

МЕТОД НЕРАВНОВЕСНОЙ ДИНАМИКИ АНАЛИЗА ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫХ СТРУКТУР АТМОСФЕРЫ, ОБУСЛОВЛЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЯМИ РАДИАЦИОННОГО РЕЖИМА

В.М. Сомсиков, К.Е. Нургалиева.

Департамент «Институт ионосферы» АО «НЦКИТ», Алматы, Казахстан

Методом фазовых портретов проведен анализ экспериментальных данных возмущений ионосферы и вариации магнитного поля Земли. Рассчитывалась размерность вложения регистрируемого сигнала. Согласно предварительным результатам анализа, наблюдаемый процесс носит детерминированный характер, так как имеет конечную размерность вложения.

Основным методом описания динамических процессов в атмосфере, используемым для первичного анализа экспериментальных данных, является спектральный метод. Его использование позволяет выявить волновые возмущения в атмосфере, вызванные тем или иным источником. Но неравновесные эффекты в атмосфере, обусловленные взаимодействием солнечной радиации с атмосферным газом обусловлены нелинейными процессами. Поэтому они могут носить сложный характер, обусловленный нелинейным взаимодействием различных мод. Для выявления и анализа механизмов таких возмущений линейные методы можно использовать только в качестве первичного анализа. Но если регистрируемый сигнал носит характер детерминированного хаоса, то спектральный метод оказывается непригодным. Действительно, в этом случае спектральная обработка сигнала, имеющего вид детерминированного хаоса, даст непрерывный спектр, характерный для спектра белого шума. В этом случае необходимо использовать сравнительно недавно разработанные методы неравновесной динамики.

Особенность методов неравновесной динамики состоит в том, что они позволяют определять размерность фазового пространства, соответствующего уравнениям, описывающим механизм возбуждения регистрируемого сигнала. Это так называемая размерность вложения. Тем самым можно будет выделить детерминированный сигнал, который при анализе спектральным методом

имеет вид белого шума. К развитым методам анализа динамического хаоса относятся, например, такие методы как метод Такенса и метод Грнсбергера и Прокачия. [1].

В данной работе для анализа экспериментальных данных наблюдений волновой структуры ионосферы и вариаций магнитного поля земли в переходные часы суток был использован метод фазовых портретов. Это так называемая процедура Такенса [2], позволяющая определить наличие детерминированных структур в регистрируемом сигнале и найти их размерность вложения. Для этого использовались записи вариаций электронной концентрации ионосферы и вариации магнитного поля Земли, полученные в Департаменте «Институт ионосферы» АО «НЦКИТ» г. Алматы за периоды с 01.04.08 г. по 12.04.08 г.

Данные наблюдений разбивались на группы ночных, вечерних, утренних и дневных реализаций длительностью примерно 4 часа и отфильтровывались низкие частоты до двух часов. В качестве интервала по времени τ использовался минимальный интервал по регистрации сигнала, что связано с характером наблюдений. Поскольку длина реализации и период наблюдений несколько меньше, чем требуется для построения математической модели наблюдаемого процесса, то анализ носит предварительный характер. Тем не менее, он позволяет ответить на вопрос о детерминированной природе сигнала и возможности использования данного метода для анализа процессов на ионосфер-

ных высотах. Более того, совместный анализ вариаций электронной концентрации и магнитного поля, позволяют выявить взаимосвязь ионосферных процессов с изменениями геомагнитного поля. Знание такой взаимосвязи необходимо для изучения механизма динамических процессов. Полученные результаты несут в себе информацию о характере изменений, произошедших в системе в масштабах, обуславливаемых выбором τ .

Результаты показали (рисунок 1, 2), что в более 50% случаях и для магнитных и для ионосферных данных наблюдается размерность вложения $k=2$ (рисунок 1). Из этого следует, что наблюдаемый процесс является детерминированным. Наличие целого значения размерности позволяет считать, что вариации регистрируемых параметров содержат линейный гармоник спектра. Поэтому обработку данных наблюдений можно выполнять с помощью традиционного метода спектрального анализа.

