

УДК 621.3

О.С. Бутенко

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков***АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РАСПРОСТРАНЕНИЯ АНОМАЛИЙ ПО ДАННЫМ КОСМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА**

В статье рассматривается методика определения локализации различных природных и антропогенных объектов на подстилающей поверхности и оценки их свойств по параметрам космических снимков. Рассматривается возможность выдачи кратковременного прогноза распространения обнаруженного явления или объекта только по априорным данным с использованием фрактального анализа и нечеткой логики. В частности, рассматривается целесообразность использования для оценки процесса и его прогнозирования показателя Херста совместно с правилами, основанными на нечеткой логике.

Ключевые слова: дешифрирование, нечеткая логика, временной ряд, прогноз.

Введение

Эффективность использования методов дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) из космоса для решения задач охраны окружающей среды зависит не только от качества материалов космической съёмки, но и от применяемых методов их обработки. Общую задачу обработки материалов космической съёмки можно сформулировать как задачу определения локализации различных природных и антропогенных объектов на подстилающей поверхности и оценки их свойств по параметрам космических снимков.

Цель. В данном случае речь идет о задаче принятия решений в дешифрировании. Это задача сводится прежде всего к задаче оптимального поиска и увеличения количества распознаваемых элементов (в дальнейшем будем их обозначать критериальными элементами), а так же определение их принадлежности к определенному классу объектов.

Постановка задачи и ее решение

Для решения поставленной задачи на основе существующей технической базы, возникает необходимость разработки новых алгоритмов и методов комплексирования информации, полученной с помощью различных источников, которые бы позволили повысить информативность бортовых систем в целом и более наглядно представлять информацию от различных источников. В связи с этим, необходимо максимально эффективно использовать всю полученную информации для представления пространственных отношений окружающей обстановки с использованием интеллектуальных методов.

Существующие системы комплексирования информации ставят повышенные требования к качеству исходных данных, от которого напрямую зависят результаты работы систем. В реальных системах совмещения графической информации происходит

прямое наложение разномасштабных изображений без проведения внутреннего анализа их структуры и представляемой ими информации, что приводит к невозможности такого совмещения, поскольку при данной обработке теряется некоторая совокупность дешифровочных признаков.

Таким образом, возникает необходимость создания наиболее адекватного математического аппарата для исследования, проектирования и эксплуатации интеллектуальных систем комплексирования информации с учетом физиологических аспектов зрения.

Для создания такой системы совмещения информации об окружающей обстановке, полученной из различных источников информации, является целесообразным использование ситуационного анализа, нечеткой логики, фрактального анализа и теории унификации.

Использование данных методов позволит произвести анализ разнородной информации: выделить объекты на изображении, произвести их привязку по географическим координатам и определить их качественные и количественные характеристики, а также идентифицировать объекты в соответствии с имеющейся базой знаний, основанной на нечеткой логике. Особенно актуально использование фрактального анализа и нечеткой логики на этапе прогнозирования распространения обнаруженного явления или объекта только по априорным данным.

Наличие не 2-х, а более снимков (из архивных данных) позволяет проводить более качественный анализ и выдавать прогноз с более высокой степенью точности, поскольку при этом появляются дополнительные априорные данные и возможность анализа и сравнения не только эталонного снимка с остальными, но и совокупности снимков, а также произвести расчеты, связанные с временем получения снимков и проявлении изменений в этот период времени.

При динамическом прогнозировании необходимо использование моделей, базирующихся на понятиях текущих состояний объекта. В зависимости от факторов, описывающих текущее состояние объекта в конкретный момент времени необходимо принять единственно правильное решение о дальнейшей динамике распространения явления, связанного с рассматриваемым объектом.

При анализе необходимо учитывать как минимум 5 основных связей типов состояний. Например, для анализа морских акваторий это – степень волнения, средняя скорость ветра, рельеф морского дна, зоны прохода танкеров, удаленность от береговой линии. Необходимо определить, каким образом информация об уровнях состояний приводит к выбору решений, связанных с изменением скоростей соответствующих параметров.

Решение данной проблемы требует определения совокупности факторов, связанных с разными науками, такими как биология, экология, химия и пр., поэтому является чрезвычайно сложной, поскольку все эти факторы описываются большим числом трудно определяемых переменных, взаимосвязи между которыми нелегко установить. Нередко для решения таких задач приходится делать довольно сильные упрощающие допущения. Если эти допущения формулируются в математических терминах, то удается избежать многих двусмысленностей естественного языка и воспользоваться мощью математических рассуждений.

