

ISSN 1561-6886

Научно-теоретический и практический журнал

СОВРЕМЕННЫЙ НАУЧНЫЙ ВЕСТНИК

№ 19 (215) 2014

Серия:

Технические науки

*Современные информационные
технологии*

Научно-теоретический и практический журнал

СОВРЕМЕННЫЙ НАУЧНЫЙ ВЕСТНИК

№ 19 (215) 2014

Серия:

Технические науки

Современные информационные технологии

Ответственный редактор: **Екимов С.В.**
Технический редактор: **Гордашевский В.Б.**
Дизайн и верстка: **Щащенко И.Г.**

Издаётся с 2005 года, выходит раз в квартал
Свидетельство о регистрации средства массовой информации
ПИ № ФС77-21429 от 27 июня 2005 г.

Свидетельство выдано Федеральной службой по надзору за
соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций и
охране культурного наследия.

Настоящее свидетельство выдано в соответствии с Законом Российской
Федерации от 27 декабря 1991 года "О средствах массовой информации"

Сдано к печати 18.04.2014. Подписано к печати 18.04.2014.
Формат 60x84 1/8. Способ печати – ризограф.
Усл. печ. лист. 14,88. Тираж 300 экз.
Отпечатано на полиграфической базе ООО «Руснаучкнига», г. Белгород

308023, г. Белгород, пр. Б. Хмельницкого, 135/69а
Тел./факс (4722) 358009 E-mail: belgorod@rusnauka.com
Представительство на Украине: тел. +38 (056) 3701313

Ладанюк А.П., Бойко Р.О., Смитюх Я.В., Школьная Е.В.

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

Введение

Технологические комплексы (ТК) относятся к сложным организационно – технологическим системам (ОТС), которые составляют один класс объектов управления и характеризуются рядом признаков: многомерность, нестационарность, нелинейность, нечеткость и неопределенность информации, участие в процессе управления человека – принимающего решение (ЛПР) и т.д.. Кроме того, ТК всегда состоят из подсистем, которые описываются своими моделями, характеризуются своим критериям управления и ограничениями на ресурсы [1].

Постановка задачи

В статье рассматривается ТК сахарного завода, процесс функционирования которого описывается большим количеством технологических переменных и технико-экономических показателей, которые в совокупности формируют мощные информационные потоки. Достаточно отметить, что ТК сахарного завода имеет почти 400 точек контроля технологических переменных и требует реализации около 250 функций управления, в том числе автоматического регулирования. Процессы в пределах ТК реализуются на основе тепло – и массообмена, гидродинамики, физико-химических превращений вещества, что дает возможность получить конечный продукт с использованием необходимых преобразований сырья (свеклы) и привлечения необходимых материальных и энергетических ресурсов. Обычно в составе ТК выделяют отдельные подсистемы, например подготовки сырья (тракт подачи и моечное отделение), свеклоперерабатывающее отделение (свеклорезки, диффузионные аппараты), очистки диффузионного сока (преддефекация, основная дефекация, первая и вторая сатурация), выпаривание, продуктивное отделение. Иногда отдельно выделяют подсистемы фильтрации и конденсатного хозяйства. Кроме основного технологического оборудования ТК включает значительное количество промежуточных сборников, трубопроводов, насосов и регулировочно-запорной арматуры.

Технологический комплекс имеет иерархическую структуру, которая соответствует элементарным технологическим операторам, технологическим процессам, отделениям (подсистемам) и ТК в целом. Согласно этой структуре разрабатывается структура интегрированной системы управления, которая реализует ряд функций контроля, управления, обработки текущей информации, по-

лучения рекомендаций по управлению ТК и его подсистемами. Современная теория управления определяет, помимо традиционных задач, такие важные функции как определение состояния сложного объекта, текущей производственной ситуации и ее развития. Для постановки и реализации таких функций в современных системах автоматизации сложных объектов используется комплекс методов, который сочетает детерминированные (четкие, аналитические) модели с нечетким подходом (качественные оценки и основы нечеткой логики). При этом для отдельных подсистем, технологических процессов и агрегатов можно получить математические модели и решения с необходимой детализацией, а для ТК в целом – обобщенные показатели, которые имеют технико-экономический характер. Для ТК сахарного завода выделяют ряд показателей, в частности объем производства сахара и его общие потери [2]. Каждая из подсистем, а также отдельные технологические процессы и агрегаты имеют определенные множества координат состояния, выходных переменных и управляющих воздействий, которые характеризуют состояние объекта, что в комплексе с оценками внешних возмущений определяют производственную ситуацию.

