Комитета по здравоохранению Санкт-Петербурга с 2005 г. по 2011 г. С 2011 г. – руководитель Государственного казенного учреждения здравоохранения «Медицинский информационно-аналитический центр» Ленинградской области.



Рис. П. 1. Диплом Фонда развития отечественного образования

## **Глава 1**

### **Биотропность космогелиогеофизических факторов**

В настоящее время в научной литературе обращается внимание в основном на влияние вторичных метеотропных факторов, тогда как влияние космических излучений и ионосферных факторов описано недостаточно и с позиций одномерных статистик, что не позволяет описывать физиологические процессы в полном и достаточном объеме, поскольку такое описание должно учитывать совокупность множественных взаимоотношений элементов биосистемы. Согласно исследованиям многих авторов на биосферу действуют в основном короткопериодические колебания, сверхнизкочастотные электромагнитные поля, ионосферные инфразвуковые колебания, радиоактивность, положительные радиоионы, ультрафиолетовые и космические лучи (Владимирский Б. М., 1980; 1982; Кобрин М. М., 1982), метеофакторы (Мустель Э. Р., 1971; Витинский Ю. И. с соавт., 1976; Алексеев В. П., 1979а) с разнонаправленными биоэффектами.

Имеется большое количество сведений цикличности внешних воздействий на живую природу (Похмельных Л. А., 1992а; 1992б). Однако их механизмы полностью не раскрыты. Это свидетельствует о сложности и комбинировании воздействий на живые системы.

## 1.1. Космические лучи – водители ритмов

КЛ и вторичные частицы, образовавшиеся в атмосфере, имеют большую проникающую способность. Так, нейтроны и протоны КЛ способны влиять на метаболические молекулярные процессы, причем эволюция и мутагенные процессы связываются с ними (Дружинин И. П. с соавт., 1974). Перемена знака ММП ведет к изменениям электрических токов и полей магнитосферы Земли. Момент перемены знака МП Солнца является наиболее благоприятным условием для проникновения КЛ к земной поверхности.

Другие колебания КЛ и вторичных лучей имеют различную периодичность (сутки, 27-дневные и прочие), анизотропию и амплитуды, изменяющиеся от долей процента до 25 %. Амплитуды геомагнитного поля при этом тоже изменяются от десятых долей до 10 %. В настоящее время известна циклическая изменчивость внешних воздействий на Землю: во временном масштабе часов и суток – геомагнитные возмущения, вариации интенсивности КЛ (Чарахьян А. Н. с соавт., 1980; Уилкоккс Дж. М., 1982), солнечных излучений в различных интервалах частот (Тимоти Г., 1980), в периоде солнечных циклов – вариации погодных условий на континентах (Митчел Дж. М. мл. с соавт., 1982), в масштабе сотен лет – вариации средних температур на континентах, коррелирующие с изменением амплитуд процесса пятнообразования на Солнце, в масштабе от сотен лет до десятков тысяч – изменение геомагнитного диполя (Creer К. М., 1977), в масштабе от тысяч до миллионов лет – нерегулярные многократные изменения полярности геомагнитного диполя (Кокс А. с соавт., 1968).

Основные соотношения электростатики экранирования поля материей и складывающиеся на ее основе связи во взаимоотношениях Космоса, Солнца, Земли существенно влияют на живую природу. В нашу эпоху земной шар находится в неравновесном состоянии, разряжается, теряя заряд через ток проводимости атмосферы. Скорость ослабления магнитного момента составляет 5–8 % каждые 100 лет (Яновский Б. М., 1953; Nagata Т., 1965). Атмосферный ток составляет 2000–3300 А. В масштабе 1000 лет Земля в среднем находится в электростатическом равновесии с космической средой. Наша эпоха уникальна в смысле перехода через нуль магнитного момента Земли. В последующее время (сотни лет) ожидается восстановление равновесия с космической средой. Аналогичные условия наша планета претерпевала около 2000 лет назад.

Проблемы космических лучей (КЛ) важно изучать не только с астрофизических позиций, исследуя при этом сложность процессов их взаимодействия с веществом и движущимися магнитными космическими полями, но и для медико-биологических потребностей, принимая во внимание воздействие их на живую материю (Дорман Л. И., 1988).

В литературе приводятся сведения по звездной анизотропии и долговременным вариациям КЛ в широком интервале энергий от десятков МэВ до  $10^{20}$  эВ. Существует сложный процесс модуляции галактических КЛ в гелиосфере: конвекционный перенос, анизотропная диффузия, переполосовки общего магнитного поля (МП) Солнца, дрейфовые эффекты, нелинейные взаимодействия КЛ с солнечным ветром, пересоединение силовых линий межзвездного МП с галактическим полем на границе гелиосферы. В КЛ присутствуют античастицы (позитроны, мезоны, гипероны), выделяющие при взаимодействии с веществом огромную энергию и электромагнитные излучения. Их классифицируют по составу и спектру. Существует определенная взаимосвязанность их состава, спектра и анизотропии. К КЛ внесолечного происхождения относят протонно-ядерный компонент КЛ (протоны,  $\alpha$ -частицы, ядра с атомарной массой большей массы гелия, антипротоны и антиядра), электронно-позитронный компонент КЛ,  $\gamma$ -кванты, группу частиц – монополи, кварки, фотино и другие (Дорман Л. И., 1988).

Существует классификация КЛ (5 интервалов) по энергиям в широких диапазонах от 0,01 МэВ/нуклон до  $10^{20}$  эВ. Границы между ними часто довольно условны. Они отличаются по химическому составу энергетического спектра и характеру временных вариаций. Относительная роль 5-го интервала состоит в том, что КЛ малой энергии модулируются хромосферными вспышками спокойного Солнца, магнитосферами Юпитера и Сатурна, переходным слоем между солнечным ветром и галактическим МП. Энергетический спектр, состав и звездная анизотропия КЛ взаимосвязаны. Плотность энергии галактических КЛ вблизи Земли подвержена вариациям от 0,78 эВ/см<sup>3</sup> в период максимума до 0,98 эВ/см<sup>3</sup> в период минимума активности Солнца, то есть при ослаблении деятельности Солнца увеличивается значение КЛ, и наоборот, при усилении солнечной активности энергия КЛ уменьшается (Дорман Л. И., 1978). Энергия КЛ значительно больше энергии солнечного ветра, но само количество КЛ намного меньше потока солнечного ветра. Спектр и диапазон КЛ поражает воображение – он простирается от 104 эВ/нуклон до  $3 \cdot 10^{20}$  эВ, то есть составляет 16 порядков.

Область умеренных энергий КЛ подвержена межпланетной модуляции. Важнейшие факторы, определяющие такую модуляцию галактических КЛ, следующие: скорость солнечного ветра, диффузия КЛ, характер изменения солнечного ветра и КЛ в течение 11-летнего цикла солнечной активности, размер и форма гелиосферы, общее МП Солнца, переполусовки МП Солнца с 22-летним циклом и распространение КЛ в гелиосфере. Спектр КЛ в области высоких и сверхвысоких энергий определяется методами подземных и наземных наблюдений мюонов и  $\gamma$ -квантов, измерения на искусственных спутниках Земли, регистрации широких атмосферных ливней (ШАЛ). Регистрация ШАЛ основана на регистрации и изучении мезонно-ядерного и электромагнитного каскадов в атмосфере, производимых частицами КЛ с энергиями до и около  $10^{20}$  эВ. Изучают одновременно потоки электронов, мюонов и адронов. Амплитуды вариаций вторичных частиц ШАЛ на уровне моря достигают 20 % для  $\pi$ -мезонов и 30 % для нейтронов. Метеофакторы, такие как атмосферные температура и давление, влияют на количественные параметры потоков элементарных частиц в ШАЛ: колебание температуры в 1 градус влечет изменение  $\pi$ -мезонов на 0,1–0,2 %, а давления на 100 Па – нейтронов на 0,7 %. По литературным данным, средняя частота малых ШАЛ составляет 45 000 в час, то есть около 12,5 герц. По данным непрерывной регистрации частоты ШАЛ были найдены 1-я и 2-я гармоники суточной вариации КЛ высокой энергии, достигающие максимума соответственно через  $8,8 \pm 1,3$  час и  $2,2 \pm 0,4$  час (Мирошниченко Л. И., 1981). Резкие изменения метеоэлементов сопровождаются изменениями атмосферного электричества и проникающей способности  $\pi$ - и  $\mu$ -мезонов, протонов и других частиц (Ассман Д., 1966; Мирошниченко Л. И., 1984).

В обзоре «Космические данные» Институтом земного магнетизма и распространения радиоволн Российской академии наук опубликованы данные о вариациях интенсивности нейтронной компоненты космических лучей, регистрируемой на сети станций России нейтронными супермониторами типа NM-64. Данные нейтронной компоненты представляются в виде таблиц среднесуточных значений. Все параметры приведены к постоянному барометрическому давлению. В работе использованы данные нейтронной компоненты для района г. Москвы на высоте 220 м над уровнем моря. В табличном материале настоящей работы обозначение КЛ<sub>220</sub> означает именно эту нейтронную компоненту космических исследований.

С января 1972 г. в обзорах «Космические данные» публиковались сведения об интенсивности КЛ в переходном максимуме в стратосфере. В работе использованы также результаты измерений интенсивности космических лучей в максимуме переходной кривой в стратосфере в районе г. Мурманска, населенном пункте, наиболее близком по широте и долготе к г. С.-Петербургу. Использовано два параметра  $N_1$  – значение глобальной интенсивности космических лучей (ГИКЛ), измеренной в 1/(см<sup>2</sup>.с) и  $N_{12}$  – значение вертикальной составляющей интенсивности космических лучей (ВСИКЛ), измеренной в 1/(см<sup>2</sup>.с. стер). Эти измерения

проводятся при помощи радиозондов космических лучей РК-1 и РК-3 (Космические данные. ..., 1977–1988). В табличном материале обозначение КЛ означает все 3 исследованных параметра: нейтронная компонента КЛ<sub>220</sub>, ГИКЛ и ВСИКЛ.

## 1.2. Краткая характеристика деятельности Солнца

Астрономы отслеживают солнечные циклы начиная с 1755 г. Таким образом, наблюдениям за динамикой Солнца уже примерно 250 лет. Двадцать третий по счету 11-летний солнечный цикл достиг своего максимума в начале 2000-х годов. Так как обычно солнечная активность спадает медленнее, чем нарастает, вероятность возникновения сильных магнитных бурь и связанных с ними земных «фейерверков» высока в течение нескольких лет – примерно до 2005 года (Karl T., Thurber Jr. Солнечный ветер и магнитосфера земли. <http://www.bezumnoe.ru/journal/MEMFIS/comments4518.html>).

Считается, что за пятнообразовательный процесс на Солнце ответственны циркуляции солнечного вещества и дифференциальное вращение солнечных слоев, в особенности приливообразующая сила планет, а также перераспределение углового момента всей солнечной системы между планетами-гигантами и Солнцем и галактические магнитные поля. Возможно, что максимумы солнечной активности зависят от движения солнечной системы в Галактике, а также от электродвижущей силы Юпитера, имеющего наибольшую массу и МП. Галактические факторы через солнечную активность влияют на земные процессы (Дружинин И. П. с соавт., 1974; Прудников И. М. с соавт., 1996). Возвратные потоки Солнца имеют максимум на точках перегиба, ближе к точке минимума солнечной активности. Этот факт важен при сопоставлении геофизических явлений с солнечной активностью (Оль А. И., 1971).

В районе максимума 11-летнего цикла возникают сильные магнитные бури на Земле (Дубров А. П., 1974; Митчел Дж. М. мл. с соавт., 1982). Число Вольфа оценивает относительное суммарное цюрихское число видимых солнечных пятен, отражающее активность Солнца, сильно коррелирующих с площадью этих пятен (Андропова Т. И. с соавт., 1982). Расширяющаяся плазма частично захватывает магнитное поле Солнца, вытягивает его силовые линии и за счет вращения Солнца образует межпланетное магнитное поле в виде спирали Архимеда. Оно состоит из 2 – 4-х секторов. Его периодичность 27 дней, иногда 13–14 дней. Несмотря на небольшую величину этого поля – несколько гамм, от его направления зависит геоэффективность корпускулярного потока (Акасофу С. И., Чепмен С., 1974, 1975).

Солнечная активность и геофизические факторы оказывают колоссальное влияние на биосферу в силу своей масштабности. Флуктуации их имеют самую различную периодичность. Число солнечных пятен изменяется со средним периодом 11,2 года. Активные центры повторяются с периодом примерно 27 дней (Акасофу С. И., Чепмен С., 1974, 1975). Смена полярности общего МП Солнца происходит с периодом около 22 лет. Кроме того, существуют 3-, 5-, 7-, 8-, 90-летние циклы (Владимирский Б. М., 1971, 1977, 1980, 1982; Мартер М. Дж., Бруцек А., 1980; Мирошниченко Л. И., 1981).

Характер погоды сезонов значительно отличается от года к году и имеет связь с положением планет. Многолетние наблюдения показали, что соединение планет-гигантов в одном небольшом телесном угле приводит к смещению центра тяжести Солнца относительно неподвижного центра масс солнечной системы от 0,01 до 2,19 солнечного радиуса. Периоды соединения Юпитера и Сатурна происходят примерно через 20 лет. 10-летний полупериод способствует меридиональной циркуляции воздуха на Земле и экстремальным проявлениям погоды: холодной зиме, засушливому лету, ураганам, наводнениям. Поэтому «парады планет» не безобидны (Белязо В. А., 1990).

В настоящей работе использовались два показателя солнечной активности (СА), публикуемые в сборнике «Космические данные. Месячный обзор» (1977–1988): относительное число солнечных пятен (ОЧСП), называемых иногда числами Вольфа, и плотность потока радиоизлучения на частоте 3000 МГц (ППСР3000) – на каждый день с 1977 по 1988 г. Таким образом, эти показатели отражают интенсивность СВЧ-излучений Солнца и общего показателя



радиоизлучений – ОЧСП. В табличном материале и иллюстрациях обозначение СА означает солнечную активность, описываемую двумя параметрами: ППСР3000 и ОЧСП.

Таким образом, в работе использовались два показателя солнечной активности: количество солнечных пятен и излучение солнечного диска.

В 1848 году швейцарским астрономом Йоханом Рудольфом Вулфом были введены ежедневные измерения числа солнечных пятен. Его метод, который все еще используется сегодня, рассчитывает общее количество пятен, видимых на поверхности Солнца, и число групп, в которые они группируются, так как ни одна величина удовлетворительно не измеряет активность солнечных пятен.

Относительное число солнечных пятен является показателем активности всего солнечного диска. Это определяется каждый день независимо от предыдущих дней. Каждый изолированный кластер солнечных пятен называют группой пятен, и она может состоять из одного или большого количества разных пятен, размер которых колеблется от 10 или более квадратных степеней солнечной поверхности вниз к пределу решения (например,  $1/25$  квадратная степень). Относительное число солнечных пятен определяется как  $R = K(10g + s)$ , где  $g$  – число групп пятен,  $s$  – общее количество различных пятен. Коэффициент пропорциональности  $K$  (как правило, меньше единицы) зависит от наблюдателя и предназначен для осуществления перехода к шкале Вольфа.

Массив данных, содержащий информацию о солнечных пятнах, имеет табличный формат (таблица 1.1):

Таблица 1.1

год	январь	фев	март	апр	май	июнь	июль	авг	сен	окт	нояб	дек

Ежедневные измерения комплексного излучения солнечного диска в 2800 МГц (длина волны 10,7 см) производятся Национальным исследовательским советом Канады с 1947 г. До 31 мая 1991 г. наблюдения проводились в Обсерватории Алгонкинского радио, около Оттавы. Далее программа была передана Доминион радио астрофизической обсерватории около Пен-тиктона в Британской Колумбии. С 1 июня 1991 года данные берутся из этого места.

Таблицы содержат сведения о потоках от всего солнечного диска в частоте 2800 МГц в единицах  $10^{-22}$  Вт/(м<sup>2</sup>МГц). Во избежание десятичных знаков каждый показатель был умножен на 10. В итоге получены три вида потока – наблюдаемый, скорректированный и абсолютный. Из них наблюдаемый – наименее точный, так как он содержит флуктуации до 7 %, которые возникают с изменением расстояния Солнце – Земля. Скорректированные потоки не имеют такого изменения; числа в этих таблицах, равные потоку энергии, полученному датчиком, рассчитаны для средних расстояний между Солнцем и Землей. Наконец, абсолютные потоки содержат меньше всего ошибок, здесь каждое скорректированное значение умножается на 0,90, чтобы компенсировать погрешность антенны и волн, отраженных от Земли.

Данные сведены в таблицу в двух формах: «наблюдаемый поток» (S), и «скорректированный поток» (Sa). Первый – фактические измеренные значения – зависит от изменения расстояния между Землей и Солнцем весь год, тогда как второй масштабируется в стандартном расстоянии. Значения наблюдаемого потока полезны в физике ионосферы и других земных последствий солнечной активности. Скорректированные потоки более точно описывают поведение Солнца.

### 1.2.1. Динамика гелиофизических факторов

Временная изменчивость солнечной активности, выраженная количеством солнечных пятен и плотностью потока радиоизлучения на частоте 2800 МГц, представлена на рис. 1.1. Ход двух кривых очень похож, он отображает 11-летний цикл, с начала 1996 года значения увеличиваются, достигнув максимума в середине исследуемого периода, затем постепенно начинают уменьшаться. Максимум числа солнечных пятен (170) приходится на середину 2000 года, а максимум плотности потока (2350) – на начало 2002-го.



Рис. 1.1. Многолетняя среднемесячная изменчивость солнечных пятен и плотности радиоизлучения на частоте 2800 МГц

### 1.2.2. Спектральный анализ гелиофизических параметров

Рис. 1.2 показывает десятичный логарифм спектральной плотности солнечных пятен. График содержит большое количество периодичностей повторения явлений: 13 лет, 12 месяцев, 7,43 месяца, 6, 4,3, 3,7 и 2,74 месяца. Эти периоды синхронны со стационарной летальностью больных Санкт-Петербурга, описанной в главе 10 настоящей книги.



Рис. 1.2. Десятичный логарифм спектральной плотности динамики солнечных пятен

### 1.3. Основные параметры ионосферы и сопряженные с ними факторы

Возрастание солнечной активности приводит ко многим эффектам, поэтому ионосферное распространение может испытывать различные кратковременные возмущения. Во время некоторых геомагнитных бурь, называемых ионосферными, может происходить разрушение ионосферы, что приводит к различным эффектам. Как правило, затрагивается распространение коротких волн через ионосферную область  $F$  (на высоте около 300 км). Эти возмущения нарушают электронную конфигурацию ионосферы и вызывают ухудшение или даже полное исчезновение прохождения радиоволн.

Геомагнитные возмущения, приводящие к возникновению авроры, могут фактически улучшить распространение на высокочастотных КВ-диапазонах. Наряду с видимой авророй может возникать и радиоаврора. Это своего рода флуоресценция ионосферного слоя  $E$ , которая приводит к возникновению тенденции отражения радиосигналов на частотах примерно выше 20 МГц.

Существуют и ионосферные бури. Ионосферные бури вызываются различными процессами на Солнце, такими как солнечные вспышки, корональные дыры и корональные извержения масс. Бури длятся от нескольких часов до нескольких дней и иногда повторяются с периодом 27,5 дня, равным периоду собственного вращения Солнца.

Сила бури отмечается индексами  $A$  и  $K$ , которые указываются в радиовещательных сигналах геофизической тревоги Geoalert, передаваемых станциями WWV и WWVH, принадлежащими Национальному институту стандартов и технологий США (NIST) в г. Боулдер, шт. Колорадо. Радиостанция WWV располагается в окрестностях Форт-Коллинза (Ft. Collins), а радиостанция WWVH – в Кауаи, Гавайи. Обе станции осуществляют непрерывное вещание на частотах 2,5; 5; 10 и 15 МГц; кроме того, WWV вещает и на 20 МГц. Информация обновляется каждые три часа и передается станцией WWV на 18-й минуте каждого часа, а станцией WWVH – на 45-й минуте каждого часа. Ионосферные и магнитные возмущения могут сопровождаться видимой авророй.

Индекс  $K$  представляет собой результат трехчасовых магнитометрологических измерений интенсивности и направления геомагнитного поля и сравнения их с этими же характеристиками в геомагнитно «спокойных» условиях. Измерения индекса  $K$  осуществляются во многих местах земного шара и тщательно согласуются с геомагнитными характеристиками места, в котором проводятся измерения. Индексы  $K$  станции Боулдер (Boulder) измеряются по шкале от 0 до 9.

Индекс  $A$  дает усредненную меру геомагнитной активности, полученную из ряда физических измерений, долговременную картину геомагнитной активности. Он выводится из индексов  $K$  и принимает значения от 0 до 400.

