

W_g представляє собою аперіодическе звено першого порядку. На лінійному участку кривої намагнічування $k_{ub} \rightarrow \infty$, а передаточна функція равна $W_g = r_r \omega_s / p$ і представляє собою інтегруюче звено.

Такое упрощенное описание переходного процесса самовозбуждения хорошо согласуется с экспериментами. При малых напряжениях асинхронного генератора с конденсаторным возбуждением напряжение увеличивается линейно, а при достижении насыщенного участка дальнейшее его нарастание происходит экспоненциально.

Особенностью переходного процесса в асинхронном генераторе является то, что он складывается из двух существенно различных по времени протекания процессов. Во-первых, быстрого затухания процессов рассеяния при медленно меняющемся магнитном потоке в зазоре машины. Во-вторых, медленно изменения главного потока намагничивания, вызванного небалансом реактивных проводимостей конденсаторов и генератора, длительность которого достигает 50 ... 70 периодов генерируемого тока. Первый процесс описывается вторым и третьим слагаемыми, а второй — первым слагаемым уравнения (7). Передаточная функция, связанная с затуханием в контурах рассеяния W_σ , может быть представлена колебательным звеном второго порядка, характеристическое уравнение которого имеет два комплексно сопряженных корня $p_{2,3} = -\frac{1}{2}(\alpha_n + \alpha'_s + \alpha'_r) \pm j\omega_k$:

$$W_\sigma = \frac{k_\sigma}{T_\sigma^2 p^2 + 2\alpha_\sigma T_\sigma^2 p + 1}, \quad (9)$$

где $T_\sigma = \sqrt{\frac{1}{\alpha_\sigma^2 + \omega_k^2}}$ — постоянная времени затухания, $\alpha_\sigma = (\alpha_n + \alpha'_s + \alpha'_r) / 2$ — декремент затухания в контурах рассеяния.

Как отмечалось выше, процессы возбуждения и рассеяния несоизмеримы по времени, поэтому передаточная функция W_σ в сумме с W_g может рассматриваться как пропорциональное звено с коэффициентом k_σ .

$$W_{ub} = W_g + W_\sigma = \frac{k_{ub}}{T_g p + 1} + k_\sigma. \quad (10)$$

Численные значения коэффициентов передачи и постоянной времени при экспериментальном исследовании и при моделировании практически совпадают с результатами, полученными аналитически. Погрешность не превышает 5 %.

Литература

1. Ковач К., Рац П. Переходные процессы в машинах переменного тока. — М., Л.: Госэнергоиздат, 1963. — 744 с.
2. Вишневский Л.В., Пасс А.Е. Системы управления асинхронными генераторными комплексами. — Киев — Одесса: Лыбидь, 1990. — 168 с.

УДК 004.738.5

МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПОДСИСТЕМ СБОРА ДАННЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА НА ОСНОВЕ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ

Деркунская В.О., аспирант, Доронина Ю.В., канд. техн. наук, доцент
Севастопольский национальный технический университет

В данной работе рассматривается устройство системы прогноза погоды, предлагаются методы по автоматизации системы сбора данных, а также затрагивается проблемы анализа данных и прогноза погоды на их основе. Все заключения базируются на аппарате нечеткой логики, который в последнее время пользуется популярностью в системах адаптивного управления.

In the given paper organization of weather forecast system is considered, the ways of automation of data collection system are suggested and it is touched upon the problem of data and weather forecast analysis on their basis. All conclusions are grounded on fuzzy logic which is popular in the adaptive management systems nowadays.

Ключевые слова: система прогноза погоды, нечеткая логика, система адаптивного управления.

Погодой принято в обыденной жизни называть непрерывную смену состояний воздушной оболочки земного шара – атмосферы. В глубокой древности человек стремился отыскать такие признаки, по которым можно было бы судить об изменениях, какие могут в погоде явиться через некоторый промежуток времени.

Одним из недостатков синоптического метода является то, что данные о погоде снимаются не чаще, чем раз в три часа. Поэтому возможна ситуация, когда будут упущены важные сведения о погоде. Если же увеличить частоту измерений, то возрастет объем данных, причём среди них может быть излишнее количество ненужной информации.