Таким образом, более целесообразна разработка отдельных специализированных модулей, основанных на ГИС-технологиях в которых будут использованы методы, позволяющие быстро и с высокой степенью точности решать ряд задач по обнаружению, идентификации и определению качественных и количественных характеристик различного вида объектов.

В основе предлагаемого метода предлагается производить детальный анализ снимков одной и той же территории через определенный период времени. Анализ основан на построении и затем сравнении эталонного снимка со всяким последующим по принципу вычитания и геометрического анализа «критериальных деревьев». При этом подготовительный этап построения эталонного снимка включает в себя несколько блоков: блок фотограмметрической обработки, блок построения фототриангуляционной сети, устранения совокупности случайных факторов, построения самого «критериального дерева».

Всякий последующий снимок, полученный через определенный период времени должен быть подвергнут аналогичной фотограмметрической обработке. Анализ деревьев эталонного снимка и дерева, построенного на новом снимке (в частности

операции наложения, вычитания и т.д.) дает возможность обнаружения различных изменений (несовпадений), расчет площади этих изменений, точное определение координат и пр. После проведения процедуры камерального дешифрирования можно сделать вывод о характере изменения, и с учетом разницы во времени съемок данной территории выдать прогноз о скорости передвижения, направлении перемещения и возможной зоне распространения пятен различной этимологии.

Наличие не 2-х, а более снимков позволяет проводить более качественный анализ и выдавать прогноз с более высокой степенью точности, поскольку при этом появляются дополнительные априорные данные и возможность анализа и сравнения не только эталонного снимка с остальными, но и совокупности снимков, а также произвести расчеты, связанные с временем получения снимков и проявлении изменений в этот период времени. Совокупность построенных «критериальных деревьев» по имеющимся в наличии снимкам дает возможность построения некоторого временного ряда для выдачи кратковременного прогноза развития локализованного явления различной этимологии.

При динамическом прогнозировании необходимо использование моделей, базирующихся на понятиях текущих состояний объекта. В зависимости от факторов, описывающих текущее состояние объекта в конкретный момент времени необходимо принять единственно правильное решение о дальнейшей динамике распространения явления, связанного с рассматриваемым объектом. Необходимо определить каким образом информация об уровнях состояний приводит к выбору решений, связанных с изменением скоростей соответствующих параметров.

В рассматриваемой ситуации необходимо установить взаимосвязь между прескриптивной и дескриптивной моделями. На основании установленной взаимосвязи мы сможем осуществить динамическое прогнозирование рассматриваемой ситуации только по априорным данным, получая тем самым выигрыш по времени в отсутствие новых снимков.

Задача установления взаимосвязи между прескриптивной и дескриптивной моделями может быть решена с использованием аппарата алгебры нечеткой логики.

Для этого необходимо сформулировать аксиомы, выражающие необходимые и достаточные условия возможности измерения или шкалирования предпочтений, должны интерпретироваться как условия «рациональности», причем ожидается, что предпочтения «рациональности» будут удовлетворять правилам, заданным в этих аксиомах.

Одновременно с этим нужно учитывать и предпочтения, или выбор, исследуемые на основе деск-

риптивного подхода. Эти условия считаются проверяемыми, и они должны сравниваться с исходными данными (в результате анализа статистической выборки, существовавшей на конкретный фиксированный момент времени).