Многие организации принимают участие в предсказаниях солнечных циклов и в мониторинге солнечной активности. Например, солнечная и гелиосферная обсерватория (SOHO) – это реализованный совместный проект Европейского космического агентства (ESA) и Национального управления по океану и атмосфере (NOAA). Эта космическая станция – наиболее претенциозный проект, позволяющий осуществлять непрерывное наблюдение за Солнцем. Реализация проекта позволяет лучше понять взаимодействие между Солнцем и Землей, включая солнечный ветер.

*Солнечные, геомагнитные и ионосферные данные в Интернет.* Огромное число данных о солнечной, геомагнитной и ионосферной активности и об условиях распространения волн можно найти во Всемирной паутине (World Wide Web). Большинство web-сайтов спонсиру-

ются хорошо известными академическими, педагогическими и правительственными организациями:

- Космический центр SEC (Space Environment Center) NOAA, являющийся частью Департамента торговли США, спонсирует обширный и поддерживаемый в хорошем состоянии сайт, который находится по адресу: <http://www.sel.noaa.gov/sec.home.htm>.

- Национальный центр геофизических данных NGDC (National Geophysical Data Center) NOAA распространяет бюллетень солнечных и геомагнитных индексов и предоставляет превосходный доступ к геофизическим данным и архивной информации на сайте <http://www.ngdc.noaa.gov>.

- Информационное агентство по солнечно-земным связям STD (Solar Terrestrial Dispatch), управляемое университетом г. Летбридж (провинция Альберта, Канада), предоставляет обильную информацию о состоянии Солнца и его влиянии на Землю: <http://solar.uleth.ca/solar/main.html>.

- служба IPS Radio and Space Service австралийского правительства имеет Австралийский центр прогнозирования состояния космоса (Australian Space Forecast Center), который гордится своей информационной базой on line по солнечно-земным связям, прогнозированию состояния космического пространства и условий распространения радиоволн: <http://www.ips.gov.au>.

- страничка Aurora спонсируется Мичиганским технологическим университетом. На ней имеются информация и изображения, относящиеся к Северному полушарию: <http://www.geo.mtu.edu/weather/aurora>.

- Web-сайт Kangaroo Tabor Software, спонсируемый Icim Tabor (KU5S), содержит некоторые программы и предназначен тем, кто интересуется прогнозированием текущего и будущего состояния Солнца и условий распространения радиоволн: Он включает такие инструменты, как Active Beacon Wizard++ и WinCAPWizard 2: <http://www.taborsoft.com>.

Важнейшими направлениями исследований являются эволюция биосферы, энерго- и массообмен, методология системных исследований в соответствии с международной гео-сферно-биосферной программой (Кондратьев К. Я., Покровский О. М., 1989; Кондратьев К. Я., 1990; 1992; 1993). К числу активно воздействующих на биосферу Земли можно отнести ее оболочки – ионосферу и атмосферу, в которых происходят преобразования внешних космических факторов с образованием комплекса вторичных эффектов: магнитных полей и токов, инфразвуков и акустических колебаний, потоков элементарных частиц (Васильев К. Н., 1969; Алексеева Л. М., 1977; Владимирский Б. М. с соавт., 1994).

К числу активно воздействующих на биосферу Земли можно отнести ее оболочки – ионосферу и атмосферу, в которых происходят преобразования внешних космических факторов с образованием комплекса вторичных эффектов: магнитных полей и токов, инфразвуков и акустических колебаний, потоков элементарных частиц (Голицин Г. С., 1961; Goe G. B., 1971; Beer T., 1972; Госсард Э. Э., Хук У. Х., 1978; Бирагов С. Б., 1979; Глушковский Б. И. с соавт., 1979; Потапов Б. П., 1979). Поглощение и преобразование излучений Солнца происходит в основном в ионосфере и нейтральной атмосфере Земли. Поверхности Земли достигают ультрафиолетовые лучи, видимый свет, инфракрасное излучение, участок радиоспектра (с длиной волны 1 мм – 30 м). Солнечное радиоизлучение в диапазоне 10–30 000 МГц свободно достигает поверхности Земли, так как в этом диапазоне существует радиочастотное окно прозрачности ионосферы (Владимирский Б. М., 1977; 1980).

Влияние ионосферы на биосферу изучено в настоящее время совершенно недостаточно. Здесь имеются лишь единичные работы. Например, для реакции Белоусова – Жаботинского получены самые высокие корреляции  $f_0F_2$  – критической частоты ионосферного слоя  $F_2$  и КЛ. Агглютинация бактерий сильно коррелирует с критической частотой  $f_0F_2$  слоя  $F_2$  ионосферы. Исследования показали, что здесь играют большую роль ГМП в диапазоне короткопериоди-

ческих колебаний, полярность межпланетного МП (Опалинская А. М., Агулова Л. П., 1984). Имеется всегда комбинированное многофакторное воздействие различных естественных ЭМП на биосферу (Ерущенков А. И., 1977; Ерущенков А. И. с соавт., 1977а; 1977б; Ишкова Л. М. с соавт., 1989). Например, показана связь атмосферных процессов с параметрами ЭМП атмосферы (Чекин В. Я., 1962; 1963; Оль А. И., 1971), с содержанием аэроионов (Климат и здоровье..., 1988), инфразвуковыми колебаниями в атмосфере (Ерущенков А. И. с соавт., 1977а; 1977б; Махотин Л. Г., 1984).

Ионосфера – область верхней атмосферы, где количество ионов и электронов достаточно для того, чтобы существенно влиять на распределение радиоволн. Ионосфера включает в себя озоносферу, не имеет резко выраженной верхней границы и постепенно переходит в гелиосферу, где основными компонентами являются нейтральный и ионизированный гелий, а затем в протоносферу, которая в основном состоит из ионизированного водорода. Границы этих областей четко не определены (Ришбет Г., Гарриот О. К., 1975).

Степень ионизации ионосферы, электронная концентрация зависит от энергии ионизирующего излучения Солнца, коэффициента поглощения газом излучений и исходной плотности атмосферного газа. Процесс ионизации ведет к появлению максимума на кривой зависимости электронной концентрации от высоты. Состав атмосферы сложен, различные составляющие по-разному ионизируются различными участками солнечного спектра, и, значит, в ионосфере образуется несколько максимумов на кривой концентрации ионов, особенно в дневное время. Эти максимумы и отождествляют с положением отдельных «слоев», или «областей» ионосферы. В порядке возрастания эти слои называются  $D$ ,  $E$ ,  $F_1$ ,  $F_2$ . Высота, толщина и степень ионизации ионосферных слоев существенно зависят от местного времени суток, сезона, уровня солнечной активности и координат (Галкин А. И. с соавт., 1971).

Движение заряженных частиц в ионосфере под действием электромагнитных сил в геомагнитном поле индуцирует ток в части ионосферы, которую называют «динамообластью» (до 140 км). Токи в ионосфере – источник наблюдаемых геомагнитных вариаций, а из области  $E$  они индуцируют токи в области  $F$ . Область  $D$  (50–85 км) – самая нижняя область ионосферы, с низкой концентрацией электронов. Здесь наблюдаются высокая частота соударений и сильное затухание электромагнитных волн, изучается распространение сверхнизкочастотных колебаний типа атмосфериков (10 КГц) в волноводе «Земля – ионосфера». Максимум электронной концентрации в слое  $D$  находится вблизи 80 км, которая зависит от СА. Суммарная величина концентрации ионов для области  $D$  имеет 27-дневную периодичность, характеризующая вариации СА и хорошо коррелирует с вариациями ОЧСП (Ришбет Г., Гарриот О. К., 1975).

Область  $E$  ионосферы (85 – 140 км) образуется под действием мягкого рентгеновского излучения Солнца, и в этой области основными ионами являются молекулярный кислород и окись азота. Электронная концентрация в области  $E$  в полдень составляет около  $10^5$  на  $\text{см}^3$  для периода минимума солнечной активности и примерно на 50 % больше в период максимума. Концентрация изменяется со временем суток, сезоном и широтой и зависит от уровня солнечной активности. Электронная концентрация в слое  $E$  имеет максимум около полудня. Этот слой существует обычно днем, но часто остается остаточная ионизация – ночной слой  $E$ . Внутри области  $E$  в тонком слое (несколько км) на высоте около 100 км часто наблюдается повышенная по сравнению с вышележащими областями электронная концентрация. Это явление называется спорадическим слоем  $E$  ( $E_S$ ). Сезонные вариации частоты появления  $E_S$  и его интенсивности малы, но сезонные флуктуации проявляются четко. Максимум частоты проявления  $E_S$  в средних широтах наблюдается летом в дневное время. Слой  $E_S$ , особенно в высоких широтах, тесно связан с вторжением в земную атмосферу потоков частиц высоких энергий, с полярными сияниями и геомагнитными нарушениями. Существуют данные, показывающие тесную связь  $E_S$  с ветровым режимом в  $E$ -области ионосферы и турбулентностью (Галкин А. И. с соавт., 1971; Владимирский Б. М., 1982). В ионосфере существует целый спектр неоднород-

родностей электронной плотности – от десятков метров до сотен километров (Казимировский Э. С., 1990).

Корпускулярный слой  $E$  – толстый слой  $E$  с критической частотой, значительно большей, чем частота нормального слоя  $E$ . По традиции он называется ночным слоем  $E$ , так как критическая частота нормального слоя  $E$  в ночные часы бывает ниже наименьшей частоты регистрирующей аппаратуры. Часто бывает, что разница частот корпускулярного слоя и нормального  $E$  больше, чем между  $f_0E$  и  $f_0E_2$ . В ночные часы, когда  $f_0E$  нормального слоя  $E$  не превышает 300–500 Кгц,  $f_0E$  корпускулярного слоя  $E$  выше 1 Мгц и доходит до 5 Мгц. После появления корпускулярного слоя  $E$  наблюдается  $E_S$  с запаздыванием (Руководство URSI..., 1977).

Область  $F_1$  ионосферы является промежуточной между областями  $E$  и  $F_2$ , располагается на высотах 160–200 км. Максимум электронной концентрации при этом находится на высоте  $h \approx 170$ –200 км. Слой  $F_1$  появляется чаще всего летом, днем и в период минимума солнечной активности. В ночное время слой  $F_1$  не появляется совсем. Электронная концентрация в максимуме слоя меняется с сезоном и географическим положением. Наблюдаются и сезонные вариации этой величины. На условия появления слоя  $F_1$  влияет нестационарный характер процессов, протекающих в ионосфере и связанных с динамическими процессами в нейтральной среде (Галкин А. И. с соавт., 1971).

Область  $F_2$  ионосферы – самая обширная и сложная область, лежащая выше 200 км. Основными ионами в этой области являются атомарный азот и кислород с сильным преобладанием кислорода ( $O^+$ ). Электронная концентрация в максимуме  $F_2$  меняется сложным образом. В нем есть отклонения, которые принято называть «аномалиями слоя  $F_2$ ». Хорошо известна *суточная* аномалия, когда концентрация электронов в максимуме слоя в полдень имеет четкий минимум. Суточная вариация максимальной концентрации электронов имеет либо один максимум, сильно сдвинутый относительно полудня, либо 2 максимума. Выделяют *географическую* аномалию, проявляющуюся в том, что вблизи магнитного экватора имеет место минимум полуденной концентрации в ее широтном ходе, в то время как вследствие вертикальности падения солнечной радиации должен бы наблюдаться максимум. *Сезонная* аномалия проявляется в том, что везде, особенно вблизи широты  $50^\circ$ , значение концентрации электронов в полдень особенно велико местной зимой. Существует так называемая декабрьская аномалия – в зоне широт  $50^\circ$  северной широты –  $35^\circ$  южной широты. Она аномально велика в ноябре, декабре, январе. Декабрьская аномалия усиливает сезонную аномалию в северном полушарии. Зимняя аномалия слоя  $F_2$  наиболее выражена в период максимума солнечной активности (Казимировский Э. С., 1990; Смирнов Р. В., Кононович Э. В., 1994). Выявлена ключевая роль кольцевого тока в динамике земной магнитосферы, солнечно-земных и магнито-ионосферных связях. Во многих динамических магнитосферных процессах значительную роль наряду с протонами играют ионы гелия и кислорода. Источники ионов различны: частицы – в основном солнечного происхождения, а ионы кислорода – ионосферные (Ковтюк А. С. с соавт., 1995). Резкой границы между атмосферой и ионосферой нет, их слои перекрывают друг друга, а процессы, происходящие в них, взаимообусловлены (Полак Л. С., 1960; Погодин И. Е., 1994).

В ионосфере находятся высокоэнергетические частицы – электроны и протоны, направляемые силовыми линиями геомагнитного поля. Они гигантскими тысячекилометровыми струями вторгаются в атмосферу, вызывая полярные сияния. Ионосферные слои способны смещаться друг относительно друга с очень большими скоростями до нескольких сот метров в секунду, что сопровождается в силу сильной ионизации мощными электрическими токами и низкочастотными колебаниями в атмосфере. Возмущения в ионосфере могут генерировать инфразвук. Шумовые бури часто возникают в связи с возникновением солнечных пятен, которые функционируют в течение минут, часов или суток (Казимировский Э. С., 1990). Ионосферный волновод существует между поверхностью Земли и ионосферой и имеет собственные

частоты с основной полосой 7–8 Гц, амплитуда колебаний в которой возрастает во время магнитных бурь в несколько раз (Плясова-Бакунина Г. А., Матвеева Э. Т., 1969).

Наиболее регулярно действующим источником ультранизко-частотного излучения около земной поверхности является молния. Молния распространяется по волноводу «Земля – ионосфера». Максимум энергии в этой части сигнала лежит в области частот 60 – 200 Гц (Галкин А. И. с соавт., 1971).

На процессы магнитосферы оказывают влияние и параметры межпланетного МП. Выявлена корреляция состояния ионосферы с межпланетным МП. Перемена его знака ведет к изменениям электрических токов и полей магнитосферы Земли. Солнечные вспышки вызывают дополнительные ионосферные токи с частотой около 0,04 – 5 Гц на 3 – 4-е сутки с последующим развитием магнитных бурь и 1000-кратными флуктуациями напряженности электрического поля на частоте в области 1 Гц, так же как и в случае изменений СА. Эти процессы всегда сопровождаются инфразвуковой бурей на частотах 0,01 – 0,05 Гц с максимумом эффектов в ночные и утренние часы (Мирошниченко Л. И., 1981). Эти обстоятельства и факторы могут иметь существенное биотропное действие.

В Руководстве URSI (1977) даются определения наиболее важных терминов. Предельной частотой слоя называют наивысшую частоту, на которой получается отражение от слоя при вертикальном зондировании. Экранирующей частотой слоя – самую низкую частоту, на которой слой начинает становиться прозрачным, отождествляется с появлением отражений от слоя, расположенного более высоко. Критической частотой слоя называется наивысшая частота, на которой слой не только отражает волну, но и пропускает ее. Минимальная действующая высота – высота, на которой след отражений от ионосферы на ионограмме горизонтален. Максимально применимая частота (МПЧ). На ее основе определяют действующую высоту максимальной электронной концентрации слоя. За стандартное расстояние принято расстояние в 3000 км. Например,  $M(3000)F_2$  – обозначает коэффициент, на который надо умножить частоту слоя  $F_2 - f_0F_2$ , чтобы получить  $МПЧ(3000)F_2$  – максимальную частоту, отражающуюся от слоя  $F_2$  с расстояния 3000 км. Для удобства масштаб величин записывается увеличенным в 100 раз (Ионосфера..., 1982).

В число характеристик, рекомендуемых URSI для определения на ионосферных станциях, входят следующие ИП:  $f_0F_2$ ,  $M(3000)F_2$ ,  $f_0E_s$ ,  $f_{min}$ . Существует международная договоренность по определению этих параметров (Руководство URSI ..., 1977).  $f_0F_2$  – критическая частота обыкновенной волны, отраженной от самого высокого отслоения в области  $F$  (представляется в МГц, увеличена в 10 раз).  $f_0E_s$  – предельная частота обыкновенной волны, соответствующей наибольшей частоте, при которой наблюдается основной непрерывный след отражений от слоя  $E_s$  (представляется в МГц, увеличена в 10 раз).  $f_{min}$  – наименьшая частота, при которой на ионограмме наблюдаются следы отражений от ионосферы (представляется в МГц, увеличена в 10 раз).  $h'F$  – минимально действующая высота следа отражений обыкновенной волны от взятой в целом области  $F$  (представляется в км). Перечисленные ионосферные параметры на моменты проведения физиологических исследований были получены в Санкт-Петербургском филиале ИЗМИ РАН (пос. Войеково).

В реальной природе имеет место комбинированное воздействие природных факторов, которые не строго периодичны (Richner H., Greber W., 1978). Поэтому, вероятно, на организм оказывают влияние именно эти первичные, фундаментальные физические факторы. В нашей работе изучались 5 вышеуказанных ИП. Для демонстрации сопряженности их с глобальными показателями космоса на рис. 1.3 представлена сглаженная динамика ППСР3000 и ГИКЛ за 1977–1988 гг. (Космические данные ..., 1977–1988) в моменты изучения крови у больных с психическими расстройствами без выраженной соматической патологии. Таким образом, изучая корреляционные связи параметров ионосферы в динамике с биологическими показателями можно судить по крайней мере о характере соотношений космических и солнечных излу-

чений, находящихся в противофазе. В табличном материале обозначение ИП означает все 5 исследованных ионосферных параметров:  $f_0F_2$ ,  $M(3000)F_2$ ,  $f_0E_s$ ,  $f_{min}$ ,  $h'F$ .

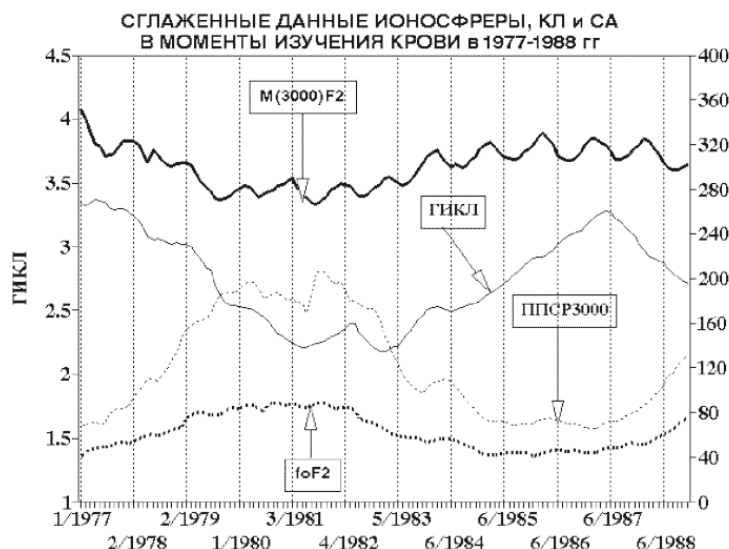


Рис. 1.3. 12-летняя динамика (с 1977 по 1988 г.) двух ионосферных показателей: критической частоты  $f_0F_2$  слоя  $F_2$  и коэффициента  $M(3000)F_2$  ионосферы, а также плотности потока солнечного радиоизлучения на частоте 3000 МГц (ППСР3000) и глобальной интенсивности космических излучений (ГИКЛ) – в моменты исследования гематологических признаков циркулирующей крови. Наглядно представлены 11-летние тренды космических и ионосферных параметров наряду с квазипериодическими нерегулярными флуктуациями

В силу недостаточной изученности влияния ионосферы на биосферу существует необходимость обоснования выбранных ионосферных параметров для изучения корреляционных связей с медико-биологическими и психологическими показателями, исследованными в настоящей работе. Для этого приводятся основные закономерности поведения физических параметров, сопряженных с ионосферными процессами.

Так, в авроральной (возмущенной) ионосфере могут образовываться слабые крупномасштабные неоднородности (Гельберг М. Г., 1980). D. H. Rind (1978) приводит результаты исследования нижней термосферы по 10-летним непрерывным наблюдениям инфразвуковых естественных шумов, что говорит о постоянном их наличии в атмосфере и зависимости их появления от множества факторов, в том числе от нагревания стратосферы (Rind D. H., Donn W. L., 1978), внутренних гравитационных волн при грозовых разрядах в атмосфере (Григорьев Г. И., Докучаев В. П., 1981). Вариации ветров и инфразвуков могут быть результатом планетарных гравитационных волн, СА, геомагнитных эффектов. В атмосфере иногда возникают бронтиды – естественные шумы взрывного характера (Gold T., Soter S., 1979). Установлено наличие инфразвуковых колебаний в слое  $F_2$  и слое  $F$  в целом ионосферы, которые связаны с сильными грозами (Raju D. G. et al., 1981; Rao B. M. et al., 1981). Кроме того, низкоширотный инфразвук связан с геомагнитной активностью (Srivastava B. J. et al., 1982) и может производить геомагнитные вариации во время землетрясений (Альперович Л. С. с соавт., 1978). Электронный поток ионосферы и полярных сияний тоже генерирует инфразвуковые волны (Suzuki Y., 1979), которым приписывают акустико-гравитационно-резонансные механизмы развития в атмосфере под авроральной ионосферой (Алексеева Л. М., Гетлинг А. В., 1978) и даже вокруг всей земной сферы (Григорьев Г. И., Докучаев В. П., 1978; Безрученко Л. И., Залялютдинов А. Р., 1979). Скорость смещения области  $F$  ионосферы достигает 10–40 м/с, при этом вертикальное движение области  $F$  – параметр действующей высоты  $h'F$  приводит к ее деформации.