Для решения этой проблемы предполагается изменить систему сбора данных таким образом, чтобы частота измерений увеличивалась, если наблюдаются резкие перемены в погоде, или уменьшалась, если перемен нет. В качестве критерия, определяющего частоту измерений, предполагается взять скорость ветра, поскольку зачастую именно сильный ветер является причиной резких изменений в погоде. При этом очевидно, что с усилением ветра следует увеличить частоту измерений и, наоборот, при слабом ветре частота измерений должна быть минимальной. Для оценки силы ветра по его воздействию на наземные предметы или на волнение в открытом море применяют так называемую шкалу Бофорта, принятую Всемирной метеорологической организацией. В табл. 1 представлена данная шкала.

Таблица 1 – Шкала Бофорта для описания скорости ветра

Баллы	Ветер	Скорость ветра, м/с
0	Штиль	0-0.2
1	Тихий	0.3-1.5
2	Лёгкий	1.6-3.3
3	Слабый	3.4-5.4
4	Умеренный	5.5-7.9
5	Свежий	8-10.7
6	Сильный	10.8-13.8
7	Крепкий	13.9-17.1
8	Очень крепкий	17.2-20.7
9	Шторм	20.8-24.4
10	Сильный шторм	24.5-28.4
11	Жестокий шторм	28.5-32.6
12	Ураган	> 32.6

Как видно из табл. 1, характеристика силы ветра носит нечёткий характер и именно поэтому здесь целесообразно применение нечёткой логики. В частности, необходимо построить нечёткую продукционную систему, которая оперирует двумя переменными: «скорость ветра» и «время между измерениями». Допустим, что правила вывода будут следующие:

1. Если скорость ветра слабая, то время между измерениями стандартное.
2. Если скорость ветра умеренная, то время между измерениями стандартное.
3. Если скорость ветра сильная, то время между измерениями уменьшенное.
4. Если скорость ветра очень сильная, то время между измерениями сильно уменьшенное.
5. Если скорость ветра ураганная, то время между измерениями сильно уменьшенное.

Таким образом, имеются две лингвистические переменные со следующими нечёткими значениями:

Скорость ветра = {слабая, умеренная, сильная, очень сильная, ураганная};

Время между измерениями = {стандартное, уменьшенное, сильно уменьшенное}.

Чтобы описать лингвистическую переменную, необходимо задать функции принадлежности для каждого из её нечётких значений. Система MATLAB имеет встроенный пакет Fuzzy Toolbox, предназначенный для работы с нечёткой логикой. На рисунках 1 и 2 приведены функции принадлежности для вышеупомянутых переменных.

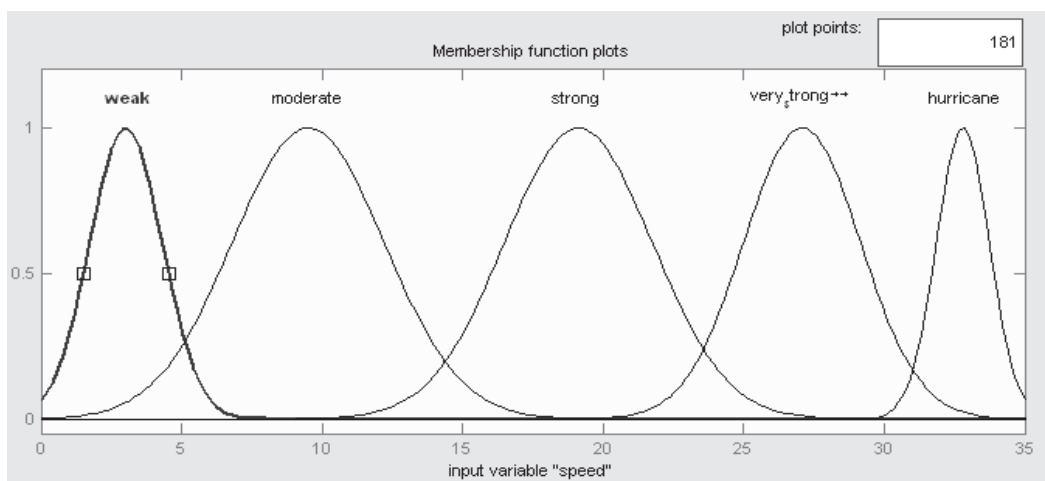


Рис. 1 – Функции принадлежности для переменной «Скорость ветра»