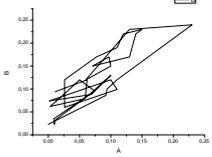
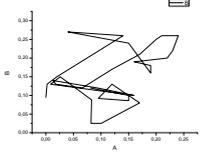
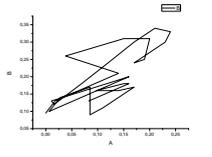
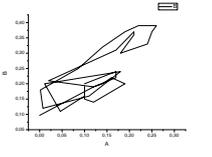
Как видно из рисунков 1, 2, в утренние часы наблюдений, как для магнитных, так и для ионосферных данных выделяется структура, имеющая размерность вложения близкую к 2. Это значит, что в эти периоды явно наблюдается периодическое возмущение синусоидального характера. Можно предположить, что источник этого возмущения одинаков. Поскольку в эти часы динамические процессы определяются солнечным терминатором [5], то это позволяет утверждать о преобладающей роли потока солнечной радиации в динамике атмосферы.

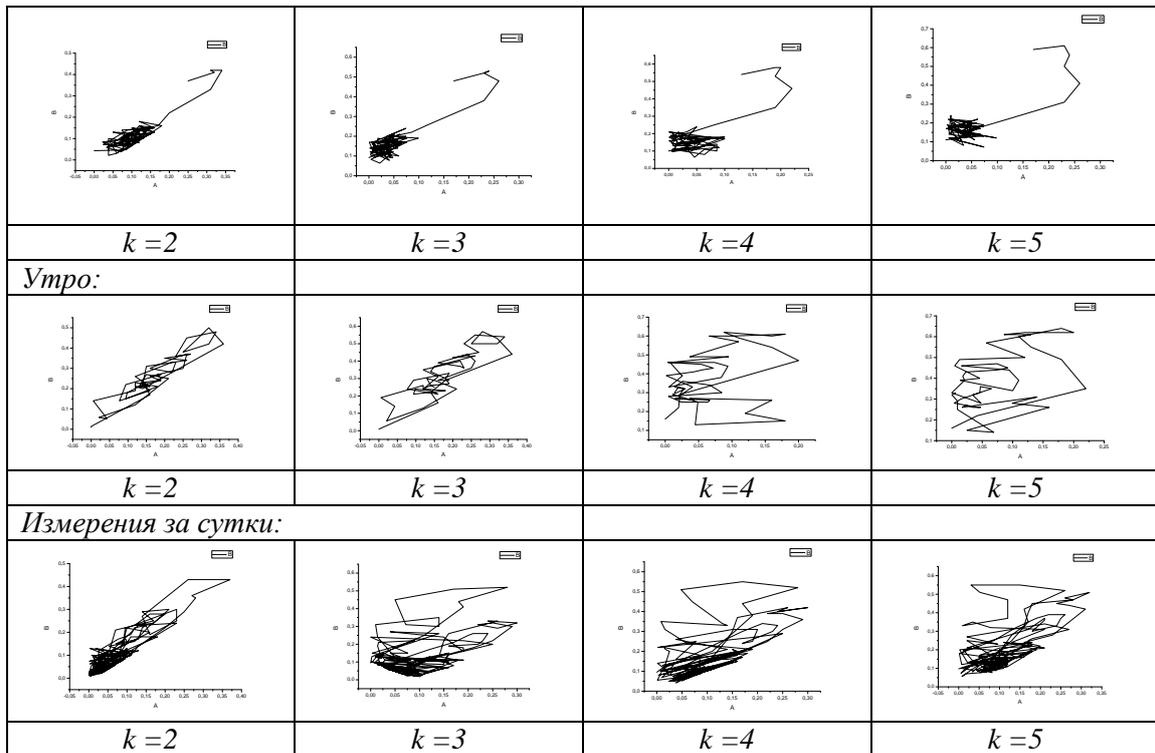
Совпадение размерностей для вариаций магнитного поля и ионосферных данных

свидетельствует об общей природе данных возмущений. Следовательно, можно утверждать, что регистрируемые вариации магнитного поля с помощью наземной установки обусловлены процессами на ионосферных высотах, либо имеют общий механизм. Этот результат находится в хорошем согласии с более ранними результатами анализа методом неравновесной динамики вариаций магнитного поля Земли и интенсивности космических лучей [3, 4].

Таким образом, результаты обработки данных при выбранном значении τ заключаются в следующем.

