

непредсказуемые запаздывания в поставках на склад, изменение качества ресурса за время хранения и т.п.

Включение в модель норм затрат на поставки, отгрузку, хранение и обслуживание ресурса позволяет получить экономические показатели эффективности функционирования системы, поставить и решить задачу оптимизации функционирования системы.

Поэтому предлагаемая базовая модель динамики хранения и управления запасом материального ресурса является перспективным инструментом для анализа системы и синтеза оптимального управления.

Список использованных источников

1. Первозванский, А. А. Математические модели в управлении производством. – М.: Гл. редакция физико-математической литературы издательства «Наука», 1975. – 616 с.
2. Акорф, Р., Сасиени, М. Основы исследования операций. М.: Мир, 1971 г.
3. Кофман, А. Методы и модели исследования операций. – М.: Мир, 1966. – 524 с.
4. Вентцель, Е. С. Исследование операций. – М.: Сов. Радио, 1972. – 407 с.
5. Петров, Л. Ф. Методы динамического анализа экономики: Учеб. пособие. – М.: ИНФРА-М. 2010. – 239 с. – (Высшее образование). ISBN 978-5-16-003954-1
6. Севостьянов, П.А., Ордов, К.В. Основы анализа и моделирования данных в технике и экономике. Монография. – М.: Тисо Принт. – 2015. – 412 с. ISBN 978-5-9904852-3-5
7. Клейнен, Дж. Статистические методы в имитационном моделировании / Пер. с англ. Ю. П. Адлера, К. Д. Аргуновой, В. Н. Варыгина, А. М. Талалая; Под ред. и с предисл. Ю. П. Адлера и В. Н. Варыгина. – Вып.1. – М.: Статистика, 1978. – 221 с., ил.; – Вып. 2. – М.: Статистика, 1978. – 335 с., ил. – (Математико-статистические методы за рубежом).
8. Севостьянов, П. А., Вахромеева, Е. Н. Имитационная модель работы многопродуктового склада. Изв. ВУЗов. Технология текстильной пром-ти. № 1(282), 2005, стр.136–138.
9. Севостьянов, П. А., Гусев, В. С. Компьютерная информационная модель работы автоматизированного склада хлопкопрядильной фабрики. Известия вузов. Технология текстильной промышленности, № 4(292), 2006. – С.100–103.

УДК 620.19:677.017:53.09

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СТРУКТУРНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ В ПОТОКЕ ДАННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СВЯЗАННЫХ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ

Севостьянов П.А., д.т.н., проф., Самойлова Т.А., к.т.н., ст. преп.

Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина,

г. Москва, Российская Федерация

Реферат. В настоящее время задача прогнозирования различных числовых показателей является одной из самых актуальных во многих областях деятельности человека. В статье предложен алгоритм методики для прогнозирования динамики нестационарных систем по временным рядам.

Ключевые слова: временные ряды, прогнозирование, компьютерная модель, алгоритм, тренд.

Задача прогнозирования некоторого числового показателя $x(t)$ является одной из наиболее распространенных и практически важных задач в различных областях деятельности [1–5]. В общем виде задача может быть сформулирована следующим образом. Для некоторого ограниченного или конечного множества моментов времени $T = \{t\}$ известны точные или приближенные значения $x(t)$, образующие некоторое множество $X = \{x\}$. На основе этой информации необходимо найти (предсказать, спрогнозировать) значения $x(t)$ для значений t , не принадлежащих T , как правило, будущих значений времени t . Обработка информации $[T; X]$ тем или иным методом позволяет найти точную или приближенную зависимость $x^*(t)$, адекватно описывающую изменения x в области T [6, 7, 8].

Здесь под адекватностью понимается отсутствие противоречия между полученной зависимостью и имеющейся эмпирической информацией.