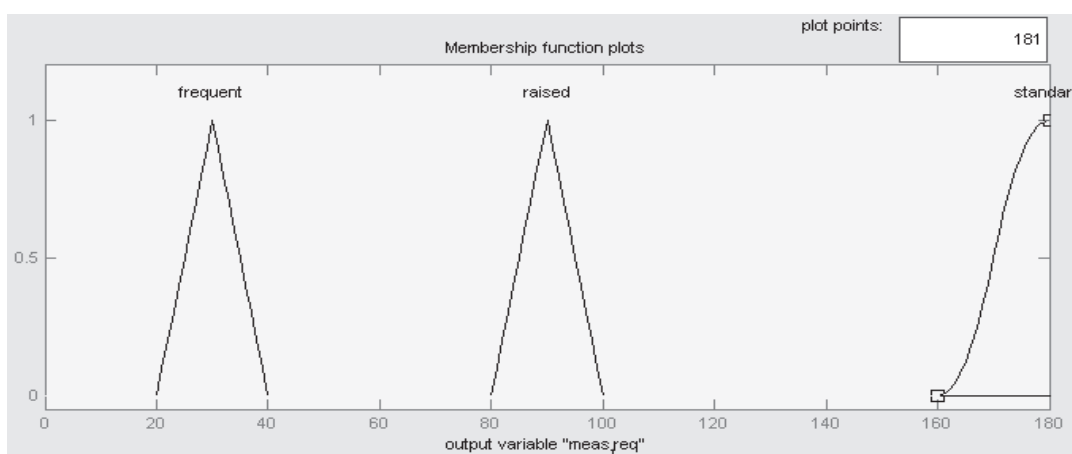


Рис. 2 – Функции принадлежности для переменной «Время между измерениями» («частота измерений»)

Сама производная система функционирует по алгоритму Мамдани, и зависимость времени между измерениями от силы ветра представлена на рисунке 3.

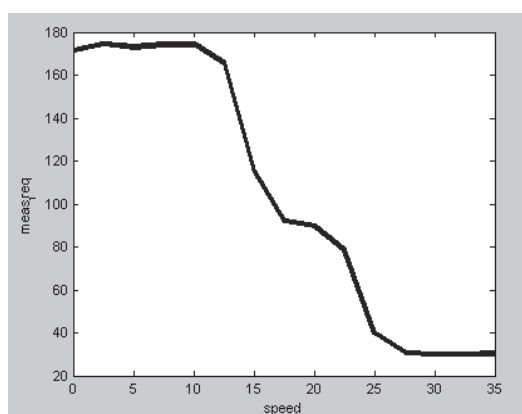


Рис. 3 – График зависимости времени между измерениями от силы ветра

Однако такая система ещё не может использоваться в качестве подсистемы сбора данных, поскольку на её выходе оказывается время, которое не может использоваться в качестве сигнала управления. Поэтому её необходимо дополнить. На рисунке 4 показан упрощённый вид системы, созданной с помощью Simulink.