Методика исследования

Для ТК в целом практически используются следующие основные управляющие действия: производительность завода по сырью (свекле), расход диффузионного сока (откачка), расход известкового молока, расход воды на промывку фильтрационного осадка.

На многих сахарных заводах функционируют микропроцессорные системы автоматизации, а на некоторых – интегрированные системы управления, которые имеют иерархическую структуру на основе сетей различного уровня и назначения. В таких системах есть возможность получения оперативной информации, например в виде трендов от SCADA-средств. Эта информация всегда включает кроме полезного сигнала шумовые составляющие, поэтому для ее использования применяются методы предварительной обработки, прежде всего статистический, в том числе дескриптивный анализ, а также современные интеллектуальные методы анализа и обработки временных рядов как последовательности числовых значений технологических переменных и технико-экономических показателей – вейвлет-анализ, нейронные сети, нечеткая логика. В совокупности эти методы дают возможность оценить производственные ситуации, состояние объектов, получить показатели тенденций развития ситуации и прогнозные оценки. Используется также информация из технологических журналов и от экспертов.

Результаты и выводы

Рассматривается технологический комплекс сахарного производства, параметрическая схема которого показана на рис. 1.

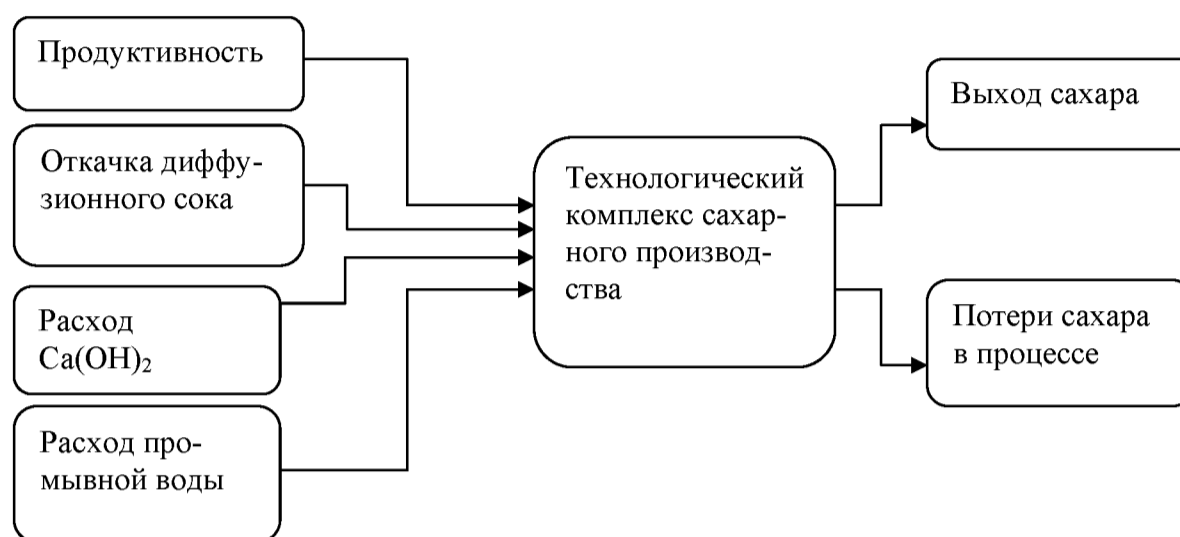


рис. 1 . Параметрическая схема основных потоков

Предлагается решение этой задачи на основе создания нейронечетких сетей и реализации алгоритма логического вывода Сугено. Для этого используют инструментальную среду Matlab . Аппарат, заложенный в основу построения этих сетей, имеет следующие основные преимущества, а именно: возможность гибкой интерпретации причинно – следственных связей, которые сгенерированы на основе нейро – нечеткой структуры, возможность обучения разрабатываемой структуры.