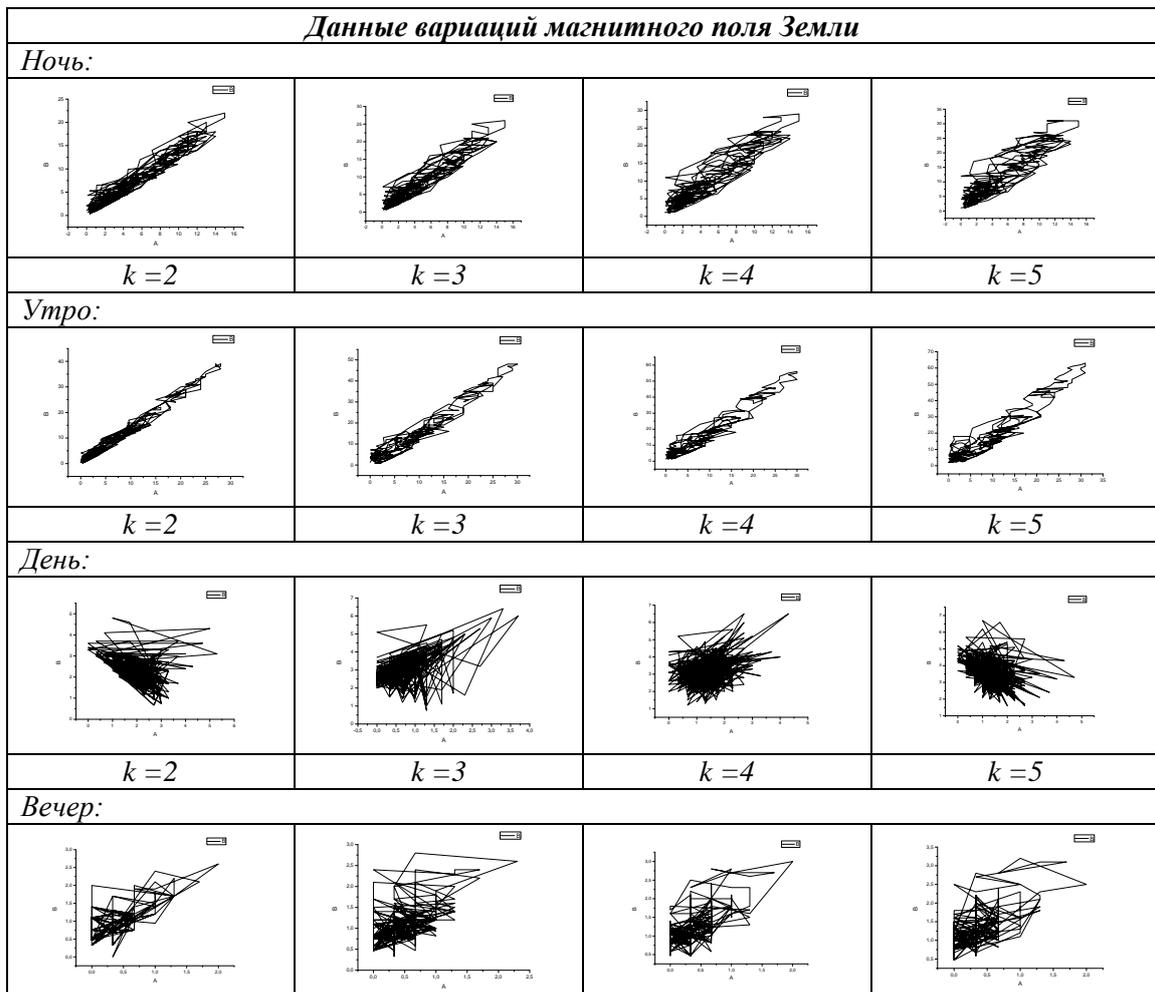
1. В утренние часы наблюдений, как для магнитных, так и для ионосферных данных выделяется структура, имеющая размерность вложения близкую к 2. Это значит, что в эти периоды явно наблюдается периодическое возмущение синусоидального характера, что объясняется их генерацией солнечным терминатором, а, значит, существенной ролью потока солнечной радиации в динамических процессах атмосферы.
2. В магнитовозмущенные периоды наблюдений структура сигнала не имеет явно выраженной размерности, что позволяет предположить ее хаотический характер.
3. Обработка суммарного ряда наблюдений за 12 суток позволяет утверждать о существенном отличии спектров волн в течение суток.