Одним из наиболее очевидных подходов к решению задачи прогнозирования является использование экстраполяции. Предполагается, что найденная зависимость $x^*(t)$ действует не только в пределах изученной области времени T , но и за ее пределами. Подставляя в эту зависимость значения будущих моментов времени tf , найдем прогнозное значение переменной $xf = x^*(tf)$. Если зависимость $x = x^*(t)$ является оценкой, то прогнозируемые значения содержат погрешность, которая тем больше, чем дальше отстоит момент времени tf от множества значений T .

Задача прогнозирования становится более сложной и неопределенной, если нет уверенности, что найденная точная или приближенная зависимость $x = x^*(t)$ продолжает действовать и для будущих значений t за пределами T . При изменении вида этой зависимости можно говорить о ее структурных изменениях. Примером таких структурных изменений может служить изменение тенденции в объемах производства некоторого продукта. Если на множестве T показатель объемов производства x , например, имел тенденцию к росту, то в зависимости $x = x^*(t)$ будет присутствовать выраженный нарастающий тренд среднего значения этой величины. Изменение направления тренда с роста на убыль, если оно отсутствовало в исходной информации $[T; X]$, не может быть обнаружено непосредственно обработкой этой информации, поскольку представляет собой изменение структуры зависимости, в данном случае, тренда. Важнейшей задачей прогнозирования является предсказание момента переключения тренда с роста на убыль, что и означает обнаружение структурных изменений в зависимости.

Как правило, большинство методов обработки информации $[T; X]$, основанные на регрессионных методах, методах искусственного интеллекта и распознавания образов, байесовских методах, методах фрактального анализа, не позволяют обнаружить и заранее предсказать такие структурные изменения [8–12]. Это обусловлено отсутствием достаточной информации или, обычно, полным ее отсутствием, в данных $[T; X]$ о возможных в будущем структурных изменениях зависимости $x = x(t)$.

Определенные преимущества в решении задачи прогнозирования дает дополнительная информация, которую можно получить, отслеживая изменения во времени не только, например, средних значений переменной $x(t)$, но некоторых других статистических характеристик, слабо коррелированных со средним уровнем переменной в момент t . В качестве такой характеристики может быть использована, например, скользящая оценка дисперсии, полученная для разных интервалов усреднения. Статистически эта оценка имеет малую корреляцию с оценкой среднего, по которой строят зависимость $x = x^*(t)$, или вообще не коррелирует с ней. Поэтому содержащаяся в оценке дисперсии информация может быть полезна для задач прогноза.

Это гипотеза подтверждается многими наблюдениями потоков реальных данных (временных рядов) для нестационарных процессов, включающих в себя участки монотонного нарастания, монотонного убывания, высокой вариабельности и скачкообразных изменений переменной $x(t)$. Установлено, что на отрезках времени, предшествующих скачкообразным изменениям среднего уровня переменной («катастрофам»), наблюдается заметный рост вариабельности этой переменной. Это повышение вариабельности проще всего обнаружить по оценке скользящей дисперсии, значения которой на этих участках сильно и закономерно возрастают. Возрастание оценки дисперсии при монотонном изменении скользящего среднего есть серьезное основание для прогнозирования скорого скачкообразного изменения среднего с тенденцией, противоположной текущей, т.е. структурного изменения закономерностей в функции $x = x(t)$.

Физическое объяснение такого эффекта заключается в следующем. Скачкообразные изменения переменной, структурные изменения функциональной зависимости, «катастрофа» в поведении $x(t)$ связана с повышением хаотичности, непредсказуемости поведения той системы или процесса, которые порождают изменения переменной x . Это нарастание хаотичности, в первую очередь, проявляется в росте вариабельности переменных, которое постепенно нарастает до такой степени, что приводит к бифуркационным скачкам, которые и проявляются в структурных изменениях зависимостей.

Для подтверждения возможности применения описанного подхода к прогнозированию изменений в структуре закономерности изменения некоторой переменной был построена компьютерная модель, которая имитировала временной ряд с различными участками вариабельности как по средним уровням значений, так и по их дисперсии [13–15].