Для реализации решения поставленной задачи предлагается использовать внутреннюю подсистему среды Matlab – подсистему разработки нейро – нечетких структур ANFIS (Adaptive – Network – Based Fuzzy Inference System) – адаптивная сеть нечеткого вывода. Она была предложена Янгом (Jang) в начале девяностых [3]. ANFIS является одним из первых вариантов гибридных нейро – нечетких сетей – нейронной сети прямого распространения сигнала особого типа. Архитектура нейро – нечеткой сети изоморфна нечеткой базе знаний. В нейро – нечетких сетях используются дифференцированные реализации треугольных норм (умножение и вероятностное ИЛИ), а также гладкие функции принадлежности. Это позволяет применять для настройки нейро – нечетких сетей быстрые алгоритмы обучения нейронных сетей, основанные на методе обратного распространения ошибки. Ниже описываются архитектура и правила функционирования каждого слоя ANFIS сети.

ANFIS реализует систему нечеткого вывода Сугено в виде пятислойной нейронной сети прямого распространения сигнала. Назначение слоев следующее: первый слой – термы входных переменных, второй слой – antecedentes (посылки) нечетких правил, третий слой – нормализация ступеней выполнения правил, четвертый слой – выводу правил, пятый слой – агрегирование результата, полученного по разным правилам.

Входы сети в отдельный слой не выделяются. На рис. 2 изображена сеть ANFIS с тремя входными переменными (x_1 , x_2 , и x_3) и множеством нечетких правил. Для лингвистической оценки входных переменных используются 3 термы для каждой.

Введем следующие обозначения, необходимые для дальнейшего изложения:

x_1, x_2, \dots, x_n – входы сети; y – выход сети, $R1$: Если $x_1 = a_{1,r}$ И...И $x_n = a_{n,r}$

ТО $y = b_{0,r} + b_{1,r}x_1 + \dots + b_{n,r}x_n$ – нечеткое правило с порядковым номером r ; m – количество правил, $r = \overline{1, m}$; $a_{n,r}$ – нечеткий терм с функцией принадлежности $\mu_r(x_i)$, применяемый для лингвистической оценки переменной x_i в r -ом правиле, ($r = \overline{1, m}, i = \overline{1, n}$); $b_{q,r}$ – действительные числа в заключении r -го правила ($r = \overline{1, m}, q = \overline{0, n}$).

Выходом каждого узла первого слоя сети является степень принадлежности, что соответствует нечеткой зависимости определения терма:

$$\mu_r(x_i) = \frac{1}{1 + \left| \frac{x_i - c}{a} \right|^{2b}}, \quad (1)$$

где, a, b и c – параметры функций принадлежности.

Второй слой сети представляет собой набор логических правил, что определяют основные причинно – следственные зависимости. Выходы узлов этого слоя обозначаются $\tau_r, r = \overline{1, m}$.

Узлы третьего слоя рассчитывают относительную степень выполнения нечеткого правила:

$$\tau_r^* = \frac{\tau_r}{\sum_{j=1, m} \tau_j}. \quad (2)$$

Узел четвертого слоя рассчитывает степень влияния каждого правила на выход сети:

$$y_r = \tau_r^* \cdot (b_{0,r} + b_{1,r}x_1 + \dots + b_{n,r}x_n). \quad (3)$$

В свою очередь на выходе сети подсчитывается суммарный результат по выходам всех правил:

$$y = y_1 + \dots + y_r + \dots + y_m. \quad (4)$$

Типичные процедуры обучения нейронных сетей могут быть применены для настройки ANFIS сети потому, что в ней использует только дифференцируемые функции. Обычно применяется комбинация градиентного спуска в виде

алгоритма обратного распространения ошибки и метода наименьших квадратов. Алгоритм обратного распространения ошибки настраивает параметры антецедентов правил, то есть функций принадлежности. Методом наименьших квадратов оцениваются коэффициенты выводов правил, потому что они линейно связаны с выходом сети. Каждая итерация процедуры настройки выполняется в два этапа. На первом этапе на входы подается обучающая выборка, и по отклонению между желаемым и действительным поведением сети итерационным методом наименьших квадратов определяют оптимальные параметры узлов четвертого слоя. На втором этапе остаточное отклонение передается с выхода сети на входы, и методом обратного распространения ошибки модифицируются параметры узлов первого слоя. При этом найденные на первом этапе коэффициенты выводов правил не меняются. Итерационная процедура настройки продолжается пока невязка превышает заранее установленное значение.