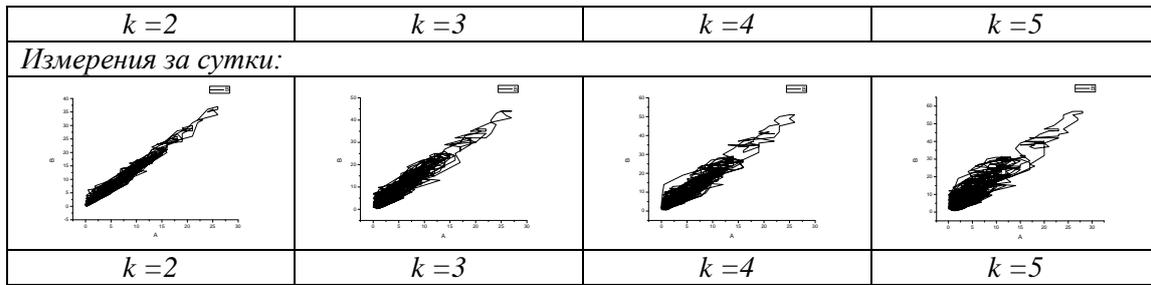
<i>Данные вариаций электронной концентрации ионосферы</i>			
<i>Вечер:</i>			
			
$k = 2$	$k = 3$	$k = 4$	$k = 5$
<i>Ночь:</i>			



k – размерность вложения вариаций электронной концентрации на ионосферных высотах. По оси абсцисс значение аргумента функции, по оси ординат значение самой функции, построенной по установленному алгоритму на основе ряда экспериментальных данных.

Рис. 1 - Фазовые портреты вариаций электронной концентрации ионосферы в апреле 2008 г.





k – размерность вложения вариаций магнитного поля. По оси абсцисс значение аргумента функции, по оси ординат значение самой функции, построенной по установленному алгоритму на основе ряда экспериментальных данных.

Рис. 2 - Фазовые портреты вариаций магнитного поля Земли в апреле 2008 г.

Литература: [1] Лоскутов А.Ю., Михайлов А.С. Введение в синергетику. М.: Наука. - 1990 - с 272; [2] Prigogine I. From the being to becoming. М.-1980- 343р.; [3].Безотосный А.А, Сомсиков В.М. Об организации структур магнитного поля земли во время магнитных бурь. Изв. МН-АН РК, сер.физ., 4. 1996, с.81-86;. [4].Безотосный, А.А Сомсиков В.М. Топологический анализ вариаций Космических лучей. Международная конференция по физике. Солнечно-земных связей, Алма-Аты, 7-11. Ноября 1994; [5] Сомсиков В.М. Солнечный терминатор и динамика атмосферы. Алма-Ата, 1983. 192 с.

Принято в печать 23.08.09

УДК 523.98

РАДИАЦИОННО-РЕЖИМНОЕ СОСТОЯНИЕ БАЙЛАНЫСТЫ
АТМОСФЕРНОГО ПОЛЯ КЕҢІСТІК-УАҚЫТ ҚҰРЫЛЫМЫНЫҢ
ТЕПЕ-ТЕҢСІЗ ДИНАМИКА ӘДІСІМЕН АНАЛИЗИ

В.М. Сомсиков, Қ.Е. Нұрғалиева

«Ионосфера институты» департаменті, «ҰҒЗТО» АҚ, Алматы, Қазақстан

Фазалық портреттер әдісімен ионосфералық ұйытқұлар мен Жер магнит өрісінің тәжірибелік деректері сарапталды. Қабылданған сигналдың салыну өлшемі есептелді. Алғашқы нәтижелер ретінде, салыну өлшемі шекті мән бергендіктен, қарастырылып отырған процесс детерминделген, яғни анықталған деген тұжырым жасалып отыр.

METHOD OF NON-EQUILIBRIUM ANALYSIS OF SPACE-TIME ATMOSPHERIC STRUCTURE
DUE TO CHANGE OF RADIATION CONDITIONS

V.M. Somsikov, K.E. Nurgaliyeva

Institute of Ionosphere of National Centre of Space Research and Technology,
Almaty, Kazakhstan

By the method of phase portraits made an analysis of ionospheric disturbances and Earth magnetic field variations data. The attractor dimension of registered signal was calculated. The preliminary results of analysis show that observing processes are determined because of limited attractor dimension.