онным изменениям и хаотическому движению ионосферы (Васьков А. М., Димант Я. С., 1989; Киселев В. Ф. с соавт., 1989).

Атмосферный газ имеет естественную вертикальную стратификацию, поэтому любое возмущение или движение, имеющее порядок высоты атмосферы вызывает в ней внутренние волны. Атмосфера рассматривается в качестве нелинейно-дисперсионного фильтра. Возмущения большой амплитуды имеют свойство быть слабо затухающими, а многомодовые малой амплитуды – сильно рассеиваются (Корнеев Н. А. с соавт., 1985; Мусатенко С. И., 1985).

Существуют определенные временные соотношения всплесков ГМП и ионосферы (Арошидзе Г. М., 1971; Курганов Р. А., Кацевман М. М., 1989), в частности слоя  $E_S$  (Гусев В. Д. с соавт., 1989). Флуктуации плотности ионосферной плазмы нестационарны (Лаугалис Р. В., Швирта Д. И., 1987). Во время аномальных возмущений отражающая поверхность слоя  $E_S$  имеет форму фокусирующей линзы. Механизм ее возникновения заключается в образовании горизонтального градиента вертикального сдвига этого слоя (изменения, в том числе действующей высоты  $h'F$ ) (Насыров А. М., Стрекалов В. А., 1989; Овезгельдыев О. Г. с соавт., 1989а). Спорадический слой  $E_S$  в годы минимума СА существенно изменяется (Солуян С. И., Хохлов Р. В., 1975; Березин И. В. с соавт., 1989). При гирочастотном нагреве ионосферы существует эффект антикорреляции электромагнитных излучений, возбуждаемых на частотах выше и ниже частоты волны накачки с эффектом самофокусировки ионосферных неоднородностей (Бойко Г. Н., Фролов В. Л., 1989; Голян С. Ф. с соавт., 1989), в том числе при прохождении СВЧ-излучений Солнца (Балашов В. И. с соавт., 1989).

Особенности взаимодействия плазмы ионосферы и СВЧ-излучений в том, что частоты СВЧ значительно больше характерных частот плазмы ионосферы. Этот фактор определяет особенности нагрева, рассеяния и преобразования в продольные волны. Исследованы процессы прохождения СВЧ-излучений через характерные зоны  $D$ ,  $E$ , включая  $E_S$ ,  $F_1$  и  $F_2$  в средних широтах до высот слоя  $F_2$ , где плазменная частота уменьшается. Показано, что все упомянутые слои ионосферы имеют свои определенные характеристики взаимодействия с СВЧ-излучениями. Это означает, что до Земли доходят существенно модифицированные СВЧ-излучения Солнца (Баранец А. Н. с соавт., 1989; Белей В. С. с соавт., 1989; Бубнов В. А., Устинович В. Т., 1989; Кауфман Р. Н., 1989).

Флуктуации СА, межпланетного МП модулируют спектр КЛ, достигающий земной поверхности (Гончарова Е. Е. с соавт., 1989). Изменения акустических шумов атмосферы очень низкой частоты ( $< 1$  Гц) – инфразвуковых колебаний естественного происхождения связаны с СА, особенно тесная связь инфразвуков при полярных сияниях. Поэтому они являются передатчиком СА на биосферу, поскольку акустические волны биологически активны на естественных частотах порядка 0,01 Гц с амплитудой в районе 10 дин/см<sup>2</sup>. Такие воздействия имеют место при короткопериодических колебаниях ГМП, сопровождающиеся атмосфериками на частотах 10<sup>4</sup> Гц. В спектре естественных инфразвуков атмосферы они занимают полосу от 16 Гц (слышимые) до 0,003 Гц (ниже этой частоты преобладают внутренние гравитационные волны. Они всегда присутствуют в атмосфере на частотах ниже 1 Гц, слабо затухают, могут распространяться за тысячи километров от источника (землетрясения, штормы). Обычный акустический фон имеет амплитуду около 1 дин/см<sup>2</sup>, что значительно меньше локальных флуктуаций при наличии ветра (Владимирский Б. М., 1974).

Данные о результатах анализа наблюдений о движениях газа на различных высотах атмосферы Земли говорят о существовании акустико-гравитационных волн в большом интервале высот – от поверхности Земли до верхней границы ионосферы, – сопровождающихся существенной вариацией электронной концентрации (до 2 порядков) (Григорьев Г. И., Докучаев В. П., 1978) с передачей флуктуаций ионосферного давления в толщу атмосферы (Алексеева Л.

М., 1978). В авроральной ионосфере обнаружена генерация акустических волн (Raju D. G. et al., 1981).

Таким образом, выбранные в настоящей работе ионосферные параметры – критические частоты  $f_0E_s$ ,  $f_0F_2$ , минимальная частота  $f_{min}$ , высота  $h'F$  слоя  $F$ , коэффициент  $M(3000)F_2$  – тесно связаны с широким кругом ионосферных процессов и довольно полно описывают ее состояние при минимальном наборе количества параметров, описывающих состояние ионосферы.

*Прикладные антропогенные проблемы модификации ионосферы.* 11 сентября 2005 г. на пленарном заседании Государственной думы рассматривался проект постановления «О потенциальной опасности для человечества продолжения США широкомасштабных экспериментов по целенаправленному и мощному воздействию на околоземную среду радиоволнами высокой частоты».

Речь шла об испытаниях по американской программе HAARP (ХААРП) – High Frequency Active Auroral Research Program (программа активного высокочастотного исследования авроральной области), которые проводятся под непосредственным руководством Пентагона. В рамках этой программы создано принципиально новое оружие – геофизическое, или, как его еще называют, плазменное. Возможный спектр его применения, по мнению специалистов, чрезвычайно широк – от противоракетной обороны до наступательного оружия. Но самое главное, ученые, знакомые с проблематикой, убеждены: даже испытания (не говоря уже о боевом применении) этого оружия способны привести к катастрофическим природным катаклизмам. Впрочем, все по порядку.

В начале XX века гениальный физик Никола Тесла разработал методы передачи электрической энергии через естественную среду на любое расстояние. Тщательная доработка этого метода привела к теоретическому обоснованию так называемого «луча смерти», с помощью которого электроэнергию можно отправлять в любых количествах на любое расстояние. Иначе говоря, были созданы основы принципиально новой системы вооружения, транслирующей энергию в атмосферу или через земную поверхность с фокусировкой ее в нужном районе земного шара.

Непосредственно проект ХААРП функционирует с 1960 года. С этого времени в его рамках стали проводиться электромагнитные трансляции различной интенсивности и сопутствующие эксперименты в США (Колорадо), Пуэрто-Рико (Аресибо) и в Австралии (Армидейль).

Излучение американской установки HAARP на Аляске (США) превышает мощность естественного излучения Солнца в диапазоне 10 мегагерц на пять-шесть порядков, то есть в 100 000 – 1 000 000 раз. Виктор Баранец 12 февраля 2004 г. (<http://kp.ru/daily/23215/26591/>) взял интервью у Владимира Ашуганова, генерал-майора, доктора технических наук, начальника подразделения НИИ Минобороны РФ: «У меня такое впечатление, что некоторые авторитетные ученые России принижают истинное значение ХААРП и даже называют его фантастикой дилетантов. Так вот слушайте. Когда в мире (в том числе и в СССР) появились сверхмощные локаторы, то выяснилось, что они способны “разогревать” ионосферу на определенных площадях. Нам удалось установить прямую связь этих разогревов с магнитными бурями и другими явлениями (их немало). Американцы тоже не спали. И когда и мы, и они поняли, какие тут возможности открываются (оборонные аспекты я тоже имею в виду), тут и начался бум... Он до сих пор продолжается».

Своим сверхмощным излучением HAARP воздействует прежде всего на ионосферу Земли. Это такой слой околоземного пространства, который заполнен активными ионизированными атомами. Понятно, что излучение, воздействуя на атомы, дает дополнительную энергию и их электронные оболочки увеличиваются.

Применение плазменного оружия способно привести к следующим эффектам:

– полностью нарушится морская и воздушная навигация;

- прекратится радиосвязь и радиолокация;
- выйдет из строя бортовая электронная аппаратура космических аппаратов, ракет, самолетов и наземных боевых систем;
- возникнут масштабные аварии в электросетях, на атомных станциях, нефте– и газопроводах;
- перестанет нормально функционировать психика людей и животных;
- возникнут тайфуны, бури, смерчи, наводнения».

## 1.4. Характеристика геомагнитного поля

Геомагнитные возмущения и бури могут быть вызваны сильными всплесками солнечного ветра. Когда всплеск солнечного ветра (чаще всего связанный с солнечными вспышками и извержениями корональных масс) достигает Земли, наблюдаются изменения магнитосферы, а геомагнитное поле Земли сильно флуктуирует. Длительные периоды геомагнитной активности известны как геомагнитные бури (сильные возмущения магнитного поля Земли).

Во время таких мощных геомагнитных бурь токи в магнитосфере быстро изменяются в ответ на изменения солнечного ветра. Эти токи генерируют свои собственные магнитные поля, которые складываются с магнитным полем Земли и приводят к возникновению геомагнитно индуцированных всплесков токов в почве, газопроводах, силовых и телефонных линиях. Возможны различные биологические эффекты, в частности, очень важные для людей на Земле и космонавтов, находящихся на орбите (Karl T., Thurber Jr. Солнечный ветер и магнитосфера Земли. <http://www.bezumnoe.ru/journal/MEMFIS/comments4518.html>).

Кроме магнитных бурь в околоземном пространстве могут возникать короткопериодические колебания ГМП, представляющие собой колебания от десятых долей секунды до нескольких минут. Они имеют периодический или нестационарный характер с вариациями амплитуд до нескольких порядков, от сотых долей нанотесла (гамма) до десятков нанотеслов (Шеповальников В. Н., Сороко С. И., 1992; Абдурахманов А. Б. с соавт., 1994). Такие колебания ГМП индуцируют в верхних слоях атмосферы электрические токи. Основная причина их – волновые процессы ионосферы, движения частиц, электрических полей, взаимодействие межпланетных магнитных полей. В магнитосфере эти явления сопровождаются низкочастотными электромагнитными колебаниями со звуковыми, «свистящими» эффектами (Оль А. И., 1971; 1973; Махотин Л. Г., 1984). Таким образом, на биосферу действуют в основном короткопериодические, сверхнизкочастотные ЭМП, ионосферные инфразвуковые колебания, радиоактивность, положительные радиоионы, ультрафиолетовые излучения – с длиной волны около 290 нм (Владимирский Б. М., 1980; 1982; Кобрин М. М., 1982).

В реальной природе имеет место комбинированное воздействие природных факторов, которые не строго периодичны (Richner H., Greber W., 1978). Поэтому, вероятно, на организм оказывают влияние именно эти первичные, фундаментальные физические факторы. ГМП имеет очень значительные функции и является естественным преобразователем и модулятором энергии космических излучений, которые обладают большой биотропностью (Дружинин И. П. с соавт., 1974; Колодуб Ф. А., 1984).

Вариации магнитного и электрического полей Земли тесно связаны с токами ионосферы. На них влияют солнечно-лунные, лунно-суточные и годовые ритмы. Особенно вариabельна величина горизонтальной составляющей ГМП. Преобразователями энергии космических лучей являются земное магнитное поле и ионосфера и слои высокой проводимости – волновод с основной частотной полосой в 7–8 Гц между поверхностью Земли и ионосферой (Арошидзе Г. М., 1971; Арошидзе Г. М. с соавт., 1971; 1977; Глушковский Б. И. с соавт., 1979).

Вариации магнитного и ЭМ полей Земли могут достигать существенных значений. Их переменные составляющие связаны с токами ионосферы. Здесь есть солнечно-лунные, лунно-суточные и годовые колебания. Существуют также короткопериодические колебания с периодами от десятых долей секунд до десятков минут. К-индексы тоже отражают геомагнитные возмущения. Особенно вариabельна величина горизонтальной составляющей (до десятков гамм: 1 гамм =  $10^{-5}$  эрстед). Различают также 2 вида микропульсаций геомагнитного поля: устойчивые и иррегулярные (Владимирский Б. М., 1980; 1982; Кобрин М. М., 1982).

Наиболее вариabельна во время магнитных бурь горизонтальная составляющая ГМП, которая за короткий промежуток времени может изменяться на несколько десятков нано-

теслов. Локальные возмущения зависят от географической широты и имеют уменьшающиеся значения по направлению от полюсов к экватору. ГМП модулирует граничный диапазон между микроволнами (менее 300 МГц) и оптической частью световых волн (Антипов В. В. с соавт., 1980). Таким образом, в реальной жизни имеет место комбинированное воздействие природных факторов, которые не строго периодичны (Richner H., Greber W., 1978).

Описание состояния магнитного поля Земли в виде месячных обзоров является одной из оперативных форм представления данных геомагнитных обсерваторий. На основе месячных обзоров по сети обсерваторий составляются сводные таблицы  $K$ -индексов и данные о магнитных бурях, которые затем публикуются ИЗМИ РАН в сборнике «Космические данные. Месячный обзор» (1977–1988). В каждом выпуске приводятся сведения о суточных вариациях горизонтальной, вертикальной составляющих и склонении геомагнитного поля и  $K$ -индексах. В данной работе использованы табличные значения в гаммах горизонтальной и вертикальной составляющих и склонение (в десятых долях минуты). При статистических расчетах использовались среднесуточные табличные приращения параметров ГМП, в отличие от  $K$ -индексов, где изучались усредненные 3-часовые значения.

Под возмущенностью понимается отклонение среднечасового значения, выраженного в гаммах, от спокойного суточного хода.  $K$ -индекс представляет собой меру активности, возмущенности магнитного поля по горизонтальной составляющей  $H$ .  $K$ -индекс отражает геомагнитную активность.  $K$ -индексы отражают локальную геомагнитную возмущенность, рассчитываются за 3 часа и тесно связаны с хромосферными вспышками (Дубров А. П., 1974). Одна из основных ее характеристик – синфазность, то есть свойство одновременного всемирного изменения, но могут быть и чисто локального характера. Сильные геомагнитные возмущения, продолжающиеся непрерывно более 6 часов, называют магнитными бурями. Выделяют 4 словесные градации магнитных бурь: очень большую, большую, умеренную, малую (Сизов Ю. П., 1977).

Для определения степени интенсивности магнитных бурь в таблице 1.2 приведены их амплитудные границы для г. Санкт-Петербурга и его окрестностей. Аналогичные показатели существуют и для обсерваторий мира, расположенных в других географических широтах: для северных широт – большие показатели амплитуд МП, для южных – меньшие. Амплитудные значения во время бури определяются последовательно для всех элементов  $D$  – склонения (ГМП\_С),  $H$  – горизонтальной (ГМП\_Г) и  $Z$  – вертикальной (ГМП\_В) составляющих как разность между наибольшим и наименьшим значениями этих элементов и выражаются в гаммах. Солнечно-суточные вариации не учитываются. Максимумы и минимумы амплитуд по этим трем элементам достигаются в разное время. По локальным амплитудным значениям данной местности на основании таблицы 1.2 определяется характеристика бури по всем трем составляющим: горизонтальной, вертикальной и склонению. Средние показатели оцифрованных характеристик по трем составляющим ГМП являются совокупным описанием бури (Сизов Ю. П., 1977).

*Таблица 1.2*

Амплитудные границы магнитных бурь для г. Санкт-Петербурга

Магнитные составляющие:	БУРЯ			
	Малая	Умеренная	Большая	Очень большая
$D$ – склонение	110—170	171—270	271—390	> 391
$H$ – горизонтальная	110—210	211—280	281—400	> 401
$Z$ – вертикальная	80—200	201—310	311—530	> 531

МП Земли обладает переменной частью, которая зависит от очень широкого спектра явлений, происходящих в околоземном и космическом пространстве. Переменное МП Земли разлагается на такие составляющие:  $S + L + DP + DR + DCF + DT$ , где  $S$  – регулярная часть от волнового излучения вариаций Солнца, ее источник – токи в  $E$ -слое ионосферы,  $L$  – регулярная часть от лунноприливных явлений верхних слоев атмосферы Земли,  $DP$  – нерегулярная вариативная часть от солнечного ветра, генерирующего большие электрические токи в слое  $E$  полярных зон ионосферы,  $DR$  – поле магнитосферного кольцевого тока,  $DCF$  – нерегулярная часть токов поверхности магнитосферы от взаимодействия с солнечным ветром,  $DT$  – нерегулярная часть токовых полей в хвосте магнитосферы.

Но эти составляющие не учитывают пульсаций и прочих предельно малых процессов. Поэтому магнитная буря и параметры ГМП  $D$ ,  $H$ ,  $Z$  отражают совокупные гелио-гео-космические и магнито-ионосферные взаимодействия. На принципе оценки разностей между возмущенным и спокойным ГМП в данной географической местности базируется метод определения геомагнитной активности, впервые описанный Бартельсом в 1939 году и названный 3-часовой 10-балльной системой  $K$ -индексов. Нижняя минимальная амплитуда соответствует  $K = 1$  и является эквивалентом 3 гаммов напряженности МП (Сизов Ю. П., 1977).

Базой шкал  $K$ -индексов для планеты Земля определен масштаб обсерватории Нимегк (Германия) таким образом, что этот параметр должен быть сравним для любой географической широты. Максимум определен по соответствию предельно большой магнитной вариации и приравнивается к величине  $K$ -индекса, равной 9 баллам. Поэтому для г. Санкт-Петербурга соответствие амплитуд отклонений в целых числах гамм количеству баллов ( $K$ -индексов) выглядит согласно данным таблицы 1.3.

Таблица 1.3

Нижняя граница  $K$ -индексов и соответствующих амплитуд отклонений ГМП в гаммах для Санкт-Петербурга

Балл $K$ -индексов	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Амплитуда в гаммах	0	6	12	24	48	85	145	240	400	600

В данной работе также использованы следующие индексы:

- 1) Ежемесячно означают  $A_p$  – Планетарную эквивалентную ежедневную амплитуду;

2) Ежемесячно означают  $ap$ , или Планетарную эквивалентную амплитуду для 00–03 периода времени;

3) Ежемесячно означают  $Sr$ , или Планетарная ежедневная характеристика числа – качественная оценка полного уровня магнитной деятельности в течение дня, определенного от суммы восьми  $ap$  амплитуд. Значения  $Sr$  разбиты на диапазоны, каждый из которых соответствует определенной величине  $C9$  (0,0–0,1; 0,2–0,3; 0,4–0,5; 0,6–0,7; 0,8–0,9; 1,0–1,1; 1,2–1,4; 1,5–1,8; 1,9; 2,0–2,5)

4) Ежемесячно означают  $C9$  – преобразование от 0 до 2,5 диапазона  $Sr$  индекса к одной цифре между 0 и 9.

Приписка  $p$  означает планетарный и определяет глобальный индекс магнитной деятельности. В настоящее время вклад в планетарные индексы вносят следующие 13 обсерваторий, которые лежат между 46 и 63 градусами северной широты и южной геомагнитной широты: Лервик (Великобритания), Эскдейлмьюир (Великобритания), Хартленд (Великобритания), Оттава (Канада), Фредериксбург (США), Меапнок (Канада), Ситка (США), Эйруэлл (Новая Зеландия), Канберра (Австралия), Лово (Швеция), Брорфелд (Дания), Вингст (Германия), а также Нимекг (Германия).

Индекс колеблется от 0 до 400 и представляет собой значение коэффициента, преобразованного в линейный масштаб в гаммы (наноТеслы) – масштаб, который измеряет эквивалентную амплитуду нарушения станции, на которой  $K = 9$ , нижний предел 400 гамм.

На рис. 1.4 изображена динамика геомагнитных индексов  $AP_A$  и  $AP_{03}$ . Кривые идут практически параллельно, совпадают значения минимумов и максимумов. Максимальное значение индекса  $AP_A$  и индекса  $AP_{03}$  наблюдается в начале 2004 года и составляет 35 нТл.