На основе экспериментальных данных за двухнедельный период функционирования сахарного завода идентифицируется влияние на выход сахара таких факторов как: расход свеклы, откачка диффузионного сока, расход известкового молока, расход промывной воды. В нейро – нечеткой структуре (рис. 2) избраны колоколообразные функции принадлежности, поскольку они позволяют воспроизвести достаточную адекватность разрабатываемой нейро – нечеткой модели.

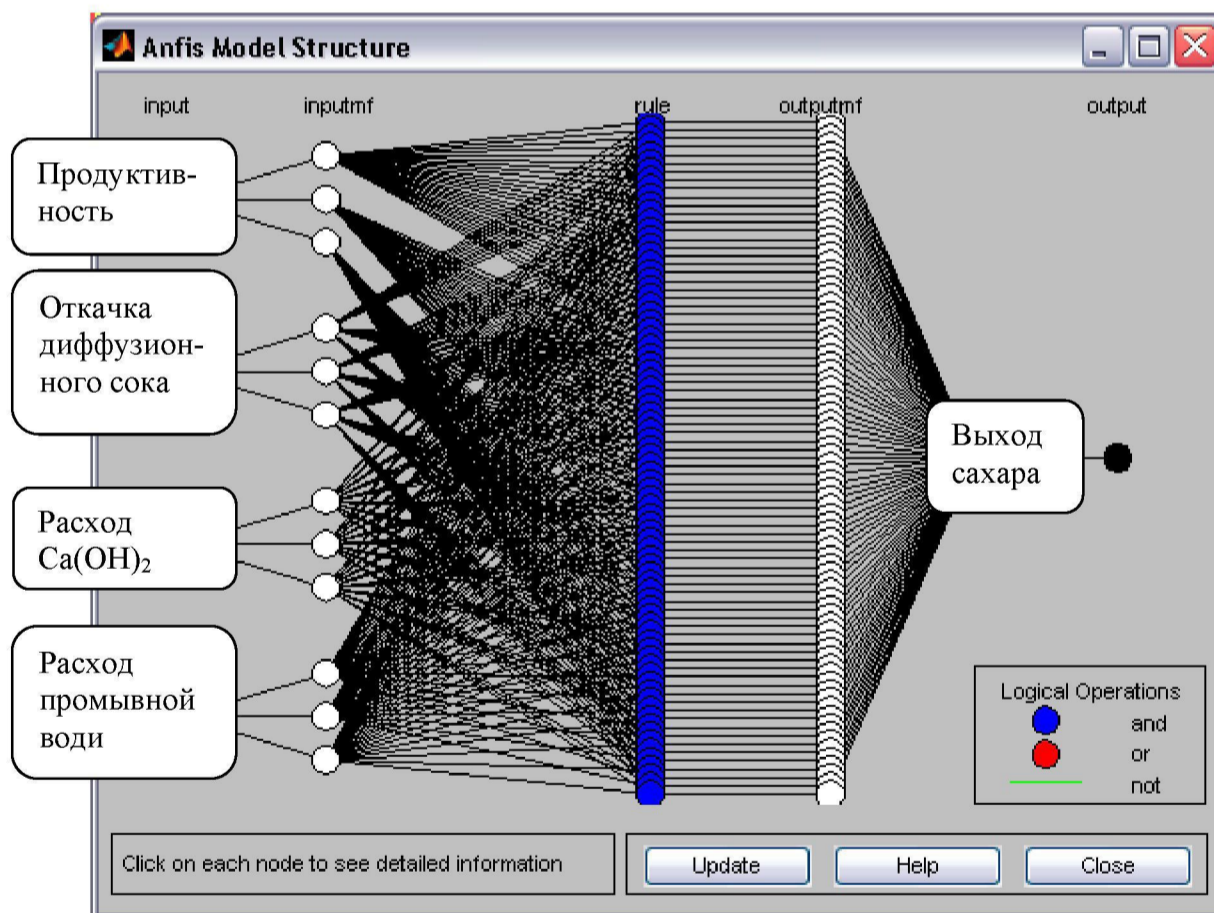


Рис. 2 . Структура нейро – нечеткой сети.