Следует отметить, что анализ многих проблем, в частности, экологических, затрагивает чрезвычайно сложные системы, содержащие большое число переменных, взаимодействующих друг с другом, реагирующих на изменения каждой другой переменной и т.п. Эти процессы могут быть представлены в виде причинно-следственных отношений, которые можно выразить в виде графовых моделей взаимодействия (критериальных деревьев, гиперграфовых структур). Использование нечеткой логики в качестве модели сложной системы основано на следующем. Наиболее существенные процессы для рассматриваемой проблемы представляются вершинами графа. Следует заметить, что в качестве вершин графа рассматриваются узлы «критериального дерева», построенного в соответствии с заданными критериями. В качестве критериев могут быть весовые коэффициенты зон вероятных загрязнения, степень однородности изображения, и пр. От одной вершины к другой вершине проводится дуга, если изменение критерия, заданного в данной вершине оказывает непосредственное существенное воздействие на следующую вершину. И, наконец, эта дуга имеет знак плюс, если воздействие является «усилением» (при прочих равных условиях увеличение одной вершины приводит к увеличению другой и уменьшение соответственно к уменьшению), и знак минус, – если воздействие вызывает «торможение» (при прочих равных условиях усиление критерия, заданного первой вершиной приводит к уменьшению критерия, заданного второй вершиной и наоборот). Данный подход позволяет не только проследить причинно-следственные отношения, лежащие в основе дальнейшего прогнозирования ситуации, но и выработать степень взаимосвязи всех листьев каждого дерева в отдельности и совокупности всех построенных деревьев, построенных по априори заданным снимкам. Понятие нечеткого множества основано на предположении, что любой элемент лишь в некоторой степени принадлежит данному множеству. Основной способ описания нечеткого множества - определение степени принадлежности его элементов числом интервала $[0,1]$: 1 – «принадлежит»; 0 – «не принадлежит». Однако этот подход дает значительную погрешность, поскольку часть исходных данных при построении прогноза практически сразу отбрасывается.

Существует несколько стандартных подходов к моделированию динамических процессов и прогнозированию изменений происходящих в рассматриваемой системе (в данном случае под системой под-

разумевается участок территории, соответствующий изображению на анализируемом снимке). И способ моделирования, и способ выдачи предварительного прогноза определяется спецификой исходной информации. Как правило, эта информация представлена в виде временных рядов по некоторым параметрам исследуемого объекта. Адекватность модели определяется качеством исходной информации в соответствии с её количественным представлением. Временной ряд рассматривается как случайный стационарный процесс. Появляется необходимость развивать различные математические методы количественного анализа с целью извлечения из временных рядов достоверной информации.

В таком случае прогнозирование временного ряда осуществляется на основе гипотезы о том, что существует некий закон, по которому можно определить значение очередного члена ряда как функцию от нескольких предыдущих членов. В практических исследованиях часто используется полиномиальная модель, но она достаточно условно описывает динамические процессы. Наиболее точных результатов в анализе временных рядов можно добиться с точки зрения теории динамического хаоса. Однако, большинство изучаемых систем – диссипативные, у которых фазовый объем со временем не остается постоянным. Изменение фазового объема приводит к тому, что все решения диссипативной системы будут стягиваться к некоторому подмножеству фазового пространства (аттрактору). Динамическим системам, носящим регулярный характер, соответствуют простые аттракторы: устойчивые стационарные точки, устойчивые предельные циклы и инвариантные торы. Хаотические динамические системы характеризуются странным аттрактором. Для построения краткосрочного прогноза временного ряда необходимо осуществить переход от хаотического состояния системы, о котором свидетельствует случайный временной ряд, к регулярному состоянию. Таким образом, необходимо произвести перестройку системы при изменении параметров, от которой она зависит. Изменив внешние условия, можно перестроить характеристики системы, свидетельствующие о состоянии динамической системы. Оценив полученный временной ряд и соответствующий ему аттрактор, мы сможем найти необходимый горизонт прогноза.

Итак, в качестве исходных данных для построения краткосрочного прогноза будем рассматривать реальную систему динамического хаоса, как совокупность нескольких подсистем (участков временных рядов) которым на определенном участке соответствуют простые аттракторы. Это дает нам возможность на уровне каждой из подсистем определить значение очередного члена ряда как функцию от нескольких предыдущих членов.

Для определения динамического состояния системы используются показатели Херста. Показатель Херста характеризует направление развития системы; если его значение превышает число 0,5, то временной ряд в будущем промежутке времени стремится к возрастанию; если показатель Херста равен 0,5, то временной ряд находится в неопределенном состоянии, это говорит о том, что мы не можем сказать о направлении его развития; если показатель меньше 0,5, то временной ряд стремится к убыванию. Временные последовательности, для которых H больше 0,5, относятся к классу персистентных – сохраняющих имеющуюся тенденцию. Если приращения были положительными в течение некоторого времени в прошлом, то есть происходило увеличение, то и впредь в среднем будет происходить увеличение. Таким образом, для процесса с $H > 0,5$ тенденция к увеличению в прошлом означает тенденцию к увеличению в будущем. И наоборот, тенденция к уменьшению в прошлом означает, в среднем, продолжение уменьшения в будущем. Чем больше H , тем сильнее тенденция.