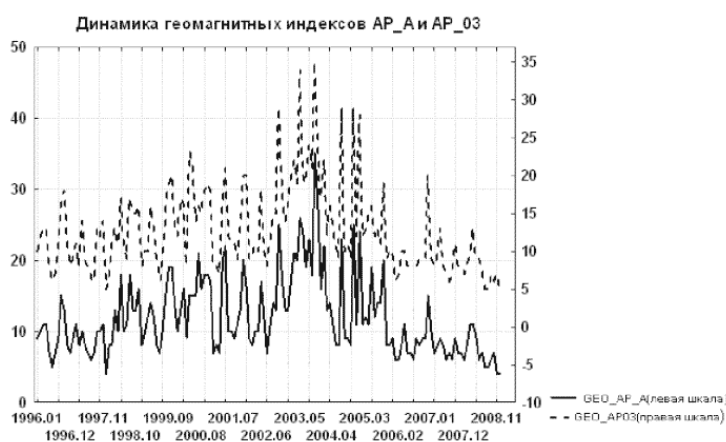


Рис. 1.4. Многолетняя среднемесячная изменчивость геомагнитных индексов  $AP_A$  и  $AP_{03}$

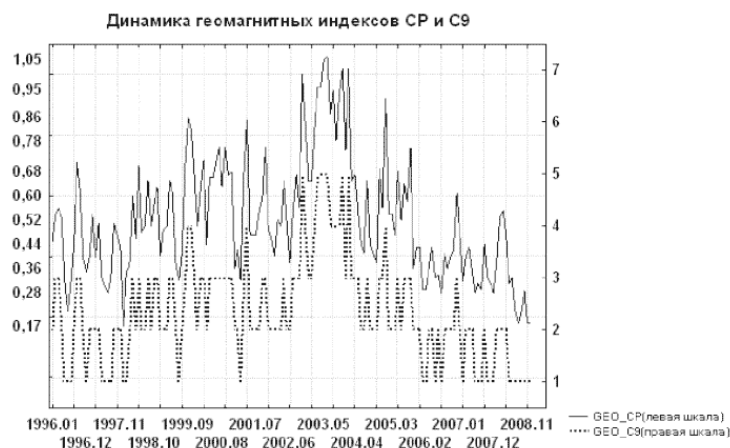


Рис. 1.5. Многолетняя среднемесячная изменчивость геомагнитных индексов CP и C9

Временная изменчивость геомагнитных индексов CP и C9 представлена на рис. 1.5. Видно, что ход линий похож, максимумы и минимумы двух индексов наблюдаются в одни и те же периоды. Максимум приходится на начало 2003 года.

Далее, на рисунках 1.6–1.9, представлены временные спектры геомагнитных индексов, используемых в данной работе.

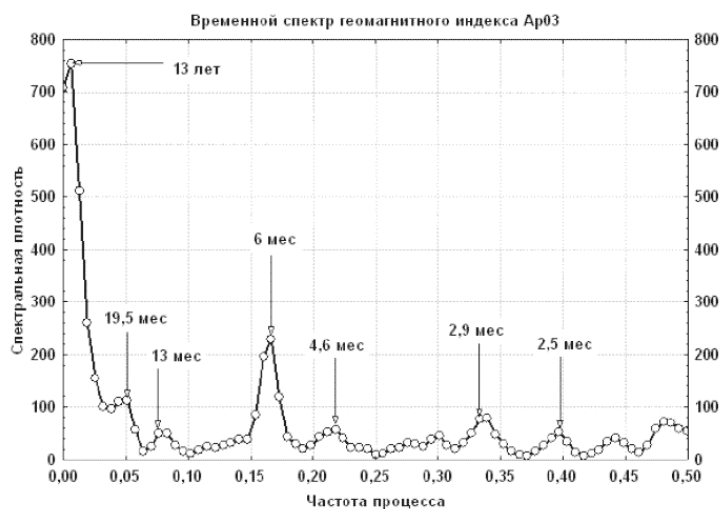


Рис. 1.6. Временной спектр геомагнитного индекса AP03

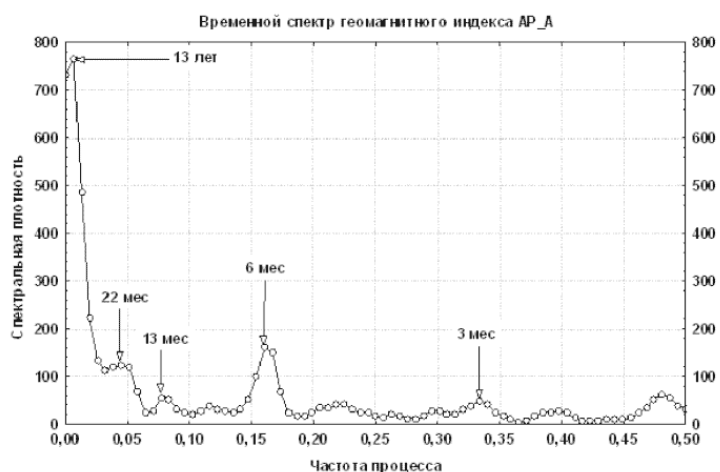




Рис. 1.7. Временной спектр динамики геомагнитного индекса **AP\_A**

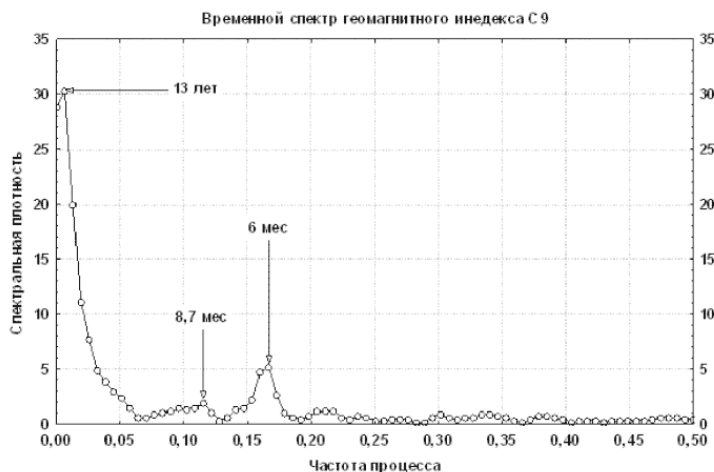


Рис. 1.8. Временной спектр динамики геомагнитного индекса **C9**

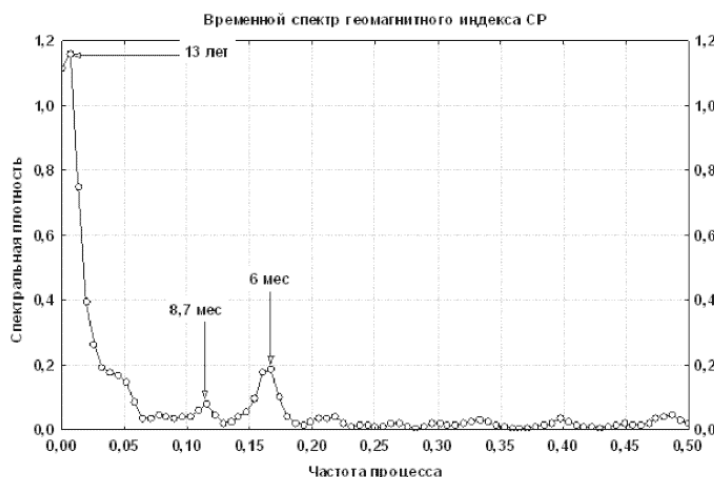


Рис. 1.9. Временной спектр динамики геомагнитного индекса **CP**

Периодичность повторения в 13 лет наблюдается у всех четырех индексов, но не имеет совпадений ни с одним видом летальностей пациентов стационаров Санкт-Петербурга, сведения о которых будут приведены в главе 10. Так же во всех спектрах геомагнитных индексов присутствует период в 6 месяцев, который совпадает с летальностью пациентов от инфекций, заболеваний легких и операционной и послеоперационной летальностью при операциях на грудной клетке (см. главу 10). Такие периодичности, как 22 и 19,5 месяца, наблюдаемые у спектров геомагнитных индексов *AP03* и *AP\_A*, имеют совпадения только со спектральной плотностью летальности в отделениях торакальной хирургии. Периодичность 8,7 месяца имеется у двух геомагнитных индексов из четырех, это индексы *C9* и *CP*, и эта периодичность также совпадает только со смертностью больных в отделениях торакальной хирургии.

## **1.5. Характеристика метеофакторов**

### **1.5.1. Метеорологические факторы и их влияние на организм человека**

Человек, находясь в условиях естественной внешней среды, подвергается влиянию различных метеорологических факторов: температуры, влажности и движения воздуха, атмосферного давления, осадков, облачности, солнечного и космического излучений и т. д. Погодные факторы действуют на нас разными путями. На кожу воздействуют температура, влажность, ветер, солнечные лучи, атмосферное электричество, радиоактивность. Через легкие люди ощущают температуру воздуха, влажность, ветер, чистоту воздуха, его ионизацию. Свет, шум, запах, температура, химический состав воздуха влияют на разные сенсорные системы организма (зрительную, слуховую, тактильную, вкусовую, обонятельную). Для восприятия электромагнитных излучений, которые генерируются атмосферными процессами, у человека не существует каких-либо специальных рецепторов. Такие электромагнитные воздействия мы ощущаем практически всеми системами организма. Перечисленные метеорологические факторы в совокупности определяют погоду.

Каждый из этих факторов в отдельности может оказывать влияние на различные функции организма человека (например, ветер усиливает теплоотдачу, затрудняет дыхание, нарушая координацию дыхательных движений и их нормальный ритм). Но обычно отдельные функции организма зависят от совокупности нескольких погодных факторов, например на процесс терморегуляции воздействуют температура, влажность и скорость движения воздуха. Часто интенсивность биотропного воздействия обусловлена не столько абсолютной величиной метеоэлементов, сколько их временным градиентом – чем быстрее происходит количественное изменение того или иного фактора, тем меньше времени у организма для адаптации и тем острее его ответная реакция. Поэтому важное место в климатофизиологии занимает изучение воздушных фронтов, прохождение которых сопровождается резким изменением атмосферного давления, температуры воздуха, облачности, осадками и пр.

Влияние климатических факторов на состояние организма осуществляется рефлекторно через центральную нервную систему. В естественных условиях человек находится под одновременным воздействием многих природных факторов, создающих в совокупности понятие погоды. Наиболее болезненно переносятся периоды смены типов погоды, и чем контрастнее и резче эта смена, тем отчетливее выражены патологические метеотропные реакции организма.

Погода – это физическое состояние атмосферы в данном месте в определенный период времени. Многолетний режим погоды, обусловленный солнечной радиацией, характером местности (рельеф, почва, растительность и т. д.), и связанная с ним циркуляция атмосферы создают климат.

Существуют различные классификации погод в зависимости от того, какие факторы положены в основу. С гигиенической точки зрения различают три типа погоды: оптимальный, раздражающий и острый.

– Оптимальный тип погоды благоприятно действует на организм человека. Это умеренно влажные или сухие, тихие и преимущественно ясные, солнечные погоды.

– К раздражающему типу относят погоды с некоторым нарушением оптимального воздействия метеорологических факторов. Это солнечные и пасмурные, сухие и влажные, тихие и ветреные погоды.

– Острые типы погод характеризуются резкими изменениями метеорологических элементов. Это сырые, дождливые, пасмурные, очень ветреные погоды с резкими суточными колебаниями температуры воздуха и барометрического давления.

Почти все люди в той или иной степени реагируют на изменение погоды. Такая реакция часто не осознается, однако почти у всех людей изменяются разные физиологические показатели. Резкие изменения метеорологической ситуации, вызванные прохождением фронтов, влияют на работу механизмов, регулирующих функции человеческого организма.

Хотя на человека влияет климат в целом, в определенных условиях ведущую роль могут играть отдельные метеорологические элементы. Следует отметить, что влияние климата на состояние организма определяется не столько абсолютными величинами метеорологических элементов, свойственных тому или другому типу погоды, сколько неперiodичностью колебаний климатических воздействий, являющихся в связи с этим неожиданными для организма.

Метеорологические элементы, как правило, вызывают у человека нормальные физиологические реакции, приводя к адаптации организма. На этом основано использование различных климатических факторов для активного воздействия на организм с целью профилактики и лечения различных заболеваний. Однако под влиянием неблагоприятных климатических условий в организме человека могут происходить патологические сдвиги, приводящие к развитию болезней. Всеми этими проблемами занимается медицинская климатология.

*Температура воздуха.* Этот фактор зависит от степени прогревания солнечным светом различных поясов земного шара. Перепады температур в природе достаточно велики и составляют более 100 °С.

Температура воздуха является одним из самых метеопатических факторов. Изменение теплового режима атмосферы вызывает в первую очередь соответствующие изменения теплообмена человека с окружающей средой. В результате действия холода возникают ознобления, отморожения и создаются условия для возникновения или обострения заболеваний органов дыхания. Хроническое охлаждение организма понижает сопротивляемость к инфекционным болезням (Гора Е. П., 2007).

Температура окружающей среды, влияя на организм через рецепторы поверхности тела, приводит в действие систему физиологических механизмов.

Продолжительное пребывание в условиях высокой температуры воздуха вследствие нарушения условий теплоотдачи вызывает повышение температуры тела, учащение пульса, ослабление функционального потенциала сердечно-сосудистой системы, понижение деятельности желудочно-кишечного тракта и т. д. При этом такие условия провоцируют головную боль, общее плохое самочувствие, одышку, понижение внимания и координации движений, существенно снижается работоспособность. Так, работоспособность при 24 °С снижается на 15 %, а при 28 °С – на 30 % (<http://meteo.com.ua/articles/36>). На самочувствие организма в условиях высокой температуры сильно влияет влажность. Повышенная влажность в этом случае является дополнительным и крайне неблагоприятным фактором.

Для тех, кто страдает ишемической болезнью сердца и бронхиальной астмой, высокая температура воздуха является серьезным фактором риска еще и потому, что содержание кислорода в воздухе понижено, из-за чего все органы и ткани организма испытывают существенно более сильное кислородное голодание.

Влияние температуры воздуха на человека сильно зависит от времени года. Очень теплая погода, которая может быть вполне комфортной в весенние или осенние месяцы, в зимнее время будет неблагоприятно влиять на самочувствие. Неестественно теплая погода в зимний период способна привести к депрессии. А резкие переходы от сырой теплой погоды к сорокаградусному морозу или, наоборот, жаре негативно влияют на здоровье человека и даже может спровоцировать обострение психических расстройств. Однако умеренные колебания температуры воздуха не вредны и могут рассматриваться как благоприятный фактор. Зона темпера-

турного комфорта для здорового человека в спокойном состоянии при умеренной влажности и неподвижности воздуха находится в пределах 17–27 °С (Гора Е. П., 2007).

*Влажность воздуха.* Зависит от присутствия в воздухе водяных паров, которые появляются в результате конденсации при встрече теплого и холодного воздуха. Абсолютной влажностью называют плотность водяного пара или его массу в единице объема.

Переносимость человеком температуры окружающей среды зависит от относительной влажности. Относительная влажность воздуха – это процентное отношение количества содержащихся в определенном объеме воздуха водяных паров к тому их количеству, которое полностью насыщает этот объем при данной температуре.

При одной и той же температуре изменение содержания водяного пара в приземном слое атмосферы может оказать значительное воздействие на состояние организма. Одновременное повышение температуры и влажности воздуха резко ухудшает самочувствие человека и сокращает возможные сроки пребывания его в этих условиях (при этом происходит повышение температуры тела, учащение пульса, дыхания, появляются головная боль, слабость, понижается двигательная активность) (Гора Е. П., 2007). Большая влажность воздуха усиливает неблагоприятное воздействие как высоких, так и низких температур. При повышении влажности воздуха, препятствующей испарению с поверхности тела человека, тяжело переносится жара и усиливается действие холода. При теплой или холодной погоде с высокой влажностью становится труднее дышать, появляется кашель, обостряются бронхолегочные заболевания. Продолжительное пребывание людей в условиях высокой влажности и температурных перепадов понижает сопротивляемость организма к простудным и инфекционным заболеваниям, а также к ревматизму, туберкулезу (<http://meteo.com.ua/articles/36>). Неблагоприятное действие сухого воздуха проявляется только при относительной влажности менее 10 % и выражается в ощущении сухости во рту, горле, носу. Больные, страдающие бронхиальной астмой, чувствуют себя значительно хуже. В общем же влияние очень сухого воздуха на физиологические процессы не столь опасно, как влажного.

Умеренная влажность воздуха обеспечивает нормальную жизнедеятельность организма. У человека она способствует увлажнению кожи и слизистых оболочек дыхательных путей. От влажности вдыхаемого воздуха в определенной мере зависит поддержание постоянства влажности внутренней среды организма. Сочетаясь с температурными факторами, влажность воздуха создает условия для термического комфорта или нарушает его, способствуя переохлаждению или перегреванию организма.

Влажность воздуха играет роль в поддержании плотности кислорода в атмосфере, влияет на тепловой обмен и потоотделение.

При падении температуры воздуха относительная влажность растет, а при повышении – падает. В сухой и жаркой местности днем относительная влажность составляет от 5 до 20 %, в сырой – от 80 до 90 %. Во время выпадения осадков она может достигать 100 %.

Воздух считается сухим при влажности до 55 %, умеренно сухим – при 56–70 %, влажным – при 71–85 % и очень влажным (сырым) – выше 85 %. Влажность воздуха в сочетании с температурой может оказывать существенное влияние на организм. Наиболее благоприятным сочетанием для организма являются условия, при которых относительная влажность равна 50 %, а температура – 16–18 °С (<http://domkurorta.ru/climatology>). При повышении влажности воздуха, препятствующей испарению, тяжело переносится жара и усиливается действие холода. Холод и жара в сухом климате переносятся значительно легче, чем во влажном.

Границами, в пределах которых тепловой баланс человека в покое поддерживается уже со значительным напряжением, считают температуру воздуха 40 °С и влажность 30 % или температуру воздуха 30 °С и влажность 85 %.

*Движение воздуха (ветер).* Неравномерное прогревание различных участков земной поверхности приводит к перемещению воздушных масс. Холодные и тяжелые массы воздуха

непрерывно вытесняют более теплые и легкие, создавая ветер. Скорость или сила ветра измеряется узлами, баллами и метрами в секунду.

Потоки воздушных масс, формирующиеся в разных регионах, могут захватывать с собой различные микроорганизмы (вирусы и бактерии), пыльцу растений, биологические молекулы в составе аэрозолей и переносить их на далекие расстояния. Все эти факторы могут оказывать определенное воздействие на людей, особенно если организм человека ранее не сталкивался с такими явлениями. В результате этого могут наблюдаться вспышки инфекционных заболеваний вирусной и бактериальной природы. Такие биотические факторы могут приводить к особенно серьезным проблемам с самочувствием у аллергиков и астматиков, потому что пыльца растений и аэрозоли, содержащие вещества биологического происхождения, могут провоцировать приступы аллергии и бронхиальной астмы.

Ветер, являясь составной частью погоды, может оказывать значительное влияние на организм. Нормальными для человека считают условия, когда в области термического комфорта дует тихий и легкий ветер со скоростью 1–4 м/с (Гора Е. П., 2007).

Влияние ветра достаточно разнообразно. В холодную погоду ветер оказывает охлаждающее действие на организм человека, унося прогретые им прилегающие к телу слои воздуха и прижимая к нему все новые порции холодного. При прохладной погоде сказывается коварное свойство большой влажности воздуха. Если же при этом погода ветреная, то теплоощущение еще ухудшается, так как ветер все время относит от тела обогретые и просушенные слои воздуха и нагоняет новые порции влажного и холодного воздуха, что усиливает процесс дальнейшего охлаждения тела (<http://meteo.com.ua/articles/36>). Умеренный ветер при холодной погоде стимулирует увеличение теплообразования. Он бодрит здорового человека, способствует закаливанию организма.

Таким образом, различные скорости движения воздуха вызывают неоднозначные изменения жизненных функций организма.

*Атмосферное давление.* На уровне моря в среднем атмосферное давление составляет 101,3 кПа (760 мм рт. ст.). Общее барометрическое давление распределяется между составляющими воздух газами в соответствии с их процентным содержанием. Каждый газ имеет свое парциальное давление, т. е. суммарное давление всех молекул данного газа в объеме.

Считается, что одно из наиболее сильных влияний на самочувствие человека оказывает атмосферное давление, которое характеризуется значительными непериодическими колебаниями. Сильными считаются межсуточные перепады давления 10–20 гПа и более, резкими – 8 – 10 гПа, умеренными – 8 гПа, слабыми – 1–4 гПа (<http://meteo.com.ua/articles/36>). Человек, как и любой другой организм, не чувствует этого давления, так как оно уравнивается его внутренним давлением.

Давление играет важную роль в функционировании организма. Вследствие разности парциальных давлений в теле человека совершается газообмен. Вся система кровообращения работает по принципу разности гидростатических давлений, которые находятся в коррелятивных связях с внешним давлением. Меняющееся давление в придаточных полостях черепа способствует кровообращению в мозге. Изменения разности давлений между внешней средой и замкнутыми полостями тела сказываются на состоянии человека.