Моделируемые временные ряды использовались как потоки первичных данных $[T; X]$, на которых проверялись различные методы построения зависимости $x = x^*(t)$ и оценки скользящей дисперсии.

Для оценки среднего оказалось достаточным строить линию тренда методом регрессионного анализа в виде полинома 1-го или 2-го порядков. Используемый для этих целей отрезок временного ряда постепенно нарастал по продолжительности за счет вновь получаемых данных. Таким образом, модель имитировала режим реального времени для получения информации до тех пор, пока выстраиваемая таким образом регрессия оставалась адекватной набору данных. Одновременно вычислялась и оценка дисперсии для того же набора данных. Для получаемых значений дисперсии строилась своя регрессия с проверкой наличия в ней тренда, т.е. гетероскедастичности ряда. Обнаружение нарушений однородности ряда по дисперсии на определенном временном участке принималось как признак ожидаемого структурного изменения во временном ряде, которое затем регистрировалось уже в переходе на новую регрессионную зависимость для тренда, т.е. дрейфа среднего.

Алгоритм описанной методики состоит из следующих шагов.

1. Добавление в набор данных новой информации: $[T; X] \rightarrow \{[T; t_n]; \{X; x(t_n)\}\}$.
2. Уточнение оценки для модели $x = x^*(t)$ с учетом полученной информации
3. Уточнение оценки для модели дисперсии переменной $x(t)$ на момент t_n .
4. Проверка однородности дисперсии и тренда дисперсии.
5. Проверка адекватности уточненной модели имеющимся данным. Если модель остается адекватной, то возврат к п.1. Иначе переход к п.6.
6. При нарушении однородности дисперсии и/или неадекватности модели для среднего уровня $x(t_n)$, начало построения новой модели с измененными структурными данными. Сообщение о возможной «катастрофе» в изменениях переменной $x(t)$.

Данный алгоритм был опробован на различных наборах модельных данных, которые содержали различные структурные изменения, в том числе скачкообразные изменения направления тренда, участки с неоднородной дисперсией, участки периодических вариаций с переменной частотой вариаций. Алгоритм показал хорошие или достаточно приемлемые возможности его применения для прогнозирования, и поэтому может быть рекомендован для применения в задачах прогнозирования динамики нестационарных систем по временным рядам.

Список использованных источников

1. Севостьянов, П. А., Ордов, К. В. Основы анализа и моделирования данных в технике и экономике. Монография. – М.: Тисо Принт. – 2015. – 412 с. ISBN 978-5-9904852-3-5
2. Андерсон, Т. Статистический анализ временных рядов. – М.: Мир, 1976.
3. Петров, Л. Ф. Методы динамического анализа экономики: Учеб. пособие. – М.: ИНФРА-М. 2010. – 239 с. – (Высшее образование). ISBN 978-5-16-003954-1
4. Лоскутов, А. Ю., Михайлов, А. С. Основы теории сложных систем. – М.: РХД, 2007. – 612 с. ISBN 5-93972-558-9
5. Мандельброт, Б. Б. Фракталы, случай и финансы / пер. с англ. В. Шуликовской. – М.: Изд-во «Регулярная и хаотическая динамика», 2004. – 256 с. ISBN 5-93972-341-1
6. Александров, Ф. И., Голяндина, Н. Э. Автоматизация выделения трендовых и периодических составляющих временного ряда в рамках метода «Гусеница» - SSA. EXPONENTA PRO, Математика в приложениях МЕТОДЫ, АЛГОРИТМЫ, ПРОГРАММЫ. – #3-4 (7–8) 2004. – С.54–61.
7. Ананьев, М. Дискретные и непрерывные модели временных рядов со свойствами условной гетероскедастичности. 25 июня 2013 г. – Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН. – 37 с.
8. Бутаков, В., Граковский, А. Оценка уровня стохастичности временных рядов произвольного происхождения при помощи показателя Хёрста. Computer Modelling and New Technologies, 2005, Vol.9, No.2, 27–32.
9. Митихин, В. Г. Анализ результатов машинных экспериментов с прогнозирующей моделью в задачах старения текстильных материалов / В. Г. Митихин, Е. И. Никитиных, П. А. Севостьянов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1992. – № 1.
10. Митихин, В. Г. Исследование на ЭВМ статистических свойств алгоритмов прогнозирования свойств текстильных материалов / В. Г. Митихин, Е. И. Никитиных,