Случай $H < 0,5$ характеризуется антиперсистентностью - рост в прошлом означает уменьшение в будущем, а тенденция к уменьшению в прошлом делает вероятным увеличение в будущем.

И чем меньше H , тем больше эта вероятность. В таких процессах после возрастания переменной обычно происходит её уменьшение, а после уменьшения - возрастание.

При $H = 0,5$ никакой выраженной тенденции процесса не выявлено, и нет оснований считать, что она появится в будущем. Случай, когда показатель Херста равен 0,5, т.е. в случае индифферентности необходимо проводить дальнейший анализ, т.е. использовать аппарат нечеткой логики. При этом для анализа вводятся новые аксиомы о принадлежности, новые условия и переменные. Происходит дополнительное разбиение подсистемы, в которой значение $H = 0,5$ на дополнительные подсистемы. Возникает дополнительная проблема выделения информативных признаков. Информативные признаки, используемые при классификации процессов, отличаются разнообразием и определяются целью классификации.

Все наблюдаемые процессы $X(t)$, которые характеризуют физические явления, в самом общем виде можно классифицировать как детерминированные и случайные.

Детерминированный процесс определяется одной единственной реализацией, описываемой заданной функцией времени. Вследствие неизбежного влияния разнообразных внешних и внутренних факторов по отношению к системе управления детерминированный процесс является абстракцией. В связи с этим в практике исследования процессов рассматривают квазидетерминированный процесс, реализации которого описываются функциями вре-

мени заданного вида $\psi(t, \alpha_1, \dots, \alpha_n)$, где $\alpha_1, \dots, \alpha_n$ – независимые от времени случайные параметры.

В отличие от детерминированного процесса, случайный процесс представляется в виде случайной функции $X(t, \omega)$, где t – время, $\omega \in \Omega$, Ω – пространство элементарных событий. Функция $X(t, \omega)$ в любой момент времени может принимать различные значения с известным или неизвестным законом распределения.

Получая характеристики детерминированного процесса в определенный момент времени и в определенных подмножествах, используя затем классические подходы математической статистики, (в частности Байесовский подход) можно получить с помощью усреднения значение некоторого нового условного показателя Херста в объединенной подсистеме, состоящей из фрагментов системы, где изначально показатель Херста принимал значение индифферентности. Однако, это возможно лишь при условии сингулярности процесса, т.е. в том случае, когда имеется возможность проследить все причинно-следственные связи, которые являются результатом суперпозиции большого числа элементарных процессов.

Для несингулярных процессов принципиально невозможно осуществлять прогнозирование мгновенных значений, поскольку требуются дополнительные исходные данные.

Получив средние значения по всем зонам показателей Херста для выдачи полного и окончательного прогноза необходимо провести дополнительный анализ всего снимка. Т.е. объединить разрозненные фрагменты со своими характеристиками, полученными в условиях «внутренней стационарности» в единое целое.

Как и в классической теории случайных процессов наш процесс рассматривается по классификации "по времени" и "по состоянию". В классической теории по этим признакам выделяется четыре класса: 1) процессы с дискретными состояниями и дискретным временем; 2) процессы с дискретными состояниями и непрерывным временем; 3) процессы с непрерывными состояниями и дискретным временем; 4) процессы с непрерывными состояниями и непрерывным временем.

Рассматриваемые в конкретном случае процессы и явления, подлежащие прогнозу, представляют собой случайные процессы с непрерывными состояниями и непрерывным временем. Однако тот исходный материал, по которому осуществляется прогноз (архив снимков) и использование вычислительной техники для получения количественных характеристик приводит к необходимости рассмотрения процессов в дискретные моменты времени и отнесению их к первому или третьему классу.

Исчерпывающей характеристикой случайного процесса является многомерный закон распределения:

$$F_n(x_1, t_1; x_2, t_2; \dots; x_n, t_n) = \\ + P\{X(t_1) < x_1, X(t_2) < x_2, \dots, X(t_n) < x_n\}.$$

Вероятностные характеристики стационарных случайных процессов одинаковы во всех сечениях. Условием стационарности в узком смысле является инвариантность n -мерной плотности вероятности относительно временного сдвига τ . Условия стационарности в широком смысле ограничиваются требованиями независимости от времени математического ожидания $M[X(t)]$ и дисперсии $D[X(t)]$ и зависимости корреляционной функции лишь от временного сдвига τ , то есть:

$$M[X(t)] = \text{const}; D[X(t)] = \text{const}; \\ R_X(t_1, t_2) = R_X(\tau); \tau = |t_2 - t_1|.$$

В большинстве случаев корреляционная функция является достаточно полной характеристикой, поэтому обычно ограничиваются выявлением стационарности процесса в широком смысле.