Перепады атмосферного давления вызывают ряд функциональных изменений в организме. Прежде всего они касаются сердечно-сосудистой системы. Так, в нормальных условиях при повышении барометрического давления снижается артериальное давление, возрастает частота сердечных сокращений. При понижении барометрического давления отмечаются противоположные сдвиги. Могут возникнуть признаки кислородного голодания.

Синоптическая ситуация влияет и на химический состав воздуха. Из всех химических факторов абсолютное значение для жизненных процессов имеет кислород. Изменение содержания кислорода влияет на течение многих биологических процессов. При изменении метео-

рологических условий объемное содержание кислорода, его парциальное давление изменяются незначительно, тогда как плотность колеблется в широких пределах и может характеризовать комплексное влияние этих метеорологических факторов на человека. На границе метеофронтов атмосферное давление может изменяться в течение суток на 5 – 10 мм, а весовое содержание кислорода в воздухе может колебаться от 5 до 15 г/м<sup>3</sup>. Это достаточно сильные колебания. Снижение абсолютного содержания кислорода в воздухе вследствие вариаций давления и влажности может приводить к кислородной недостаточности в органах и тканях организма.

На самочувствие человека, достаточно долго проживающего в определенной местности, обычное, то есть характерное давление не должно вызывать особого ухудшения самочувствия. Характер и величина функциональных нарушений, обусловленных воздействием атмосферного давления, зависит от величины (амплитуды) отклонений атмосферного давления и, главным образом, от скорости его изменения (<http://meteo.com.ua/articles/36>). Сбой в работе регуляторных систем организма происходит чаще всего при резких непериодических колебаниях атмосферного давления и, как правило, превышающих 1 мм рт. ст. за час. В таких случаях даже у практически здоровых людей падает работоспособность, ощущается тяжесть в теле, появляется головная боль.

По характеру метеотропного воздействия парциального давления кислорода выделяют 2 основных типа погоды:

- гипоксический, при котором содержание кислорода понижено;
- спастический, при котором наблюдается повышенное содержание кислорода.

Первый тип погоды наблюдается при резком понижении атмосферного давления и росте влажности. Наиболее сильно влияние такой погоды на человека проявляется, когда атмосферное давление резко понижается, а температура и влажность одновременно и значительно повышаются (гипертермическая гипоксия), нарушая естественный суточный ход. При таком типе погоды может возникать слабость, сонливость, одышка, утомляемость. Такая погода особенно неблагоприятно сказывается на самочувствии людей, страдающих ишемической болезнью сердца, артериальной гипотонией, хроническими бронхолегочными заболеваниями.

Второй тип погоды наблюдается, наоборот, при повышении атмосферного давления. Вторжение массы холодного воздуха (холодный фронт) и установление области высокого атмосферного давления, особенно с усилением ветра (появление облачности и осадков), характерно для такого спастического типа погоды, в результате которого развиваются спазмы гладкой мускулатуры сосудов. При таком резком сокращении органы и ткани начинают испытывать острый кислородный и энергетический голод. Особенно тяжело это переносят больные системы – при заболеваниях гипертонической болезнью, спастическим колитом, бронхиальной астмой, хроническим бронхитом и др. Погодные условия спастического типа провоцируют боли спастического характера, а также бессонницу и повышенную возбудимость и раздражительность.

*Атмосферные осадки.* Выпадение атмосферных осадков в первую очередь приводит к изменению влажности, которая является важным фактором, влияющим на самочувствие человека. Это атмосферное явление также сопровождается разнообразными электромагнитными явлениями, о биологическом влиянии которых речь пойдет ниже. Из-за выпадения осадков изменяется суточный ход температуры и влажности воздуха, что в отдельных случаях может приводить к сбоям в суточной ритмике функционирования систем организма. Как ни странно, но сами осадки могут благоприятно воздействовать на человека. Здоровый человек во время выпадения осадков часто ощущает эмоциональный подъем и бодрость. Однако на кого-то осадки оказывают депрессивное влияние, что указывает на сильную индивидуальную вариативность реакции организма на этот фактор (<http://meteo.com.ua/articles/36>).

*Облачность.* Облачность образуется над земной поверхностью путем конденсации содержащихся в воздухе водяных паров. Облачность измеряется по десятибалльной системе, согласно которой 0 соответствует полному отсутствию облаков, а 9 – 10 баллов – сплош-

ной облачности. Погода считается ясной и малооблачной при 0–5 баллах нижней облачности, облачной – при 6–8 баллах и пасмурной – выше 8 баллов (Бутьева И. В., 1988). Облачность оказывает влияние на световой режим и является причиной выпадения атмосферных осадков, которые резко нарушают суточную температуру и влажность. Именно эти два фактора, если они резко выражены, могут оказывать неблагоприятное влияние на организм при облачной погоде (<http://domkurorta.ru/climatology>). В ряде исследований отмечено, что зрительные образы погодных факторов (облака, дождь и др.) вызывают определенные изменения настроения и внешнего поведения у метеочувствительных людей, а также у людей с психическими нарушениями. Данный фактор воздействует на человека опосредованно путем влияния на поток солнечной радиации и напряженность электрического поля атмосферы.

Рассмотрение проблемы влияния погоды на человека не позволяет математически точно выделить универсальные типы погоды, оказывающих негативное влияние на здоровье человека. Каждый человек склонен реагировать на свой тип погоды. У природы нет плохой погоды, но каждая погода для кого-то беда.

### 1.5.2. Данные для анализа влияния метеофакторов на смертность и летальность

Проанализированы основные метеорологические данные: атмосферное давление, парциальное давление водяного пара, температура воздуха, осадки, продолжительность солнечного сияния, архив которых находится в Государственном учреждении «Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации – Мировой центр данных» (ВНИИГМИ-МЦД). Адрес учреждения: Россия, 240035, г. Обнинск Калужской области, ул. Королева 6, ВНИИГМИ-МЦД. Этот институт входит в систему Мировых центров данных (МЦД), основанную в 1957 г. и действующую под эгидой Международного совета научных союзов (МСНС).

Использованы среднемесячные данные по станции 26063 (Санкт-Петербург) за период с 1996 по 2008 год (Электронный каталог ВНИИГМИ-МЦД (с 1991 г.) – <http://meteo.ru/izdan/ukazatel.htm>).

Массив создавался по данным, содержащимся на технических носителях Госфонда. В публикуемой версии массива ряды данных содержат информацию с начала наблюдений на станции по 2008 год (включительно).

Формат записи в файлах данных:

Таблица 1.4

Индекс станции	год	янв	фев	март	апр	май	июнь	июль	авг	сент	окт	нояб	дек
-------------------	-----	-----	-----	------	-----	-----	------	------	-----	------	-----	------	-----

Метеорологические параметры представлены в основных единицах измерения, а именно:

- атмосферное давление в гектопаскалях (гПа) с точностью 0,1 гПа, в том числе минимальное;

- парциальное давление водяного пара в гектопаскалях (гПа) с точностью 0,1 гПа;

- температура воздуха в градусах Цельсия (°C) с точностью 0,1 градуса, в том числе минимальная;

- осадки в миллиметрах с точностью 0,1 мм;

- продолжительность солнечного сияния в часах;

- максимальная скорость и направление ветра (м/сек);
- точка росы, в том числе максимальная.

Перечень станций составлен на основании Списка станций Росгидромета, включенных в Глобальную сеть наблюдений за климатом (утвержденного руководителем Росгидромета 25 марта 2004 г.) и Списка реперных метеорологических станций Росгидромета, подготовленного в Главной геофизической обсерватории им. А. И. Воейкова (исп. зав. ОМРЭИ ГГО В. И. Кондратюк).

Задачей Центра является сбор и распространение метеорологических данных и информационной продукции по странам мира и в особенности по России. Информационная база Центра постоянно пополняется. В МЦД накапливается информация всех международных исследовательских программ, ведущихся под эгидой МСНС, направленных на изучение системы Земли.

МЦД, действующие на базе ГУ ВНИИГМИ-МЦД, входят в состав регионального кластера, созданного на основе группы российских Мировых центров данных и украинского Мирового центра данных по геоинформатике и устойчивому развитию, и участвуют в процессе перехода от Системы Мировых центров данных (WDC System) к Мировой системе данных (World Data System).

### **1.5.3. Динамика метеорологических факторов**

Временная изменчивость метеорологических параметров, таких как продолжительность солнечного сияния, парциальное давление водяного пара, температура воздуха и осадки, изображена на рисунке 1.10. Значения месячной суммарной продолжительности солнечного сияния, среднемесячного парциального давления водяного пара и среднемесячной температуры воздуха меняются в зависимости от сезона, и только на суммарное количество осадков время года не оказывает влияния.

Самое высокое значение продолжительности солнечного сияния за летние периоды наблюдалось в июне 1999 года и составило 344 часа. Минимальное значение продолжительности солнечного сияния было зафиксировано в декабре 1999 года – 2 часа.

Максимальное значение парциального давления водяного пара за все летние периоды приходится на июль 2003 года, минимальное – на февраль 2007 года, эти значения соответственно составили 18,7 и 2,4 гПа.

Минимальное значение среднемесячной температуры воздуха, за весь период исследования –10,7 °С зафиксировано в феврале 1996 года и феврале 2006 года. Максимальное значение, которое составило 21,8 °С, наблюдалось в июле 2001 года.

На рис. 1.11. представлена временная изменчивость двух метеорологических параметров: атмосферного давления и осадков. Из рисунка видно, что при понижении атмосферного давления количество месячных сумм осадков возрастает и наоборот, если давление повышается – количество осадков уменьшается.



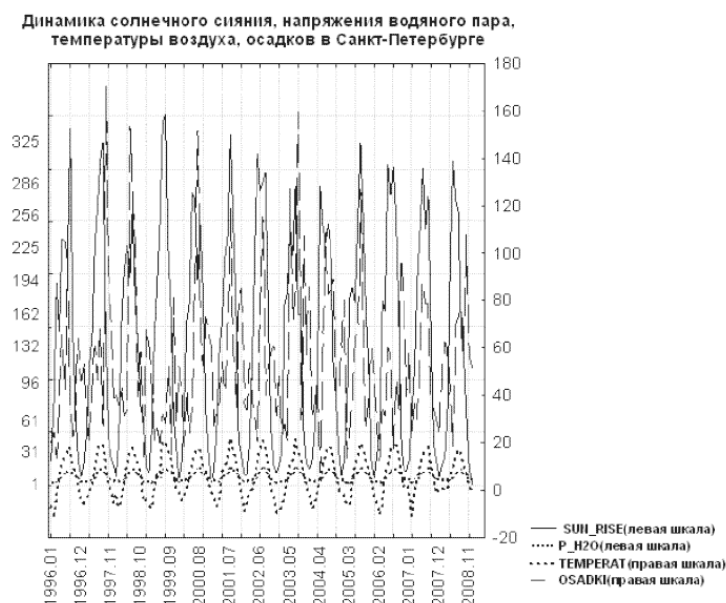


Рис. 1.10. Многолетняя среднемесячная изменчивость продолжительности солнечного сияния, парциального давления водяного пара, температуры воздуха и осадков

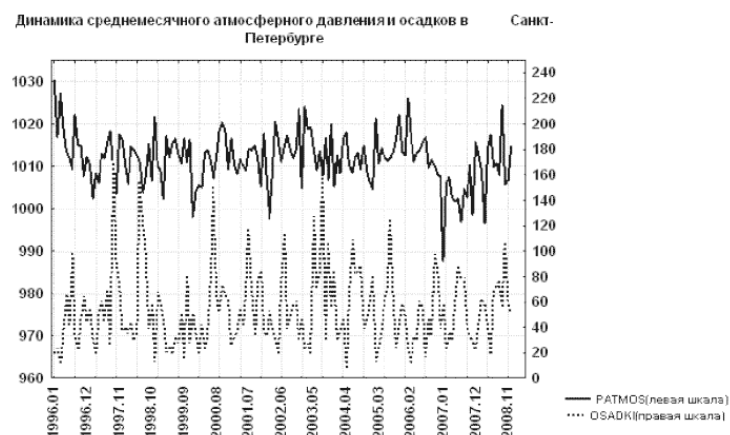


Рис. 1.11. Многолетняя временная изменчивость среднемесячного атмосферного давления и месячных сумм осадков

Максимальное значение атмосферного давления за весь период исследования (1030 гПа) наблюдалось в январе 1996 года, минимальное (988 гПа) – в январе 2007 года.

Максимумы значений месячных сумм осадков в основном приходятся на летние периоды, и только в сентябре 1997 года месячная сумма осадков также достигла высокого значения – 170,6 мм. Минимум – 7,7 мм – наблюдался в апреле 2004 года.

#### 1.5.4. Спектральный анализ метеорологических факторов

На рис. 1.12 представлен спектральный анализ парциального давления водяного пара. График содержит информацию о двух периодичностях: годовой и полугодовой. Наблюдается совпадение периодов со спектральной плотностью летальности пациентов при некоторых заболеваниях, которые описаны в 10 главе.

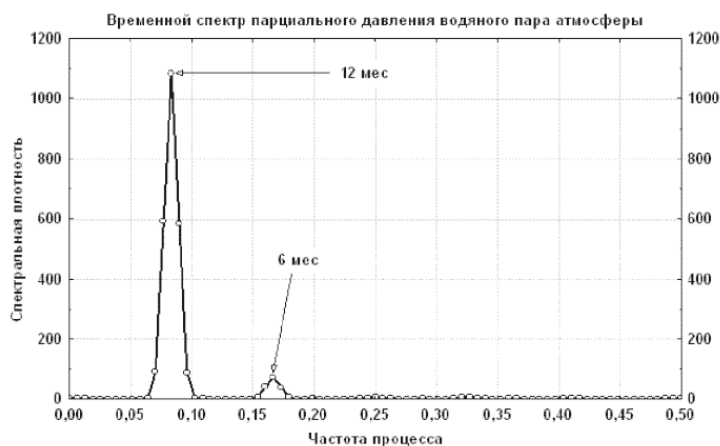


Рис. 1.12. Временной спектр парциального давления водяного пара атмосферы

Рис. 1.13 описывает периодичность спектрального анализа атмосферного давления. Видно, что периодов по количеству больше и они наблюдаются чаще, чем при спектрах давления водяного пара: 39 месяцев, 19,5 месяца, 8,2; 5,38; 3,8; 2,84 и 2,1 месяца. Далее в главе 10 будет показано, что длительный период в 39 месяцев ни с одним из видов летальности от рассмотренных патологий не совпадает. Остальные же периоды совпадают с периодичностями спектров летальности многих заболеваний, но наибольшая синхронность по этому периоду получена при изучении летальности пациентов, которым были сделаны операции на грудной клетке.

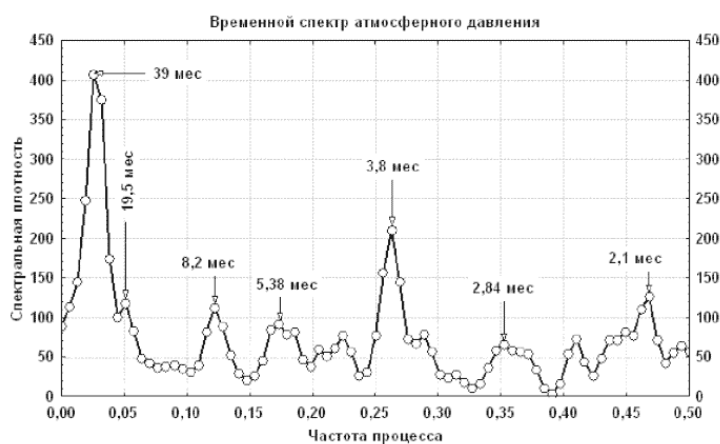


Рис. 1.13. Временной спектр атмосферного давления

В спектральном анализе температуры воздуха наблюдается только одна периодичность – годовая, это изображено на рис. 1.14.

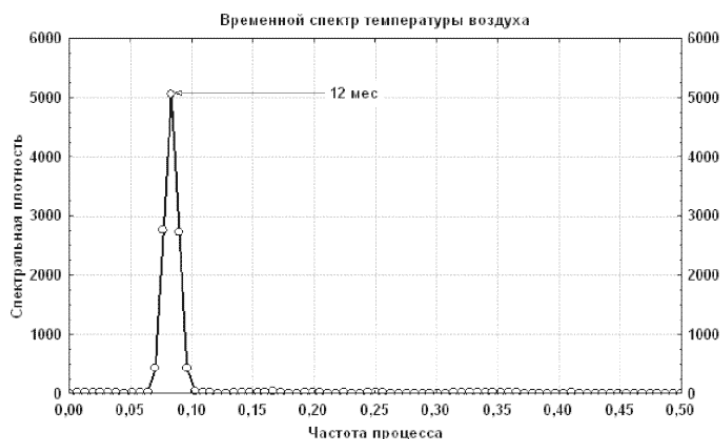


Рис. 1.14. Временной спектр температуры воздуха

Временной спектр продолжительности солнечного сияния, изображенный на рис. 1.15, так же, как и спектр температуры, содержит один период – 12 месяцев. Этот период совпадает с периодом спектрального анализа летальности при некоторых заболеваниях (глава 10).

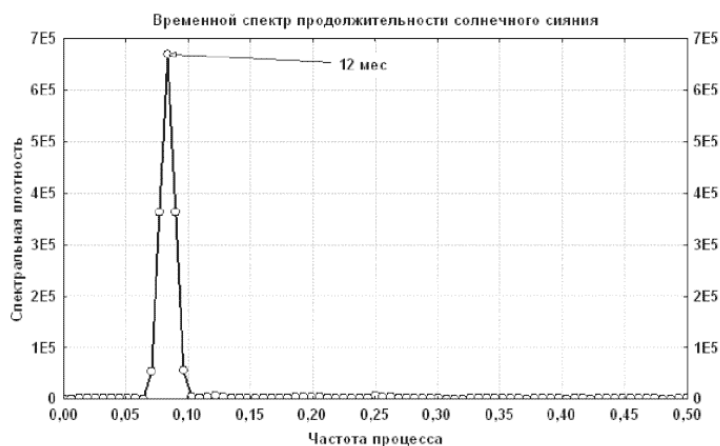


Рис. 1.15. Временной спектр продолжительности солнечного сияния

Рис. 1.16. демонстрирует спектральную плотность осадков. Спектр содержит следующие периодичности: 39 месяцев, 12 месяцев, 8,2, 6, 4, 3,39 и 2,29 месяца. Из всех периодов только один не имеет совпадений с периодами спектрального анализа смертности от трех заболеваний – это период 39 месяцев, остальные периодичности со спектрами болезней имеют пересечения.

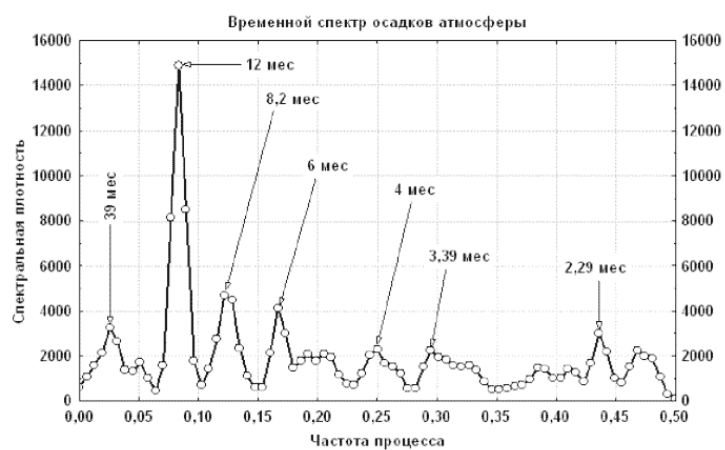


Рис. 1.16. Временной спектр осадков атмосферы

## 1.6. Характеристика приливного потенциала

Для всех тел Вселенной, перемещающейся по постоянной орбите, гравитационное ускорение, создаваемое другими телами (планетами, спутниками), из-за орбитального движения тела и за счет центробежного ускорения полностью компенсируется в их центрах масс. Из-за пространственной протяженности тела (например, Земля) гравитационное ускорение под влиянием других небесных тел (например, Луна, Солнце) незначительно позиционно-зависимо, тогда как центробежное ускорение остается постоянным как в пределах тела, и на поверхности тела. Различие между гравитационным ускорением и центробежным ускорением – небольшое приливное ускорение.