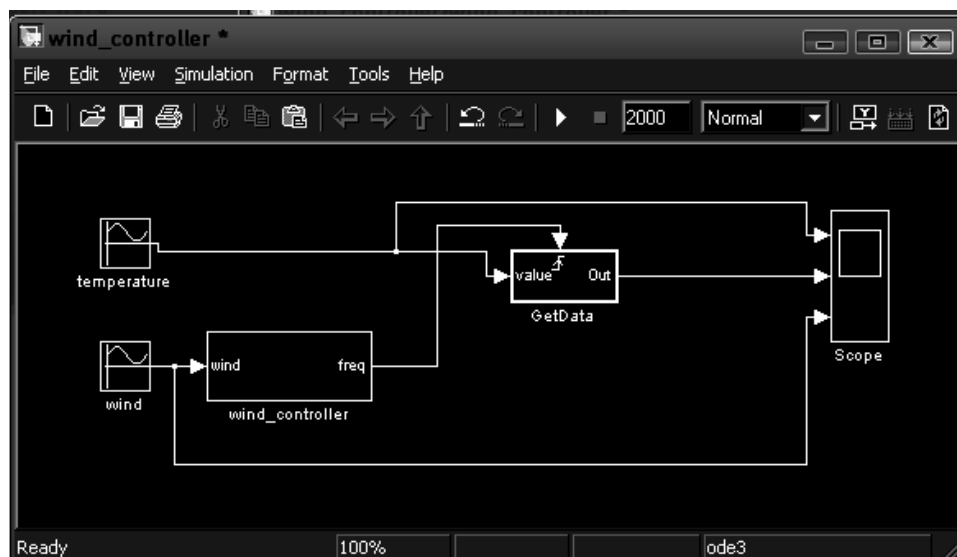


Рис. 4 – Упрощённый вид системы управления сбором данных

Рассмотрим графики, полученные в результате работы системы (рисунок 5). Моделирование работы системы осуществлялось в течение 2000 минут модельного времени. Верхний график представляет собой реальное значение температуры, которое подаётся на вход системы. В данном случае он представлен синусоидой, однако может быть любой функцией.

Нижний график отображает изменение скорости ветра, которое измеряется соответствующим датчиком и подаётся на вход системы. Этот график также с целью наглядности представлен в виде синусоиды. Наконец, средний график показывает, какой сигнал наблюдается на выходе системы. Видно, что скорость его изменения непостоянна и достигает наибольших значений при сильном ветре, а наименьших – при слабом. Для сравнения на рисунке 6 представлены график температуры, снятый с выхода системы, не использующей нечёткую логику в своей работе.