Структуру случайного процесса можно установить по корреляционной функции или по известной плотности распределения.

Отклонение от классической формы распределения говорит о нестационарности процесса. По одной реализации ограниченной длины трудно с достаточной точностью судить о законе распределения случайного процесса. В этом случае тип процесса либо постулируется, либо функция распределения не учитывается при анализе.

Более полную информацию о динамических свойствах процесса можно получить по корреляционной функции. Типичной корреляционной функцией стационарного случайного процесса является симметричная убывающая функция. Наличие колебательности корреляционной функции свидетельствует о периодичности случайного процесса. Если корреляционная функция апериодически затухающая, то случайный процесс считается широкополосным. Многополосный случайный процесс характеризуется треугольной корреляционной функцией. Стационарные - в широком смысле - процессы имеют корреляционные функции, которые при неограниченном увеличении τ стремятся к постоянной величине или являются периодическими функциями от τ . Корреляционная функция постоянного сигнала $X(t) = A$ является также постоянной функцией $R(\tau) = A^2$.

Стационарные процессы, корреляционные функции которых включают экспоненту с отрицательным аргументом, являются эргодическими. Стремление корреляционной функции к некоторой постоянной величине, отличной от нуля, обычно является признаком неэргодичности процесса.

Определение статистических характеристик случайных процессов принципиально возможно двумя путями: определение по одной реализации и по ансамблю реализаций. Если вероятностные характеристики процесса, полученные усреднением по времени, равны аналогичным характеристикам,

найденным усреднением по ансамблю, то случайный процесс является эргодическим. Процессы, не обладающие свойством эргодичности, можно обрабатывать только по ансамблю реализаций.

Для нестационарных процессов характерно изменение во времени их статистических характеристик. Обычно выделяют процессы, которые имеют переменное во времени среднее значение; переменное во времени среднее значение квадрата, переменные во времени среднее и среднее значение квадрата, переменную по времени частотную структуру. Подобная классификация отражает изменение во времени оценок вероятностных характеристик.

Не может существовать единой классификации процессов в силу независимости классификационных признаков и разнообразия целей классификаций. Можно выделить несколько подходов к классификации процессов. Наиболее общий подход к классификации как стационарных, так и нестационарных процессов связан с их непрерывным или дискретным представлением.

Рассматриваемые относятся к классу нестационарных случайных процессов. Поэтому для выявления нестационарных свойств предлагается использовать непараметрические критерии, показатель Херста и нечеткую логику, по результатам применения которых будет формироваться вектор информативных признаков R .

Значительное большинство непараметрических критериев реагируют на изменение оценки математического ожидания. Таким образом, непараметрические критерии без предварительной обработки наблюдаемого ряда позволяют выделить два класса процессов "стационарные по математическому ожиданию" и "нестационарные по математическому ожиданию".

По значению показателя Херста можно судить как о стационарности процесса по математическому ожиданию, так и о виде детерминированной составляющей. Это позволяет априорно рассматривать три класса процессов: стационарные по математическому ожиданию; нестационарные по математическому ожиданию, изменяющемуся по монотонному закону; нестационарные по математическому ожиданию, изменяющемуся по периодическому закону.

Корреляционная функция несет информацию о динамических свойствах исследуемого процесса.

В условиях ограниченной априорной информации о свойствах исследуемого процесса решение о классе процесса следует принимать по результатам применения совокупности критериев. В связи с этим предлагается получить некий обобщенный классификационный признак. Поэтому необходимо четко классифицировать все признаки внутри каждого из фрагментов и сформировать единый класс общих признаков, объединяющих отдельные фрагменты в единое целое. По этому классу признаков определить их влияние на рассматриваемый участок в це-

лом, т.е. выявить по ним причинно-следственные связи при построении зависимостей, объединяющих фрагменты в новый единый временной ряд.

В основу классификации по непараметрическим критериям предлагается положить байесовскую процедуру для бинарных признаков. Полученные таким образом оценки далее рассматриваются как обобщенный результат применения непараметрических критериев, а апостериорная вероятность - как классификационный признак.