Вычисление функционала приливного потенциала (например, приливного ускорения, приливного наклона, приливного напряжения) на определенной станции и в определенный момент времени может быть выполнено с использованием одного из двух методов:

- используя эфемериды (координаты) астрономических тел (Луна, Солнце и планеты), функционалы приливного потенциала можно вычислить с очень высокой точностью для твердой безводной Земной модели. Этот метод используется для создания перечня приливных потенциалов и так называемого эталонного ряда, чтобы проверить каталоги приливного потенциала (например, Wenzel, 1996a). Но его практическое применение ограничено менее точными требованиями, так как при этом невозможно точно вычислить приливные эффекты для покрытой водой упругой земной поверхности;

- приливной потенциал может быть расширен в твердой сферической гармонике; спектральный анализ сферической гармонике приливного потенциала позволяет создать каталог приливных потенциалов (таблицу амплитуд, фаз и частот для некоторых приливных волн). В настоящее время доступны несколько каталогов приливных потенциалов с различной точностью и различным общим количеством приливных волн.

Для обработки гравитации используется программа ETGTAB версия 3.0, разработанная в 1996 году профессором Др. – Инг. Хабилем Гансом-Георгом Венцелем. Программа ETGTAB может использоваться для вычисления земных потоков с временным интервалом 1 час или 5 минут для одной определенной станции, чтобы определить земные ценности потока (приливной потенциал, ускорение, наклоны). Там могут использоваться три различных приливо-отливных потенциальных события (Дудсон 1921, Картрайт ТАЙЛЕР Эдден-1973, Тамура 1987), а также наблюдаемые периодические параметры. Программа написана в основном в ФОРТРАНЕ 90 (ANSI-стандарт), за исключением функций, которые используются, чтобы вычислить фактическое используемое время в пределах подпрограммы GEOEXT.

Рис. 1.17 показывает изменчивость приливного потенциала: среднее значение, медиану, стандартное отклонение, минимум и максимум. Линии представляют собой чередование минимумов и максимумов с периодом примерно полгода.

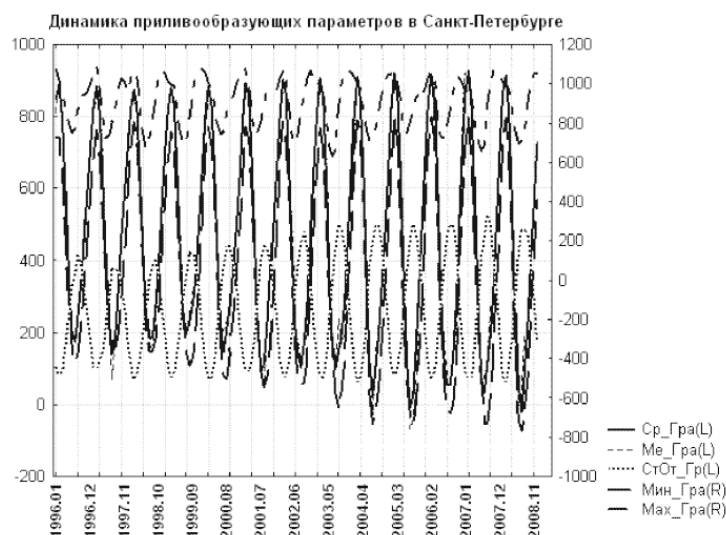


Рис. 1.17. Многолетняя среднемесячная изменчивость приливного потенциала

Среднее приливного потенциала изменяется от 0 до 900, минимумы значений среднего приливного потенциала наблюдаются в основном в середине года и варьируются от 0 до 200, а максимумы – в конце, их значения в районе 900. Кривая медианы приливного потенциала совпадает с кривой среднего значения, максимумы и минимумы приходятся на те же времена года.

Значения стандартного отклонения приливного потенциала изменяются в пределах от 50 до 500, амплитуда постепенно увеличивается, хотя и незначительно. Минимумы приходятся на конец года и варьируются от 50 до 100, соответственно, максимумы – на начало года, их значения меняются от 380 до 500.

Кривая максимального значения приливного потенциала имеет небольшую амплитуду и содержит значения от 650 до 1100. Минимумы приходятся на начало года и меняются от 650 до 790, максимумы наблюдаются в конце года и варьируются от 1050 до 1100.

Кривая минимального значения приливного потенциала меняется от –750 до 800, то есть амплитуда колебания большая, и она незначительно меняется (немного увеличивается). Минимумы колеблются от –750 до –350 и наблюдаются в летние периоды, максимумы содержат значения от 750 до 820 и приходятся на холодное время года.

На рис. 1.18 показана периодичность повторения приливного потенциала.

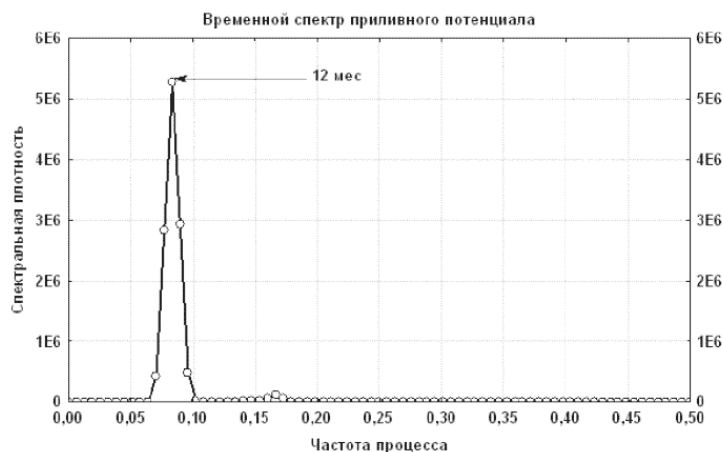


Рис. 1.18. Временной спектр динамики приливного потенциала

Вопрос о том, что такое гравитация и с какой скоростью распространяется гравитация, привлекает пристальное внимание физиков всего мира уже несколько столетий. Закон всемирного тяготения И. Ньютона по умолчанию принимает ее бесконечной. При этом сам Ньютон полагал, что, хотя эта скорость и очень велика, однако она конечна (оценка скорости распространения гравитации <http://gravity.khakassia.ru/content/view/20/1/>).

Факт распространения электромагнитных волн (ЭМВ) в вакууме космоса до сих пор остается загадкой и служит основанием для возврата к понятию «эфир», которое существовало до XX века. Электромагнитная волна (свет) может распространяться *только* в физической *среде*, структура которой ограничивает скорость распространения света. Проблема гравитации остается центральной и не решенной проблемой наряду с задачей распространения света в пространстве. В общей теории гравитации использовано понятие «пространство – время» в качестве самостоятельной категории в устройстве мира (ключ к пониманию Вселенной (краткое резюме) <http://www.laboratory.ru/articl/hypo/ax02r.htm>).

Электромагнитные лучи, проходящие вблизи гравитирующего тела, испытывают рефракцию под влиянием поля тяготения этого тела (Эйнштейн А. Собрание научных трудов / М.: Наука. 1966. Т. 2. С. 436).

На единицу скорости изменения гравитационного радиуса при частоте 1011 Гц. Единицы доплеровского сдвига частоты, скорость изменения гравитационного радиуса порядка 0,01. Для объекта с гравитационным радиусом, равным 0,01 м, по доплеровскому сдвигу частоты возможно отслеживать достаточно большие изменения гравитационного радиуса.

Галактики, скопления галактик имеют большие значения гравитационного радиуса и дают большие величины времени запаздывания и доплеровского сдвига частоты. Во вселенских масштабах они играют существенную роль, поскольку создают ту картину звездного неба, которую мы видим. Механизм гамильтоновой механики универсален для изучения этой картины, поскольку позволяет по видимой яркости или интенсивности звезд оценивать параметры источника гравитационного поля, которым создается эта картина.

Космическое пространство заполнено космическим веществом – эфиром, который вращается вокруг каждого небесного тела с огромной скоростью (В. А. Ацуковский «Общая эфиродинамика». М., 1990 г.: Теория вихревой гравитации и сотворения вселенной [http://ntpo.com/secrets\\_space/secrets\\_space/10.shtml](http://ntpo.com/secrets_space/secrets_space/10.shtml)).

Вихревая гравитация. Космическое пространство заполнено газообразным веществом – эфиром, который существует в состоянии завихренности. Действие сил гравитации подчиняется законам аэродинамики.

Возможные отклонения или уточнения в предложенном расчете может определить и решить только коллективный творческий труд в различных отраслях науки и техники. В настоящей работе основной целью было доказательство нового принципа всемирного тяготения.

Khaidarov K. A. (December 31, 2004. Основы эфирной теории гравитации <http://www.inauka.ru/blogs/article78883.html>) на основе классических работ Роберта Гука, Даниэля Бернулли и Леонарда Эйлера в результате проведенных исследований предложил гипотезу реальной природы гравитации, а именно:

- гравитационное поле есть поле напряжений в эфире по Гуку;
- гравитационное поле есть аддитивная функция куба радиуса расстояния от небесного тела;
- гравитационное поле, то есть потенциальная энергия деформации эфира + кинетическая энергия амеров, есть вместилище энергии масс –  $Mc^2$ ;
- ньютоновская небесная механика имеет место только для пробных тел в гравитационном поле одного тяжелого тела, и не более;

- центростремительная сила гравитации, введенная Исааком Ньютоном, является артефактом; реально существует лишь сила инерции Галилея и порожденная ею центробежная сила направленная в сторону, обратную от локального центра кривизны траектории;
- баланс сил в движении небесного тела определяется балансом центробежной силы инерции Галилея с силой, порождаемой локальным градиентом давления эфира согласно гидродинамическому уравнению Леонарда Эйлера;
- гравитационная сила многих тел в общем случае не является центральной;
- задача многих тел решается элементарно в теории эфира суммированием поля деформаций;
- гравитационное взаимодействие вопреки выдумкам релятивистской физики есть наиболее сильное и основное из всех физических взаимодействий, а все остальные – есть побочные проявления движений в эфире.



## **Глава 2**

### **Биоритмы и ритмы космоса**

#### **2.1. Ритмозадающие свойства космогеофизических факторов**

Эффекты воздействия космогеофизических факторов на биосферу очень разнообразны. Так, скорость окисления тимоловых соединений в зависимости от солнечной активности является показателем биотропности рассматриваемых параметров. Установлена корреляция между временем полуокисления унитиола (SH-групп) и числами Вольфа, потоком радиоизлучения Солнца на частоте 202 МГц и днями хромосферных вспышек (Соколовский В. В., 1982а; 1982б; 1984). Выявлен феномен флуктуаций в водных растворах белков и других химических веществ. Флуктуации при измерениях электрофоретической подвижности белков и фликкерных шумов сходны в синхронных опытах (Шноль С. Э. с соавт., 1983). Выделены различные гармоника макроскопических флуктуаций водных растворов белков и других веществ (Удалцова Н. В. с соавт., 1983). Обнаружена связь выводимых кортикостероидов с ГМП с разной направленностью параметров (Загорская Е. А. с соавт., 1982). Для усредненных индивидуальных хронограмм экспрессии рецепторов Т-лимфоцитов в течение дня обнаружены достоверные корреляции с характером гравитационного поля на структурно-функциональную периодичность клеток (Гариб Ф. Ю. с соавт., 1995).

Ритм является правильным чередованием лидерства двух противоположностей, являющихся залогом качественной устойчивости, условием равновесия противоположных тенденций через управление неравновесными состояниями (Степанова С. И., 1977; Мартынюк В. С., 1996). Он понимается как устойчивое, закономерно проявляющееся повторение в организации систем и процессов и служит характеристикой функциональных систем и фактором естественного отбора, может быть подвижен и пластичен с определенным диапазоном вариаций, закрепленных филогенетически с динамически-стереотипной организацией. Филогенетически закреплено одно из свойств организма, заключающееся в «опережающем отражении» (Анохин П. К., 1979), смысл которого состоит в том, что биосистемы научились из совокупной комбинации внешних факторов делать необходимый «полезный для себя вывод» по временной организации своего собственного многомерного биологического времени. Довольно часто в природе получается так, что максимумы и минимумы космических и гелиогеофизических явлений совпадают с таковыми в органическом мире (Чижевский А. Л., 1976; Чернышев В. Б. с соавт., 1984). Следовательно между ними существуют определенные временные соотношения – биоритмы на клеточном, органном и целостном уровне: суточные, недельные, месячные, сезонные, годовые.

Клетка является самостоятельной функциональной единицей. Жизнедеятельность организма состоит взаимодействия клеток. В них происходят процессы анаболизма и катаболизма в различных соотношениях, что и составляет ее основные ритмы (Малахов Г. П., 1994). В принципе возможна синхронизация любым периодическим физическим агентом при условии близости воздействующих частот к собственным частотам биосистемы (Блехман И. И., 1971). Скорее всего, имеют место их естественное ранжирование, сочетания и комбинации, играющие роль многофакторности и многокомпонентности биоритмов. Одно из ведущих мест в системе внешних естественно-природных факторов играет ГМП, особенно в диапазоне сверхнизкочастотных колебаний (5 Гц), зависящих от СА. На центральную нервную систему эти параметры влияют особенно значимо (Сидякин В. Г. с соавт., 1983; 1996б). Изоляция и экранирование

от естественного фона ЭМП приводят к десинхронизмам или необратимым изменениям (Wever R., 1968; Рыжиков Г. В. с соавт., 1982). Макроскопические флуктуации в природе возрастают с увеличением гелиогеомагнитной активности, при экранировании от ЭМП не нарушаются, а искусственные электростатические поля также сохраняют их ход, но с изменением амплитуд отдельных реакций (Шноль С. Э. с соавт., 1983).

К микробиоритмам относят ритм электроэнцефалограммы человека. В пределах мезо- и макродиапазонов временные структуры обладают гармоническим единством: очень многие периоды и флуктуации обнаруживают соизмеримость и целочисленную кратность, относительно близким периодам присуще постоянство соотношений между фазами. В древности это свойство называли «музыкой сфер» (Чечельницкий А. М., 1980).

Комплексное исследование метеорологических и гелиогеофизических факторов является наиболее плодотворным при изучении биоритмов (Malek J. et al., 1962; Агаджанян Н. А., 1967; Орехов К. В. с соавт., 1981; Андропова Т. И. с соавт., 1982; Агаджанян Н. А. с соавт., 1985). В ходе многих процессов наблюдаются одни и те же периоды, что и при регистрации в ГМП: в метеорологических, акустических, инфразвуковых шумах, радиоактивности атмосферы, концентрации аэроионов, ЭМП во всем диапазоне сверхнизких частот. Но таких исследований практически нет (Опалинская А. М., Агулова Л. П., 1984).

## 2.2. Механизмы биоритмологических закономерностей

ПеМП могут выступать «датчиком времени» при эндогенных и экзогенных десинхронизациях, способны изменять временную организацию физиологических систем. Характер и направленность изменений зависят от физиологического состояния организма и сопровождаются рассогласованием или нормализацией биоритмов (Темурьянц Н. А., Шехотихин А. В., 1995). Суточные ритмы и соотношения гормональной системы: гипофиз – надпочечники, половые гормоны, соматотропный и тиреоидные гормоны, инсулин, содержание глюкозы, рениновая активность плазмы крови, альдостерон, вазопрессин, окситоцин, паратгормон, кальцитонин – обнаружены и в норме, и в патологии (Дедов И. И., Дедов В. И., 1992). В результате действия естественных ЭМП развивается совокупность компенсаторно-приспособительных факторов (Макеев В. Б., Темурьянц Н. А., 1982; Темурьянц Н. А., 1982). Моделирование таких влияний невозможно, в силу того что естественные ЭМП и лабораторные сильно отличаются по спектру (Опалинская А. М., Агулова Л. П., 1984).

Синхронизация – распространенное явление в природе (Блехман И. И., 1981). При определенной амплитуде внешнего сигнала – вынуждающей силы – происходит захват частоты автоколебательной системы в небольшой, относительно узкой полосе частот синхронизации. Захват может происходить на гармонических частотах в целое число раз больших или меньших частоты вынуждающего сигнала. Около полосы синхронизации частот возможно появление особого колебательного режима – биений. В таком случае нет постоянного соотношения между фазой внешнего воздействия и автоколебательной фазой биосистемы (Корнетов А. Н. с соавт., 1988). Существует определенное соотношение самосопреженных частот в системе в ответ на внешнее воздействие, при котором внешняя вынуждающая частота разлагается на произведение частот по правилу «золотого сечения» (Дегтярев Г. М. с соавт., 1991).

Таким образом, в исследованиях с воздействием на флуктуирующие колебательные биосистемы могут также наблюдаться захват частоты, синхронизация, биения или резонанс. Вблизи границ полосы захвата наблюдались биения (Адамчук А. С., 1972). Существуют предположения о делении биоэффектов на 3 основных типа: аддитивный, антагонистический, синергический (Опалинская А. М., Агулова Л. П., 1984). В ходе флуктуаций биологических параметров организм постоянно претерпевает адаптационные сдвиги. Адаптация – это необходимое условие существования живого, выражение диалектического единства организма с внешней средой (Новиков В. С., Деряпа Н. Р., 1992). Эта проблема многоплановая. Часто физиологическую адаптацию связывают с гомеостазом и физиологическими механизмами, определяющими устойчивость систем организма (Сапов И. А., Новиков В. С., 1984). Такой взгляд развивал и В. И. Медведев (1984) с точки зрения системной реакции человеческого организма и системной приспособляемости к конкретным условиям с учетом генной фенотипической нормы реакции. Некоторые авторы процесс адаптации характеризуют непрерывностью и периодичностью (Агаджанян Н. А., 1972; Казначеев В. П., 1980). Позднее процесс адаптации дополнился условием оптимальности ко множеству природных и социальных факторов и стал рассматриваться в качестве признака здоровья (Агаджанян Н. А., 1982).

Для биологических колебательных систем вынуждающей силой может быть любой периодически изменяющийся внешний фактор. Деление ритмов на эндогенные и экзогенные очень условно и отражает скорее степень их изученности, чем реальную причину колебаний. Не очень удачным представляется также деление ритмов на диапазоны с приставкой *circa* (около) (Ашофф Ю., 1984). Существует деление биоритмов по спектру частот: микроритмы, мезоритмы, макроритмы, периоды большой длительности. Одним из внешних водителей ритмов этой периодичности являются секторные границы межпланетного МП (Оль А. И., 1973). Выделяют периоды большой длительности – ритмика крупномасштабных экологических измене-

ний, регулярные климатические колебания в десятки тысяч лет, длительные вариации СА, КЛ, ГМП, глобальные изменения среды обитания катастрофического характера (Митчел Дж. М. мл. с соавт., 1982; Владимирский Б. М., Кисловский Л. Д., 1985; Прудников И. М. с соавт., 1996).

Ритмоупорядоченность генетически детерминирована с наследованием датчиков времени внешней среды и соотношений гармоник определенного диапазона. В качестве синхронизирующего агента живая материя использует естественные флуктуации ГМП, при перепадах значения которого возникают различные варианты десинхронозов, проявляющиеся в виде изменений ритмов сна (Моисеева Н. И., Сысуев В. М., 1980). Приведенные факты свидетельствуют, что колебания в биологических и биофизических и химических процессах являются не случайными, а упорядоченными во времени под влиянием факторов внешней среды. Совпадение биоритмов с периодами гелиомагнитной активности – признак синхронизации биоритмов с параметрами внешней среды (Brown F. A., Jr., 1965; Владимирский Б. М., 1982). Таким образом, и наши результаты наглядно показали причинную обусловленность многолетних, сезонных и многомесячных синергетических флуктуаций и вариаций ферментных, биохимических, гематологических, нейрофизиологических и психологических показателей организма космическими излучениями, солнечной активностью, ионосферными процессами в совокупности с ГМП и акустико-гравитационными воздействиями.

## 2.3. Спектрально-частотные особенности биопроцессов и космогеофизических факторов

За последние 3–4 десятилетия изучены флуктуации многих физико-химических и биологических процессов. Выяснились особенности многих видов флуктуаций, в том числе фликкерных шумов – типа  $1/f$ , где  $f$  – частота процесса. Под шумом в узком смысле понимают белый шум, характеризующийся тем, что его амплитудный спектр распределен по нормальному закону, а спектральная плотность мощности постоянна для всех частот. Фликкерный шум характеризуется наиболее низкочастотным спектром по сравнению с шумами иных видов и для оценки стационарности требует более длительного интервала наблюдения по сравнению с прочими частотами (Денда В., 1993). Одна из главных закономерностей флуктуаций заключается в зависимости амплитуды события от его встречаемости (закон  $1/f$ ) и неоднозначности – синхронные колебания одинакового типа могут быть разного знака и разной амплитуды. Флуктуирующий объект – сложная система, биосфера Земли – четкая синхронизированная иерархия систем. Особенности закономерностей связаны с результатами совокупных релаксаций напряжений системы, накопленных за достаточно большое время от возмущений разного масштаба, перераспределяющихся по внутренним связям. Даже случайные толчки приводят не к хаотическим изменениям, а к статистическим переключениям подпрограмм системных согласованных релаксаций (Опалинская А. М., Агулова Л. П., 1984). Такие заключения дают возможность прогноза и управления целостными системами (Шноль С. Э. с соавт., 1983). В нашей работе эти положения получили полнейшие подтверждения в силу того, что основные исследованные космогеофизические факторы – КЛ и СА – имеют примерно 11– и 22-летнюю цикличность и выявление их трендов требует длительного наблюдения, а соответствующие проявления биологических параметров и систем должны быть по крайней мере не менее продолжительными. Нами получены результаты относительно спектральных гармоник и соответствующих им периодов, свидетельствующие о совпадении трендов среднемесячных биохимических, электролитных, ферментных, гематологических систем и отдельных их параметров с основными среднемесячными показателями космогеофизических процессов. Определенные сведения о корреляциях выявлены в отношении дыхательной и сердечно-сосудистой систем, нейрофизиологических процессов головного мозга и психического состояния здоровых людей. Сведения научной литературы подтверждают наши наблюдения.