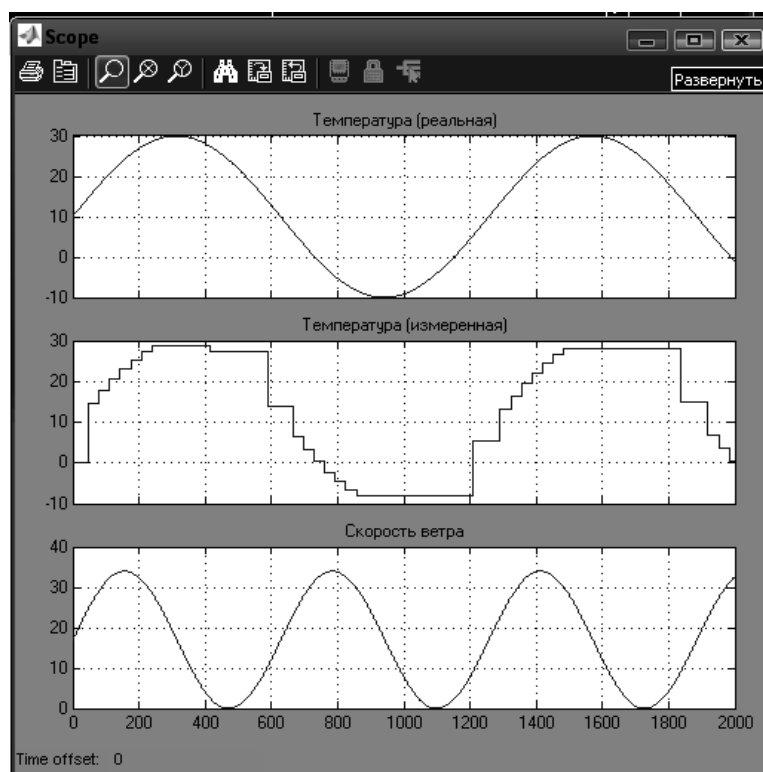


Рис. 5 – Графики работы системы с нечёткой логикой

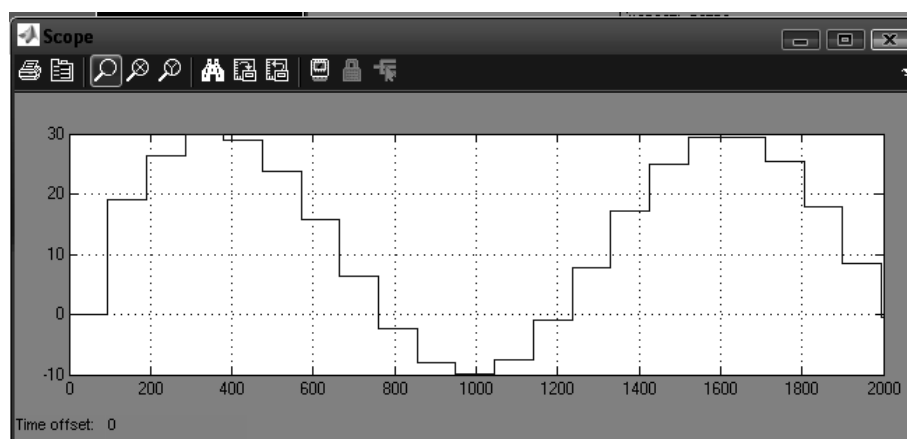


Рис. 6 – График сигнала на выходе системы без нечёткой логики

Выводы

Использование аппарата нечёткой логики позволяет построить адаптивную систему, которая при минимальных затратах способна довольно эффективно управлять сбором данных. Это объясняется тем, что нечёткие понятия являются более естественными для человека, чем строгие математические определения. Таким образом, рассматриваемый подход показывает очевидное преимущество перед стандартными методами, в том числе используемых в синоптической метеорологии. Регулирование объёма поступающей информации с помощью нечёткой логики позволяет ограничить объём ненужной информации и увеличить объём нужной. Это ведёт к более эффективному использованию оперативной памяти, а также позволяет делать более точные прогнозы.

Литература

1. Зверев С.А. Синоптическая метеорология. – СПб.: Гидрометеиздат, 1977. – 712 с.
2. Ким Д.П. Теория автоматического управления. Т.2. Многомерные, нелинейные, оптимальные и адаптивные системы: Учеб. пособие. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004. – 464 с.
3. Монин А.С. Введение в теорию климата. – СПб.: Гидрометеиздат, 1982. – 248 с.
4. Штовба С. Д. Введение в теорию нечетких множеств и нечеткую логику. <http://matlab.exponenta.ru/fuzzylogic/book2/index.php>.

УДК 536.46+534.222.2

НЕУСТОЙЧИВОСТЬ ПЛАМЕНИ В ИДЕАЛЬНОЙ СЖИМАЕМОЙ СРЕДЕ И ПЕРЕХОД МЕДЛЕННОГО ГОРЕНИЯ ВО ВЗРЫВ

Волков В.Э., канд. физ.-мат. наук, доцент
Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

Произведено исследование развития неустойчивости пламени и перехода горения во взрыв в идеальной сжимаемой среде. Доказан стабилизирующий эффект сжимаемости. Найдены формулы для определения критического числа Маха, превышение которого означает переход к неустойчивости.

Investigation of the development of the flames instability and the deflagration-to-explosion transition for the ideal compressible media is done. The stabilizing effect of compressibility is proved. Formulae for the critical Mach number, which excess leads to instability, are found.

Ключевые слова: пламя, горение, взрыв, дефлаграция, неустойчивость, сжимаемость среды, критическое число Маха.

Как доказано нами ранее, основным фактором, стабилизирующим процесс нормального горения, является вязкость [1,2]. Однако сжимаемость среды также оказывает на пламя стабилизирующее воздействие [3]. Совместное рассмотрение влияния вязкости и сжимаемости на процесс распространения малых возмущений стационарного пламени не представляется возможным из-за чрезвычайной математической сложности задачи, поэтому влияние сжимаемости необходимо рассмотреть отдельно.