Получены поверхности отклика, отражающие области определений оптимального значения выхода сахара, или его потерь, согласно которым могут быть приняты управляющие решения. В процессе исследования сети получены результаты (рис. 3) в виде зависимости выхода сахара от влияния следующих факторов: расход свеклы в тонах и откачка диффузионного сока в тонах. Для объяснения содержания поверхностей отклика базы знаний введем следующие обозначения графиков: Input 1 – производительность завода; Input 2 – откачка диффузионного сока; Input 3 – расход известкового молока; Input 4 – расход промывной воды; Output – выход сахара.

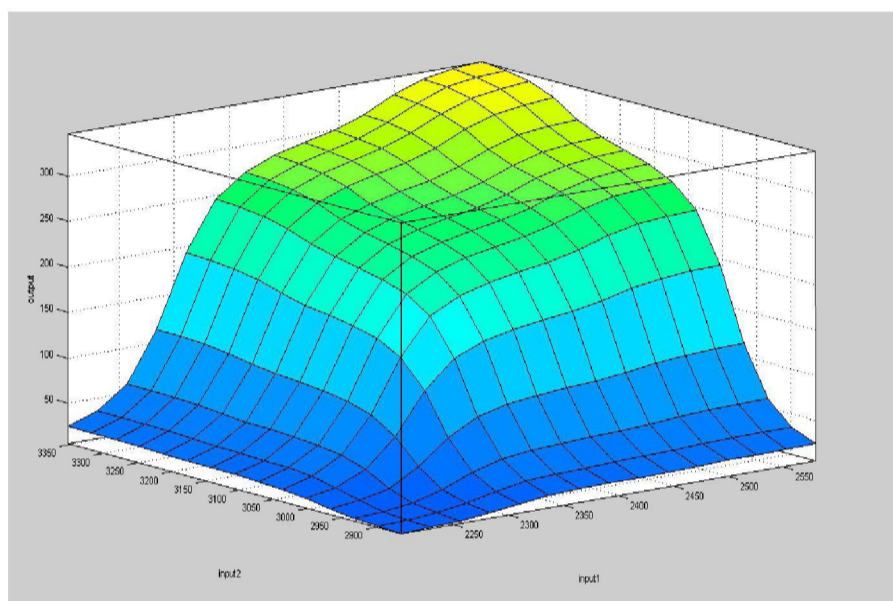


Рис.3 Зависимость выхода сахара от расхода свеклы и откачки диффузионного сока.

Результаты обучения сети показали почти абсолютную сходимость использованного оптимизационного гибридного метода для настройки параметров функций принадлежности разрабатываемой нейро – нечеткой структуры. Аналогично исследована задача относительно потерь сахара в процессе производства. Полученное семейство поверхностей отклика позволяют оценить результаты функционирования ТК в рабочем диапазоне изменений действующих факторов.

Предлагаемый подход позволяет упростить работу специалистов- экспертов по выявлению основных зависимостей между входными и выходными переменными комплекса сахарного производства, сформировать информационный материал для лиц принимающих решения. Разработана база знаний, в которой показано рассчитанные по алгоритму Сугено значения выходов. В созданной базе знаний, исходя из анализа полученных результатов выходов, формируются основные правила, по которым имеется возможность идентифицировать основные причинно – следственные влияния входных каналов на выходные.

Выводы

Результаты работы ориентированы на использование в предпроектных и проектных работах по созданию эффективных систем управления разного назначения для объектов, которые работают в условиях существенных неопределенностей. Каждому сочетанию значений входных факторов соответствует вероятностное значение избранного выходного показателя, что является основой формирования оперативных управляющих воздействий.

Литература

1. Ладанюк А.П. Ситуационное координирование подсистем технологических комплексов непрерывного типа / А.П. Ладанюк , Д.О. , Шумигой , Р.О. Бойко // Международный научно – технический журнал «Проблемы управления и информатики» – № 4. – 2013. – с.117 -122.
2. Ладанюк А.П. , Оперативное управление технологическими процессами в пищевой промышленности / А.П. Ладанюк , В.Г. Перепечаенко // К. : Урожай . – 1987 . – 160 с .
3. Jang J.-S. R. ANFIS : Adaptive – Network – Based Fuzzy Inference System // IEEE Trans . Systems & Cybernetics . – 1993 . – Vol. 23 . – P. 665 – 685 с .