В настоящее время существует много публикаций о различных моделях, описывающих условия возникновения и поведение флуктуаций в физических, химических, биологических системах: о неравновесных системах с флуктуациями (Николис Г., Пригожин И., 1979), колебаниях разнородных систем (Кешнер М. С., 1982). Предполагается существование фундаментального закона природы, приложимого ко всем неравновесным системам и проявляющегося в шуме типа  $1/f$ . К шуму  $1/f$  были отнесены флуктуации ферментативной активности титра SH-групп и некоторых других характеристик водных растворов белков и небелковых веществ (Удальцова Н. В., 1982). Распределение скоростей реакций (спектры), в которых наблюдаются макроскопические флуктуации, полимодально. К шуму  $1/f$  относят изменения многих космических процессов, ОЧСП (Timashev S. F., Kostiotouchenco I. G., 1995; Tanizuka N. et al., 1995), сопротивления водных растворов ионов, диффузионные потоки ионов в мембранных каналах. К этому классу относят многие процессы биологии, химии, экономики (Богданов А. А., 1928; Гапонов-Грехов А. В., Рабинович М. И., 1980; Козьменко С. Ю., 1995).

Ниже, на рис. 2.1. и 2.2., приводятся 2 примера спектра-графика, близких по типу к  $1/f$  для космического и биологического параметра. Спектральные плотности вычислены с применением спектрального окна Парзена. Кратко суть процедуры сводится к тому, что квантуется (дискретизируется) любой физический или биологический процесс так, что он представляет

собой данные  $X_t$ ,  $t = 1, 2, \dots, N$ , отсчитанные через промежутки времени  $d$ . Далее вычисляется сглаженная выборочная оценка нормированной спектральной плотности по специальным формулам (Бокс Дж., Дженкинс Г., 1974).

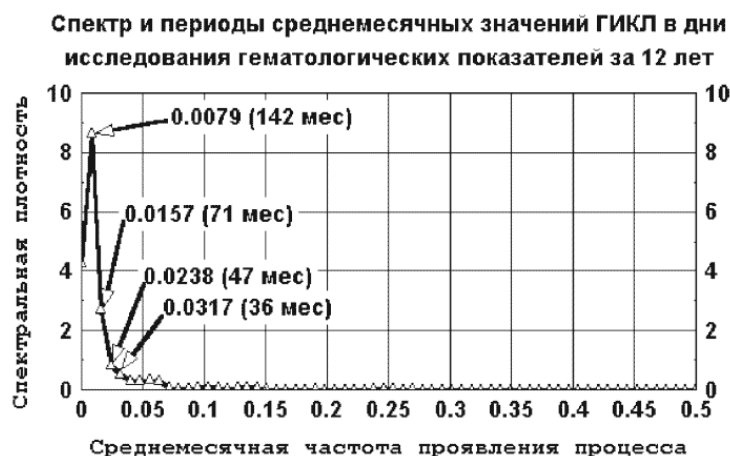


Рис. 2.1.  $1/f$ -подобный спектр и периоды среднемесячных значений ГИКЛ в дни исследования гематологических параметров в период с 1977 по 1988 г. Здесь частота  $f$  соответствует около 11-летнему циклу (142 мес.)



Рис. 2.2. Спектр и периоды среднемесячных значений содержания палочкоядерных нейтрофилов в циркулирующей крови в утренние часы в период с 1977 по 1988 г. наглядно демонстрируют, что долгосрочные периоды и спектры совпадают с показателями ГИКЛ и, следовательно, имеют  $1/f$ -подобные закономерности

Биологический ритм, от клеточного уровня до уровня поведения, в подавляющих случаях подчиняется флуктуациям по закону  $1/f^n$ , где  $n$  – ближайшая частота (или ранг частот) устройства. Возможны 3 варианта причин: ионный перенос флуктуаций клеточных мембран, регулирующих ионные потоки в клетке в полуинтервалах, полное управление неврогенной природы или суперпозиция случайных событий. Величины биологических параметров всегда флуктуируют во времени. Существуют доказательства  $1/f$ -подобных флуктуаций биологических параметров от клеточного до поведенческого уровня. Возможны несколько механизмов генерации  $1/f$ -подобных биологических ритмических флуктуаций Во-первых,  $1/f$ -ионные флуктуационные потоки мембран клеток модулируют поток ионов внутрь клеток, которые в свою очередь модулируются изменениями интервалов импульсов клеток и нервов. Исследован новый механизм функциональной регуляции ионной проводимости каналов в зависимости

от флуктуации окружающей среды (Bezrukov S. M. et al., 1995; Pustovoit M. A. et al., 1995). Во-вторых, временная задержка и ответы системной нервной регуляции могут быть причиной  $1/f$ -модуляций, например флуктуации сердечного ритма и кровяного давления (Musha T., Yamamoto M., 1995).

Изучены  $1/f$ -флуктуации нейронной активности нервной системы во время регистрации быстрых движений глаз кошек в период сна. Этот феномен наблюдался в обширной области мозга, такой как ретикулярная формация, таламус, церебральный кортекс, гиппокамп. Предполагают существование глобальной модулирующей системы в мозге с участием серотониноэргетики и холиноэргетики (Yamamoto M., 1995). Развитие автономной нервной системы плода выглядит так, что большую роль играют  $1/f$ -и  $1/f^2$ -спектры сердцебиений плода, варьирующиеся на частотах ниже 0,05 Гц, которые поддерживают отношения парасимпатической и/или симпатической нервных систем и описывают процесс роста и взросления (Shono H. et al., 1995).

Экспериментальные данные указывают на присутствие в спектре интервалов сердцебиений в частотах  $10^{-4} - 10^{-5}$  Гц. Каждый интервал сердечных сокращений имеет тенденцию быть некоррелированным с другими наблюдениями в течение 3 – 24 часов. Это может быть причиной  $1/f$ -спектрального профиля хотя величина спектральной плотности для частот ниже  $10^{-5}$  Гц не значима; наибольшие значения спектра указывают на ультранизкие частоты, что указывает на включение интервалов сердечных сокращений в общие автокорреляции в течение длительного времени. Авторы приходят к выводу о необходимости проверки таких гипотез в течение многомесячных наблюдений (Yamamoto M. et al., 1995).

В то же время есть указания на внешнюю причинность таких вариаций. Изучение динамики сердечного ритма –  $R$ - $R$ -интервала человека в зависимости от геофизических и метеорологических условий выявило корреляции индекса централизации и амплитуды респираторной волны кардиоритма с атмосферным давлением и геомагнитной активностью подтверждает такие предположения (Smirnova N. A., Augustinaite E. E., 1995). Исследование статистических свойств сердечного ритма на основе клинических данных о сердечной патологии показало возрастание абсолютной величины  $1/f^n$  у кардиальных больных (Ulbikas J. et al., 1995). В связи с этим корреляции показателей дыхательной и сердечно-сосудистой систем с ионосферными параметрами, приводимые ниже в настоящей работе, выглядят совершенно естественными.

## **Глава 3**

### **Системно-статистический подход к исследованию биоритмов и ритмов внешней среды**

#### **3.1. Системный подход и синергетика**

Исследование множества свойств различных явлений привело естествоиспытателей к необходимости системного подхода. Необходимость такого подхода при изучении целостного организма ощущалась исследователями давно. Термин «система» употребляется в том случае, когда подразумевается собранная вместе совокупность, упорядоченная и организованная, без четкого критерия объединения, упорядоченности, организованности. Системный подход исследований – следствие перемены теоретического подхода к пониманию изучаемых объектов (Эшби У. Р., 1969; Анохин П. К., 1973).

В литературе приводится много определений системы. Одно из них звучит так: система – комплекс избирательно вовлеченных компонентов, у которых взаимодействие и взаимоотношения приобретают характер взаимосодействия компонентов на получение фокусированного полезного результата. Результат функциональной системы является ее неотъемлемой частью (Анохин П. К., 1973). Функциональная система – единица интеграции целого организма, складывающаяся динамически для достижения любой его приспособительной деятельности и всегда на основе циклических взаимоотношений избирательно объединяющая специальные центрально-периферические образования (Анохин П. К., 1980).

Системный подход в медицине и биологии определяется через свойства и признаки самой системы, которые включают в себя: 1) комплекс взаимосвязанных элементов; 2) существование особого единства с окружающей средой; 3) вхождение исследуемой системы в качестве элемента более высокого порядка (органы, ткани, целостный организм); 4) возможность рассмотрения элементов изучаемой системы в качестве системы более низкого порядка (Петленко В. П., Попов А. С., 1978).

Таким образом, в нашем случае интересен вопрос воздействия космогелиогеофизических факторов на внутреннее взаимодействие (самоорганизацию) элементов функциональной биосистемы. В настоящее время проблему самоорганизации стали относить к разделу новой дисциплины – синергетики. Выдающуюся роль в возникновении теории самоорганизации сыграли труды В. И. Вернадского (1975; 1980). Английский кибернетик У. Р. Эшби (1969) опубликовал одним из первых принципы самоорганизующейся динамической системы с определением самоорганизующейся системы. Ранее, в 1954 г., Б. Фэрли и У. Кларк определили ее в качестве «системы, изменяющей свои основные структуры в зависимости от опыта и окружения» (Герович В. А., 1994).

По У. Р. Эшби (1969) – самоорганизация равносильна спонтанному изменению организации, механизм – выявление своеобразных «скрытых» переменных с открытием строгого детерминизма системы. В общих чертах самоорганизация характеризуется обобщенными свойствами. 1-е свойство – самоорганизация как самостоятельное повышение организованности структуры системы: описывает изменение внутренних связей системы; оценивается в шкале «низкая – высокая организованность» независимо (в общем случае) от внешних критериев. Присуща самосвязующимся системам. 2-е свойство – самоорганизация как самостоятельное улучшение организации поведения системы: описывает изменение внешних связей системы (со средой); оценивается в шкале «плохая – хорошая организация» независимо (в



общем случае) от внутреннего механизма ее достижения; синоним «самообучения». Присуща обучающимся системам.

В синергетике дефиниция самоорганизации другая. «Организация» здесь не описывает поведение, а лишь характеризует внутреннюю структуру с точки зрения ее упорядоченности. «Самостоятельность» выражается в спонтанности возникающей организации, в отсутствии единого управляющего органа. Самоорганизацию обеспечивает синергетический механизм локальных самообращенных взаимодействий элементов системы. Существует смешанная модель самоорганизации, основанная на кибернетических и синергетических представлениях. Здесь цель самообучения достигается посредством синергетического механизма. Обратная связь со средой служит источником информации (Герович В. А., 1994). С появлением синергетики появилась возможность исследования биопроцессов самоорганизации и самореорганизации сложнейших целостных биосистем (Каган М. С., 1996).

Термин «синергетика» подчеркивает основную роль коллективных, корреляционно-кооперативных взаимодействий в возникновении и функционировании явлений самоорганизации в различных открытых системах, в нашем случае – организма и его подсистем при рассмотрении человека в качестве части геокосмического пространства.

Цели изучения системы заключаются в исследовании ее функционирования в целом и управления ею внешними и внутренними факторами. Подобными задачами занимается системный анализ. Наиболее близки к системному подходу такие области, как исследования методами многомерной статистики и оптимизация. В нашей работе за определение системы принято следующее: система – множество элементов, характеризующихся связями друг с другом и дополнительным свойством – функцией, не совпадающей или не характеризующейся ни одним из свойств отдельного ее элемента (Губанов В. А., 1988).

## 3.2. Оптимизация параметров биосистем

Понятие гармонии и оптимизации включает в себя проблему пропорционального деления отрезка – вопрос «золотого сечения». Принципам «золотого сечения» подчиняются параметры гемодинамики, выделительная функция почек, организация генотипа, фенотипические способности к реагированию и суточному ритму, модификационная изменчивость стереотипа биоритмов и реактивности, что связано с ГМП, гравитацией, многообразными связями с окружающей средой (Суббота А. Г., 1994).

Направление развития науки от многочисленных фактов и законов имеет тенденцию к централизации и сведению к нескольким или одному закону. Для естественных наук в центре стоит принцип оптимальности (экстремальности) – утверждение о минимуме (или максимуме) некоторой величины (функционала или целевой функции). Это обстоятельство не случайно, у вариационного принципа экстремума нет соперников (Голицин Г. А., Петров В. М., 1990).

Основные проблемы оптимальности организации биологических систем изложены в ряде работ (Розен Р., 1976; Розен В. В., 1982). Проблема сводится к поиску функционала системы, экстремум которого соответствует поставленной задаче. А задача заключается в соответствии теории и данных физиологических исследований при различных функциональных состояниях, когда оптимальные параметры биосистемы доставляют экстремум определенного функционала (Образцов И. Ф., Ханин М. А., 1989; Лушнов М. С., 19956; 19976).

В работах, посвященных биооптимальности, применяются самые различные критерии, например минимума гемодинамических параметров (Cohn D., 1954; 1955), минимума потребления энергии физиологическими системами (Ханин М. А. с соавт., 1978), а также более сложные критерии (Fisher R. A., 1930; Yamashiro S. M., Grodins F. S., 1971). Можно утверждать, что многие законы науки имеют экстремальную форму (Полак Л. С., 1960).

Идея оптимальности, экономии соответствует давнему представлению о совершенстве и целесообразности живой природы (Рашевски Н., 1968). Развивая эти положения, Р. Розен (1976) сумел вывести из этого принципа такие физиологические константы, как оптимальные радиусы и углы ветвления артерий, размеры и форма эритроцитов. Выведен ряд закономерностей: параметры систем дыхания и кровообращения, реакции систем в условиях нормы и патологии, концентрация эритроцитов в крови также оптимальны (Ханин М. А. с соавт., 1978). Из этих принципов выводится целостность работы мозга, объясняющая целый ряд качественных результатов: передачу нервных импульсов, память, восприятие, подсознание, эмоции и интеллект, поведенческие функции организма (Емельянов-Ярославский Л. Б., 1974). При этом принцип экономии энергии совсем не является универсальным, а почти всегда сопровождается дополнительными условиями нормального функционирования физиологических систем (Бать О. Г., Ханин М. А., 1984) или нужд выживания (Розен Р., 1976).

В термине «адаптация» различают два разных смысла: приспособление живого существа к условиям окружающей среды, а при исследовании адаптации рецепторов имеется в виду просто привыкание рецепторов к раздражителю. Полная адаптация вида к условиям среды является равновесным состоянием. Если на организм воздействуют два разных стимула с переключением с одного на другой, то сам он будет поддерживать «автоколебания» с оптимальной частотой. Одним из наиболее интересных следствий автоколебательного характера поведения является «эффект границы», так как граница наиболее информативна (Голицин Г. А., Петров В. М., 1990).

Подавляющее большинство процессов протекают симметрично в правом и левом полушариях. Однако левое полушарие – средоточие рефлексивной и речевой функций, правое – интуитивно-чувственных функций, образного освоения мира, эмоций. Эти последствия специализации для межчеловеческих отношений очень важны (Иванов В. В., 1978). Одно из

таких важных последствий для социально-психологической жизни общества заключается в том, что наблюдаются периодические колебательные процессы между господством настроений, типичных для доминирования то левого полушария (20–25 лет), то правого (тоже 20–25 лет) (Маслов С. Ю., 1979; 1983). Такие циклы прослежены строго количественно на материале социально-психологического «климата» общества, а также на материале тех сфер, которые подвержены сильному влиянию этого «климата»: архитектуры, стиля музыки. Причем эти циклы приблизительно совпадают по длительности с одним из основных периодов солнечной активности (22 года).

### **3.3. Функциональное состояние и системный подход в физиологии**

М. В. Фролов (1987) определяет функциональное состояние (ФС) как результат взаимодействия внешней среды и исходных свойств субъекта. Иначе, ФС – совокупность признаков, свойств, функций и качеств субъекта, которые прямо или косвенно характеризуют ту или иную деятельность.

При наличии информации о закономерностях формирования ФС можно использовать свойства состояний с целью их корректировки в нужном направлении. Проблема определения ФС остается актуальной и по настоящее время. Однако до сих пор в дефинициях ФС существуют разночтения. Недостаточно разработаны единые теоретические позиции исследования ФС. На наш взгляд продуктивным могут оказаться системный подход и синергетика. С иерархических позиций рассматриваются комплексы механизмов гомеостаза, функционирующие в оптимальных пределах для различных условий жизнедеятельности. С позиций системного подхода реализация действий (управления) осуществляется функциональной системой на основе системообразующих факторов. Для биологической системы такой основой является конкретный результат ее деятельности (Ухтомский А. А., 1923; 1950; Анохин П. К., 1973; Фролов Б. С., 1987).

Один из механизмов, обуславливающих измерение психических и физиологических функций организма, известен как стресс-реакция или стресс-синдром (Кокс Т., 1981; Бестужев-Лада И. В., 1982; Каспин В. И. с соавт., 1982). Изменение функций организма в соответствии с механизмом стресс-реакции происходит в ответ на действие достаточного по силе стимула (Селье Г., 1960). «Стресс есть неспецифический ответ организма на любое предъявленное ему требование» в определенной последовательности (Фресс Н., Пиаже Ж., 1970).

Синергетика позволяет выявлять общность закономерностей развития объектов различной природы и уровней организации. Обнаруженное синергетикой сходство закономерностей, описывающих процессы в самых различных областях знаний, позволяет говорить о структурном изоморфизме процессов самоорганизации любых систем (Герд А. С., Коротков В. И., 1996). Сложность и неоднозначность биосферно-космических явлений требует обращения к новому системно-методологическому подходу. Системный подход базируется на средствах, сложившихся в междисциплинарных направлениях анализа данных и распознавания образов, включая секвентивный, кластерный, дискриминантный, бифуркационный методы (Ковалевский И. В., Ковалевская Е. И., 1996).

Серьезное исследование указанных проблем, на наш взгляд, в настоящее время представляется невозможным без комплексного информационно-статистического подхода, включающего непрерывный динамический мониторинг всего комплекса факторов окружающей среды с хранением и архивированием в компьютерных базах данных физиологических и психологических параметров с целью оценки динамики ФС организма (Лушнов М. С., 1997а; 1997б).

При оценке функционального состояния необходимо учитывать ряд научно-практических положений, важных при исследовании здорового и особенно больного человека: 1) человек рассматривается в качестве биологической системы в положении устойчивого или неустойчивого равновесия в зависимости от его функционального состояния (Чижевский А. Л., 1976); 2) отдельные свойства функций человека оцениваются посредством оптимизационных приемов, основанных на физиологических представлениях оптимальности и лабильности течения процессов организма (Ухтомский А. А., 1950; Шанин Ю. Н. с соавт., 1978); 3) функциональное состояние дифференцируется качественно и/или количественно по нескольким шкалам одновременно (Генкин А. А., Медведев В. И., 1973); 4) оцениваются свойства целевой функции, обуславливающей функциональное состояние прямо или косвенно (Медведев В. И., 1970); 5)

учитывается иерархическая совокупность результатов адаптации и гомеостаза в случае взаимодействия между собой физиологических подсистем (Симонов П. В., 1981); 6) при моделировании ФС учитывается учение о стресс-реакции и стресс-синдроме (Селье Г., 1960).

Получение интегральных критериев, описывающих системные реакции человека при адаптации к внешним условиям, является одним из важнейших условий изучения ФС организма.

### 3.4. Критериальные функции и функционалы биосистем. Множественные корреляции

Среди множества оптимизационных методов встречается довольно ограниченное число методик, способных давать индивидуальные статистические функциональные оценки системы (функционального множества биологических системных параметров). Одна из методик, примененная нами, позволила получить корреляционные системные оценки. Биологический смысл таких моделей основан на представлениях, сформулированных Ю. Н. Шаниным с соавторами (1978) о максимуме корреляционных связей в норме и различной степени их разбалансировки в патологии.