Выводы

Таким образом, при прогнозировании ситуации только по имеющимся в наличии априорным данным весь снимок рассматривается как сложная система. По заданным критериям (в зависимости от типа решаемой задачи) происходит дефрагментация изображения по заданным критериям, т.е. строится «критериальное дерево». Затем, в результате проведения оверлейных операций с «критериальными деревьями» выявляются изменения и локализируются зоны обнаруженных изменений. После предварительной операции визуального дешифрирования для проведения операции динамического прогнозирования строится временной ряд из набора количественных характеристик, полученных из построенных «критериальных деревьев», построенных по имеющимся в наличии снимкам. Однако даже внутри каждого листа «критериального дерева» мы не можем рассматривать процесс как стационарный. Поэтому весь временной ряд будем рассматривать как совокупность мгновенных стационарных подрядов, минимизируя при этом интервалы времени. В каждом из полученных подрядов (подсистем) рассчитывает значение показателя Херста. В случае, когда его значение не равно индифферентности проблем с выдачей прогноза на определенном участке в соот-

ветствующем интервале не возникает. Если же показатель Херста равен 0,5, то используя аппарат алгебры нечеткой логики, вводя дополнительные условия и переменные, производим дальнейший анализ, позволяющий сделать вывод о дальнейшем распространении явления. Усредняя затем значения полученных показателей Херста и, используя классический аппарат математической статистики делаем общий предварительный прогноз во всей интересующей нас общей зоне (в полной системе).

Список литературы

1. Алтунин А.Е., Семухин М.В. Модели и алгоритмы принятия решений в нечетких условиях: Монография. – Тюмень: Тюменский государственный университет, 2000. – 352 с.
2. Соколов А.Ю. Применение нечетких множеств в экспертных системах и системах управления: Учебное пособие. – Х.: НАКУ «ХАИ», 2006. – 64 с.
3. Ландэ Д.В., Фурашев В.М., Григорьев О.М. Программно-аппаратный комплекс інформаційної підтримки прийняття рішень: Науково-методичний посібник. – К.: Інжиніринг, 2006. – 48 с.
4. Брайчевський С.М., Ландэ Д.В. Современные информационные потоки: актуальная проблематика // Научно-техническая информация. Сер. 1. – 2005. – 11. – С. 21-33
5. Иванов С.А. Стохастические фракталы в Информатике // Научно-техническая информация. Сер. 2. – 2002. – 8. – С. 7-18.
6. Алгоритмы и структуры данных геоинформационных систем: Методические указания для студентов специальности 071903 – «Геоинформационные системы» / Сост. И.В. Варфоломеев, И.Г. Ермакова, А.С. Савельев. – Красноярск: КГТУ, 2003. – 34 с.

Поступила в редколлегию 15.07.2008

Рецензент: д-р техн. наук, проф. В.М. Илюшко, Национальный аэрокосмический университет «ХАИ», Харьков.

АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТІ ПРОГНОЗУВАННЯ РОЗПОВСЮДЖЕННЯ АНОМАЛІЙ ЗА ДАНИМИ КОСМІЧНОГО МОНІТОРИНГУ

О.С. Бутенко

У статті розглядається методика визначення локалізації різних природних і антропогенних об'єктів на поверхні, що підстилає, і оцінки їх властивостей по параметрах космічних знімків. Розглядається можливість видачі короткочасного прогнозу розповсюдження виявленого явища або об'єкта тільки по априорним даним з використанням фрактального аналізу й нечіткої логіки. Зокрема, розглядається доцільність використання для оцінки процесу і його прогнозування показника Херста разом із правилами, заснованими на нечіткій логіці.

Ключові слова: дешифрування, нечітка логіка, часовий ряд, прогноз.

ANALYSIS OF POSSIBILITY OF PROGNOSTICATION OF DISTRIBUTION OF ANOMALIES FROM DATA OF THE SPACE MONITORING

O.S. Butenko

In article is considered method of the determination to localizations of the different natural and anthropological objects on laying under surfaces and estimations their characteristic on cosmic photographs parameters, possibility of the issue spreading the discovered phenomena or object of the short forecast only on a priori dates with use fractals analysis and ill-defined logic. In particular, practicability of the use is considered for estimation of the process and its Herst factor forecasting with rules, which founded on ill-defined logic.

Keywords: decoding, fuzzy logic, temporal row, prognosis.