- П. А. Севостьянов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1992. – № 3.
11. Распределения показателя Хёрста нестационарного маркированного временного ряда / Д. С. Кириллов, О. В. Короб, Н. А. Митин, Ю. Н. Орлов, Р. В. Плешаков // Препринты ИПМ им. М.В. Келдыша. 2013. № 11. 16 с.
12. Севостьянов, П. А. Масштабный анализ неровноты одномерных волокнистых продуктов [Текст] / П. А. Севостьянов, В. О. Симонян // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2006. – № 6 – С.118–123. – Библиогр.: с.123 (5 назв.)
13. Севостьянов, П. А. Прогнозирование предкризисных ситуаций по экономическим временным рядам с применением фрактальных методов и хаотической динамики. Взаимодействие науки и бизнеса: статьи и доклады уч-ков междунар.научно-практ.конф. – М., 27 марта 2015. Орг.: Лаб. прикл. эк. иссл. им. Кейнса. – М. Изд. «Научн. Консультант», 2015. – 280 с. ISBN: 978-5-9906535-1-1
14. Севостьянов, П. А., Монахов, В. И., Ордов, К. В. Обнаружение нарушений динамики технологического процесса методом структурного анализа. Химические волокна – 2016 – №1 – с. 73–77.
15. Sevostyanov, P. A., Monakhov, V. I., Ordov, K. V. Detection of the Technological Process Dynamics Violations with using of Structural Analysis. Fibre Chemistry – V.48, #1, May 2016 – P. 75–78.

УДК 372.854

НОВЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МЕТОДИКЕ ПРЕПОДАВАНИЯ ХИМИИ

Семенюк В.П.

Средняя школа № 17, Средняя школа № 12,

г. Витебск, Республика Беларусь

Реферат. В статье рассматривается применение новых информационных технологий в методике преподавания химии. На пороге 21 века происходит формирование нового общественного устройства – информационного общества. В настоящее время информационные технологии занимают все более значительное место во всех сферах деятельности человека, в том числе и образовании. Одна из проблем, стоящих перед образованием подготовка человека к жизнедеятельности в информационном обществе, формирование информационно-компетентной личности специалиста всех отраслей знания. Будущий учитель химии должен быть готов активно жить и действовать в обществе, насыщенном средствами хранения, переработки и передачи информации; осмысленно, культурно использовать все возможности, предоставляемые новыми информационными технологиями (НИТ), влиять на процессы информатизации общества.

Ключевые слова: ИКТ, дистанционное обучение, компьютерные технологии, моделирование химических процессов и явлений.

Сегодня необходимо, чтобы каждый учитель по любой школьной дисциплине мог подготовить и провести урок с использованием ИКТ, потому что урок с использованием ИКТ – это наглядно, красочно, информативно, интерактивно, экономит время учителя и ученика, позволяет работать ученику в своем темпе, позволяет учителю работать с учеником дифференцированно и индивидуально, дает возможность оперативно проконтролировать и оценить результаты обучения.

Организация процесса обучения по химии на основе использования НИТ позволяет на более высоком уровне решать задачи развивающего обучения, интенсифицировать все уровни учебного процесса по химии, внедрять дистанционное обучение.

В наше время дистанционное обучение получает все большее распространение и воздействует на всю достаточно консервативную систему традиционного подхода к образованию, решая, с одной стороны, задачу массовости и доступности образования, а, с другой, – выдвигая проблему действительной добротности, качества, правового