Для всей выборки биосистемы строится корреляционная матрица, которая подвергается специальному преобразованию с использованием процедуры ветвей и границ с выбором оптимального подмножества признаков и оценкой для каждого пациента критериальной функции (КФ) (Narenda P. M., Fukunaga K., 1977). Метод основан на оценке некоторой монотонной функции – КФ от какого-либо биологического множества ( $A$ ), такой, что если существуют два подмножества  $A_i$  и  $A_j$ , причем  $A_i$  содержится в  $A_j$ , тогда:  $C(A_i) < C(A_j)$  или  $C(A_i) = C(A_j)$  – что и означает свойство монотонности. Алгоритм построен на вычислении максимальной КФ на основе определенной квадратической формы и на поиске наибольшего набора из  $n$  переменных, максимизирующего КФ для всего подмножества, содержащего  $m$  признаков. КФ вычисляется через квадратическую форму:  $C(A_m) = (X_m^T)S_m^{-1}(X_m)$ , где  $A_m$  – набор  $m$  переменных,  $X_m$  – вектор переменных (набор биопараметров – функциональная система конкретного индивида) и  $S_m$  – симметричная положительно определенная корреляционная матрица размера  $m \times m$ ; символ  $X_m^T$  означает операцию транспонирования вектора,  $S_m^{-1}$  – операцию вычисления обратной матрицы. Такой класс КФ называют расстояниями Махаланобиса и критериями Фишера.

Эти статистические оценки полностью покрывают (характеризуют) всю исследуемую функциональную систему по определению M. S. Ridout (1988) и являются индивидуальными системными показателями. Они отражают системную организацию и указывают на различную степень закоррелированности (управляемости), гибкости ее реагирования и адаптивности. Таким образом, можно оценить место в динамике системы каждого пациента в течение многолетнего периода исследований. Такие показатели также можно включать в набор независимых параметров при вычислениях множественных корреляций (МК) в качестве самостоятельных параметров. Динамика функционала биопараметров, описываемого ниже, или КФ, вычисленные на основе «внутренних» корреляций элементов биосистемы, может обнаружить определенную синхронность смещения всей системы регуляции с воздействующими факторами, переход ее на новый уровень функционирования. Это указывает на возможность существенных межсистемных регуляторных сдвигов, что может привести к системному дисбалансу ФС организма от воздействия ионосферы, ГМП, КЛ, СА, приливообразующего потенциала.

Другим системным статистическим методом описания ФС биосистем может служить определенная суммарная оценка – функционал. Он способен описать совокупность признаков нескольких биологических объектов (определенной статистической выборки) в некоторый момент времени. Алгоритм его вычисления изложен ниже.

Кратко суть его заключается в следующем. Производится поиск разбиения множества объектов (лейкограммы, биохимических параметров, системы ферментов, ионов сыворотки крови) на непересекающиеся классы – наборы функциональной подсистемы биологических параметров (например, лейкограммы: лейкоцитов, базофилов, моноцитов и так далее), дающего локальный максимум функционалу – сумме «внутренних» корреляционных связей за вычетом некоторого порогового значения (Миркин Б. Г., 1974; Куперштох В. Л. с соавт., 1976).

Производится поиск разбиения  $R = (R_1, R_2, \dots, R_M)$  множества объектов (лейкограммы, биохимических параметров, системы ферментов, ионов сыворотки крови) на непересекающиеся классы – наборы функциональной подсистемы биологических параметров (например, лейкограммы: лейкоцитов, базофилов, моноцитов и так далее)  $R_1, R_2, \dots, R_M$  ( $M = 1$  или  $M > 1$ ), дающего локальный максимум функционалу  $F$  – сумме «внутренних» корреляционных связей за вычетом некоторого порогового значения корреляций, характеризующего их существенность:

$$F(a, R) = \sum_{S=1}^M \sum_{i,j \in R_S} (a_{ij} - a),$$

где  $a$  – порог существенности связей (при  $a_{ij} > a$  связь существенна между объектами  $i$  и  $j$ , при  $a_{ij} < a$  – связь несущественна),  $a_{ij}$  – показатель связи между  $i$ -м и  $j$ -м объектами ( $a_{ij} = a_{ji}$ ,  $a_{ii}$  – не исследуются и не рассматриваются), выражение  $i, j \in R_S$  означает принадлежность элемента  $a_{ij}$  к множеству  $R_S$  (Миркин Б. Г., 1974; Куперштох В. Л. с соавт., 1976).

Таким образом, два приведенных здесь способа моделирования способны адекватно описать биологические системы, поскольку содержат основные ее признаки: множество элементов, характеризующихся в данном случае корреляционными связями друг с другом и дополнительным свойством – функцией или функционалом, не совпадающими или не характеризующимися ни одним из свойств отдельного элемента системы (Губанов В. А. с соавт., 1988). Поэтому они являются системными. Кроме того, они способны одновременно быть индикаторами функционального состояния биосистемы, так как КФ и функционал способны описать результат взаимодействия внешней среды и исходных корреляционных свойств субъектов через совокупность признаков, динамику их функций и качеств, которые прямо или косвенно характеризуют исследуемую деятельность – адаптацию (Фролов М. В., 1987).

Кроме двух вышеприведенных статистических методов исследования широко применяются физиологически обоснованные следующие системные и межсистемные методы: множественные корреляции (BMDP-77. ..., 1977; BMDP User's ..., 1987), спектральные, авторегрессионные оценки (Дженкинс Г., Ваттс Д., 1971; 1972; Бокс Дж., Дженкинс Г., 1974; Buchman J., Schulten K., 1986), таксономии и классификации (Жирмунская Е. А., Лосев В. С., 1984), раскраски графа динамических процессов (Зыков А. А., 1969; Гладких Б. А. с соавт., 1971; Хаткевич Л. А., 1981), а также построения логических статистических решающих правил (Загоруйко Н. Г. с соавт., 1985). Основным методом изучения статистических связей с КЛ, СА, ИП был метод множественных корреляций (МК) (Афифи А., Эйзен С., 1982; Боровиков В. П., Боровиков И. П., 1997).

Множественные корреляции (МК) вычисляются для моделей множественной линейной регрессии, что позволяет строить прогнозы при наличии достаточных уровней их значимости одного набора данных (например, совокупности медицинских параметров: лейкограммы, биохимических, ионов крови) по другому набору – геофизических. Если  $Y$  – один из медицинских системных параметров (например, количество эозинофилов лейкограммы), тогда  $X_1, X_2, \dots, X_n$  – набор системы ионосферных (независимых) показателей (например, частоты ионосферных слоев  $f_0E_S, f_0F_2$  и другие). Квадрат МК – доля дисперсии признака  $Y$ , «объясненной» регрессионной зависимостью на наборе признаков  $(x_1, x_2, \dots, x_p)$ . МК положительны по определению. При МК = 1 признак описывается линейной комбинацией независимых признаков (Афифи А., Эйзен С., 1982). МК являются максимумом значения простого коэффициента корреляции

между исследуемым множеством и переменной, то есть являются в этом смысле оптимизационной оценкой.



### 3.5. Системный подход к изучению биосферы

В последние годы специалистов, занимающихся изучением географической оболочки Земли, стали все больше привлекать такие хорошо известные свойства, как дискретность внутреннего устройства, иерархический характер масштабов структурных единиц и связей между ними, а также синергетический колебательный характер переработки энергии в географических и биосистемах (Лушнов М. С. с соавт., 1995). Направление исследований этих свойств можно характеризовать как системную ориентацию (Арманд А. Д., 1988; Басин М. А., 1996).

Одна из важнейших проблем современной науки – выявление законов самоорганизации и эволюции (саморегуляции) сложных динамических систем различной природы (неживой, биологической и социальной) (Дегтярев Г. М. с соавт., 1991). Обнаружены неизвестные ранее закономерности проявления симметрии. Эта закономерность опирается на такие общие свойства открытых динамических систем, как иерархичность, автомодельность и колебательный характер переработки энергий. Она заключается в инвариантности системных связей пространственных и временных масштабов процессов самоорганизации и саморегуляции, проявляющейся в виде сопряженных самоорганизованных структур и бинарных сигналов саморегуляции.

Под саморегуляцией понимается функционирование определенной структуры (системы), при котором идет переработка потоков энергии, массы и информации путем возбуждения сопряженных колебательных и волновых процессов (Дегтярев Г. М. с соавт., 1990). Под понятием гомологичной саморегуляции имеется в виду адаптация, подстройка, эволюционирование, гомеостаз, жизнь.

Базовым свойством биосферы как системы взаимодействия организмов с неживой природой является организованность – совокупность иерархически, ассоциативно и субординационно соотнесенных между собой уровней самоорганизации (организменного, популяционно-видового, биосферного), каждый из которых обладает собственными целостными элементарными единицами функционирования – самоорганизации (циклы, пространственно-временные ряды) (Задде И. Н., 1996). Гомеостаз человека основан на циклическом взаимодействии иерархической многоуровневой регуляторной системы жизнеобеспечения от клеточного уровня до целостного организма и синхронизирован с внешними циклами – временами года, фазами Луны, суточными фазами (Алдонин Г. М., 1996; Бинги В. Н., 1996; Мартынюк В. С., 1996). Обнаружены общие закономерности в частотных характеристиках колебательных систем (Фролов К. В., 1987), в распределениях размеров различных представителей органического мира (Численко Л. Л., 1981).

Синергетика представляет собой подход к изучению кризисов, нестабильности, к созданию средств управления ими. Она ориентирована на поиски принципов самоорганизации сложных природных и социальных систем, представляет собой трансдисциплинарное научное направление с развитием горизонтальных кросс-профессиональных коммуникаций. Синергетическая парадигма по И. Пригожину предоставляет большие возможности для развития социосинергетики и гомосинергетики (Соколов В. Е., Шилов И. А., 1989; Аршинов В. И., Князева Е. Н., 1996). Синергетические методики позволили сформулировать гипотезу о существовании нового типа резонансного взаимодействия сложных структур и систем с окружающими их полями (Баранец А. Н. с соавт., 1989). Важная роль в разработке таких проблем принадлежит статистике, системным и комплексным подходам к прикладным задачам всюду, где требуются сбор и интерпретация данных (Marquardt D. W., 1963; Милюкас В. Ю., 1969).

## Глава 4

### Механизмы воздействия космогелиогеофизических факторов на системы организма

#### 4.1. Некоторые механизмы влияния космогеофизических факторов на биофизические и биохимические системы

Необходимо отметить, что флуктуациям подвержены элементы неживой и живой природы. Так, Дж. Пиккарди (1967) на основе многолетних наблюдений за периодическими химическими реакциями гидролиза хлористого висмута пришел к выводу о связи с периодичностью СА. Он провел исследования по влиянию ГМП на реакцию хлористого висмута, изучал 11-летние циклы, годовой ход, 27-суточную периодику, суточные вариации, широтную зависимость (Tromp S. W., 1975), синхронность и влияние высоты местности над уровнем моря, атмосферного давления, температуры окружающей среды, солнечных вспышек, ЭМП различных параметров, ультрафиолетовых излучений, рентгеновских лучей, видимого света (Becker R. O., 1963).

В водных средах благодаря кооперативности постоянно возникают и разрушаются системы водородных связей. Наиболее приемлемая и допустимая гипотеза (Кисловский Л. Д., 1971; 1982) гласит о «чувствительности» водных систем к энергетически слабым воздействиям, которое обеспечивается кооперативностью, возможностью существования в воде метастабильных неравновесных, но сравнительно долго живущих структур. В биосистемах каждый составной элемент пребывает в постоянном и неразрывном взаимодействии друг с другом, определяющем динамику поведения целостной системы, механизмы саморегуляции и управления. Биологическая кинетика характеризуется определенными особенностями: переменными выступают концентрации, изменяемые во времени и пространстве, наличие специальных механизмов обратной связи, возможность участия других признаков и свойств в биорегуляции. Управление может осуществляться по принципу триггера, заключающемуся в способности переключаться из одного режима в другой, при наличии устойчивых стационарных состояний и переходов между ними (Рубин А. Б., 1994).

Существенно влияют на биологические процессы электромагнитные свойства биомолекул, свободных радикалов (включая неорганические), белков и ферментов и вообще взаимодействие их с ионизирующими и неионизирующими излучениями, в число которых входят и космические лучи, и солнечные излучения, и факторы ионосферы. Электромагнитные излучения представляют собой диапазон длин волн от км-радиоволн до  $10^{-12}$  м и менее (жесткое  $\gamma$ -излучение) (рис. 4.1).

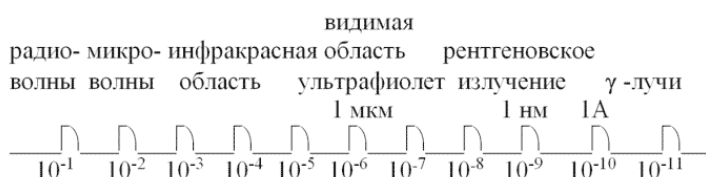


Рис. 4.1. Электромагнитные излучения, наблюдаемые в природе

Тканевое дыхание сопряжено с окислительным фосфорилированием внутри митохондриальной мембраны, благодаря которой возникает движущая сила – протонный градиент. Таким образом, воздействие квантов энергии ЭМП извне, реагирующих с электронами или протонами через изменение состояния аденозинтрифосфата или других переносчиков заряженных частиц или ферментных белков, что сопровождается регулирующими биологическими воздействиями, изменениями скорости метаболизма (Бышевский А. Ш., Терсенов О. А., 1994). Для различных ферментных реакций с участием переноса электронов существуют области значений параметров, в которых происходят незатухающие колебания переменных – квазистационарные концентрации (Сельков Е. Е., 1977). В механизме же развития лучевого поражения центральное место принадлежит повреждению структур ДНК. Однако повреждение гамма-квантом или вторичным окисляющим радикалом не исключает вероятности успешной репарации структуры ДНК за счет комплементарной цепи, что может сопровождаться активацией соответствующих ферментативных систем (Иванов И. И. с соавт., 1969).

Динамика взаимодействия квантовых полей и частиц определяется основным законом физики – принципом наименьшего действия, величина действия экстремальна. Все превращения в КЛ, вещества протекают по этим принципам. В ЭМП электроны изменяются по-разному в зависимости от спина: от аннигиляции до испускания  $\gamma$ -квантов. Имеет место взаимопревращения нуклонов (протонов и нейтронов) с рождением кванта-бозона или  $\pi$ -мезонов, которые имеют резонансный характер в критическом состоянии с нулевой энергией перехода (Мигдал А. Б., 1977; Леонов А. И., 1995).

Один из возможных механизмов взаимодействия природных ЭМП с организмом человека основан на резонансно-полевым механизме (Дубров А. П., 1974). Это положение согласуется с квантовыми состояниями рецепторов и их взаимодействием с ЭМП, несущим биологически значимую информацию (Пресман А. С., 1963; 1968; Музалевская Н. И., 1971; 1978; 1982; Музалевская Н. И. с соавт., 1984; Мансуров Г. С., 1984; Ярошенко А. А., Коновалова Л. М., 1984). МП поля обладают высокой биотропностью (Becker R. O., 1963; Bhashara Rao D. S. Srivastava V. I., 1970), в том числе геомагнитные (Шульц Н. А., 1964; Кайбышев М. С., 1969; Каравай А. Ф., 1970; Марченко В. И., 1971; Кисловский Л. Д., 1971; 1982; 1984а; 1984б; Ковальчук А. В., 1972; 1977; Ягодинский В. Н., 1975; Новикова К. Ф., 1983; Фильченков В. М. с соавт., 1984; Абдурахманов А. Б., 1994).

Сверхслабые взаимодействия соотносят с квантовыми эффектами, в основе которых как раз и лежат магнитно-резонансные явления. С системных позиций они намного меньше шумов «на хвостах» статистических распределений, передаточная функция их – релейная, триггерная, предсказуема, статистически синтезируема. При сверхслабых воздействиях реакция стимула определяется в решающей степени свойствами самой системы (Коган И. М., 1993). В литературе имеются сведения о влиянии динамики космических процессов на биосферу, эволюцию организмов, зависимость организма от двух реализуемых программ: внутренней, основанной на солитонно-голографической организации, и внешнесредовой. Сдвиги параметров физических полей могут менять ФС организмов, влияя на физико-химические свойства молекул организма, через механизмы ЯМР, активность ферментов, скорость биохимических реакций, структуру и транспортные свойства клеточных мембран, активность электро- и хемоправляемых ионных каналов, экспрессию (проявление) генов, клеточных рецепторов, возбудимость нейронов и через них на конституцию человека (Семеняня И. Н., 1995; Бинги В. Н., 1996; Бортникова Г. И., Мавлянов И. Р., 1996).

В биохимии существует закон Гесса, который является следствием 1-го начала термодинамики: приращение энтальпии (внутренней энергии) при образовании заданных продуктов из данных химических соединений при постоянном давлении не зависит от количества и вида химических превращений, в результате которых образуются эти вещества (Ершов Ю. А. с соавт., 1993). Однако закон не учитывает, например, флуктуаций давления внутри биологиче-

ских сред, называемых кавитацией и вызываемых такими внешними воздействиями как ультразвуковые, магнитные, высокочастотные, световые воздействия (Зубрилов С. П., 1989). В итоге мы имеем значительно больше факторов и эффектов от их воздействия, чем первоначально изучаемый внешний параметр и подразумеваемый ответ биосистемы. Известна зависимость свойств белков от их конформационного состояния. Конформации белков складываются из локальных микроинформационных смещений отдельных атомных групп, приводящих к перестройкам всей конструкции белка. Например, процесс достижения конечной равновесной конформации гемоглобина проходит через последовательные энергетические стадии релаксаций исходной дезоксиформы. Эти сведения получены при помощи люминесцентных и парамагнитных способов. Такие свойства используют в методах радиоспектрометрии, которые состоят в основном из электронного парамагнитного резонанса и ядерно-магнитного резонанса (ЯМР). Электроны и ядра атомов характеризуются магнитным моментом – спином. Взаимодействие ПемП с системой ядерных спинов в постоянном МП называют ЯМР (Физико-химические..., 1988).

Одним из основных механизмов воздействия космогелиогеофизических параметров может быть также явление электронного парамагнитного резонанса – резонансное поглощение энергии электромагнитных колебаний в сантиметровом или миллиметровом диапазоне волн (около 9000 МГц) веществами с парамагнитными частицами (Артюхов В. Г. с соавт., 1994; Рубин А. Б., 1994). Именно поэтому здесь приводятся результаты исследований воздействия плотности потока солнечного радиоизлучения на частоте 3000 МГц на несколько биосистем: биохимическую, ферментную, электролитный баланс крови, гематологические параметры.

Время, за которое наблюдаемая упорядоченность нарушается (ориентировка диполей), называется временем релаксации. Релаксация молекул – интегральный феномен. На ее параметры влияют физические характеристики ЭМП, геометрия, размеры, концентрация молекул, границы раздела сред. В жидкостях взаимодействие определяется процессами релаксации, при этом предполагается полярная природа молекул с электрическим дипольным моментом. При воздействии на жидкость ЭМП молекула вращается с установлением оси диполя по направлению этого поля (Антипов В. В. с соавт., 1980).

## 4.2. Механизмы ядерно-магнитного резонанса

ЭМИ описываются длиной волны  $\lambda$  и энергией  $E$ , связанными формулой посредством постоянной Планка  $h$ :  $E = h(c/\lambda)$ .

Причем частота:  $\nu = c/\lambda$ .

Падающая  $I$  и прошедшая  $I_0$  интенсивность ЭМИ, то есть число квантов, проходящее через единицу площади в единицу времени, связаны законом Бугера – Ламберта – Бэра формулой:

$$\lg(I/I_0) = \varepsilon c l,$$

где  $l$  – толщина слоя раствора,  $c$  – его концентрация,  $\varepsilon$  – мольный коэффициент погашения – мера интенсивности поглощения.

Облучение веществ радиоволнами вызывает переориентацию спинов электронов, инфракрасные волны – колебания атомов относительно связей. Ультрафиолетовая и видимая часть спектра приводят к переходам электронов наружных уровней с одной орбитали на другую, внешнюю. Взаимодействие радиоволн с веществом изучают при помощи спектроскопии ядерно-магнитного резонанса. Эти методы точны и объективны. Излучения более жесткие, чем ультрафиолетовые, вызывают необратимые изменения структуры вещества.

Многие атомы имеют собственный момент количества движения –  $I(h/2\pi)$ , где  $h$  – постоянная Планка,  $\pi$  – спиновое квантовое число, принимающее только дискретные целые, полуцелые или нулевые значения. Ядра с  $I \neq 0$  обладают магнитным моментом  $\mu$ , который связан со спиновым числом  $I$  через гиромагнитное отношение  $\gamma$ :  $\mu = \gamma I(h/2\pi)$ .

Если массовое число нечетное, ядро имеет полуцелый спин. К такому типу относятся наиболее распространенные в живой природе химические элементы: 1

## **Конец ознакомительного фрагмента.**

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на ЛитРес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.