

АРХИТЕКТУРА ОСНОВНЫХ ТИПОВ НЕЧЁТКИХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

Управление динамическими объектами с помощью нечётких систем является новым перспективным направлением. С нечеткой логикой система может реагировать на входы более естественным и интуитивно понятным способом, позволяя обеспечить более надежный и адаптируемый контроль.

С точки зрения инженера по управлению, нечеткие системы управления могут обеспечить более интуитивно понятный способ управления сложными системами [1].

В отличие от традиционных систем управления, которые полагаются на точные математические модели, нечеткие системы управления могут быть разработаны на основе экспертных знаний и реального опыта. Это делает их более адаптируемыми к изменяющимся средам и условиям системы.

С точки зрения оператора системы, нечеткие системы управления могут обеспечить более естественный и интуитивно понятный способ взаимодействия со сложными системами.

Вместо того, чтобы полагаться на сложные математические модели и алгоритмы управления, нечеткая система управления может быть разработана, чтобы реагировать на входные данные более похожими на человека методами. Это может облегчить операторам понимание и управление сложными системами, даже без обширного технического опыта [2, 3].

Рассмотрим структурные схемы основных типов нечётких систем управления.

1. САУ с нечетким контроллером

При синтезе САУ с нечетким контроллером основная доля работы приходится на конструирование базы нечетких продукционных правил. Нечеткий контроллер реализует управление по состоянию, если продукции базы правил строятся с использованием лингвистических переменных, характеризующих состояние объекта. В этом случае цель управления в виде желаемого состояния объекта управления неявно вводится в базу правил экспертом на стадии формирования базы нечетких продукционных правил.

Архитектура САУ с нечетким контроллером, реализующей управление по состоянию, выглядит следующим образом (рис.1).

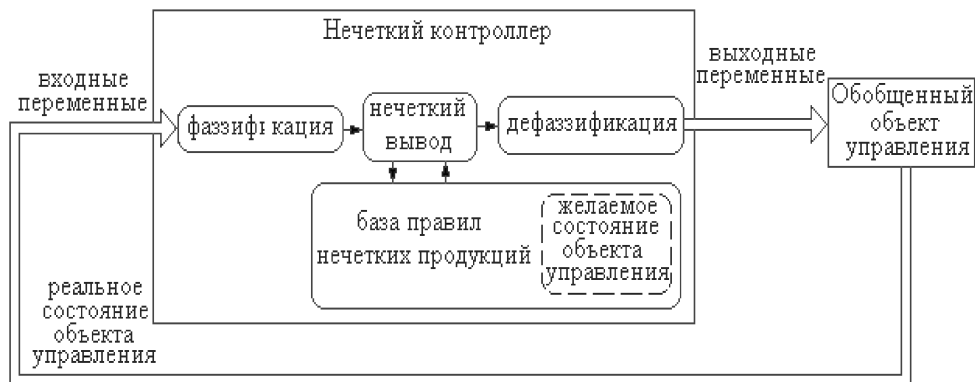


Рисунок 1 – САУ с нечетким контроллером и управлением по состоянию

Обобщенный объект управления включает в себя непосредственно управляемый технологический процесс, усилительно преобразующие механизмы, органы регулирования и датчики измерения переменных состояния объекта управления.

2. Гибридные нечеткие САУ

Гибридная нечеткая САУ – это иерархическая двухуровневая система автоматического управления, на нижнем исполнительном уровне которой находится традиционный регулятор, построенный в соответствии с методами классической теории автоматического управления, а на верхнем координационном уровне используется система нечеткого вывода для интеллектуальной коррекции параметров закона управления, реализованного на исполнительном уровне (рис. 2).

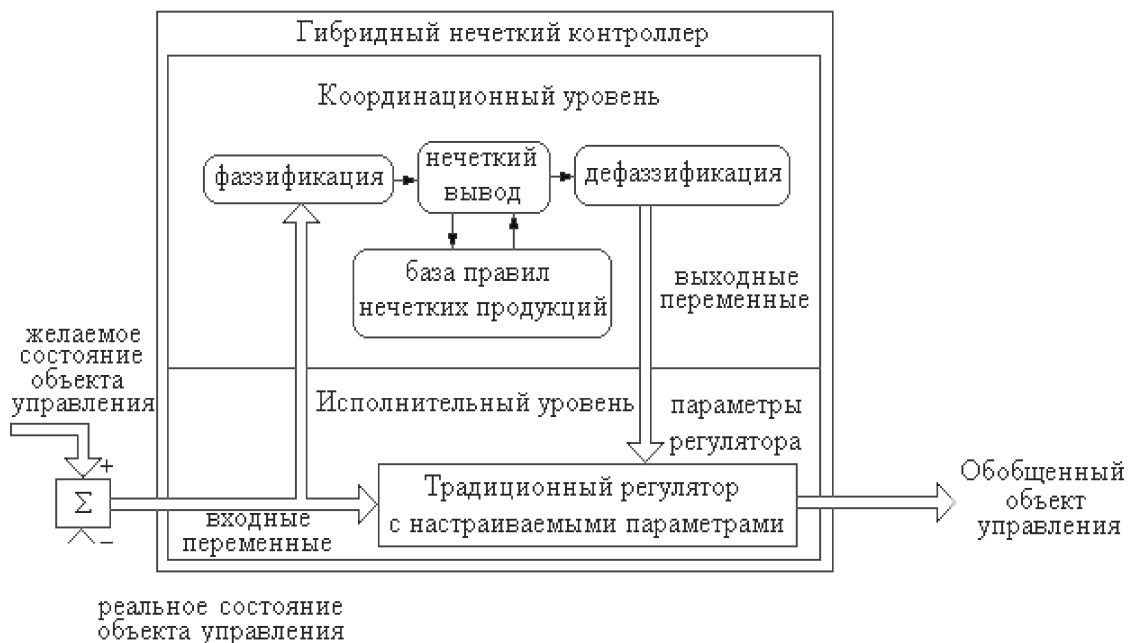


Рисунок 2 – Архитектура гибридной нечеткой САУ

В большинстве случаев при практической реализации гибридных контроллеров в качестве традиционного регулятора исполнительного уровня используется ПИД-регулятор, как обладающий одновременно удовлетворительными динамическими характеристиками при управлении различными классами объектов и возможностью легкой перенастройки параметров.

Адаптивные нечеткие САУ

Рассмотренные ранее САУ с нечетким контроллером и гибридные нечеткие САУ способны обеспечить стабильное управление сложным объектом только в случае, если структура и параметры управляемого объекта остаются достаточно стабильными.

Для сохранения заданного качества процесса управления объектом, структура и параметры которого претерпевают существенные изменения, необходимо производить адаптацию управления. САУ с нечетким контроллером не обладают подобными адаптационными возможностями.

Адаптивная нечеткая САУ представляет собой двухуровневую систему с нечетким контроллером на ведомом исполнительном уровне и нечетким блоком адаптации на ведущем координационном уровне (рис. 3).

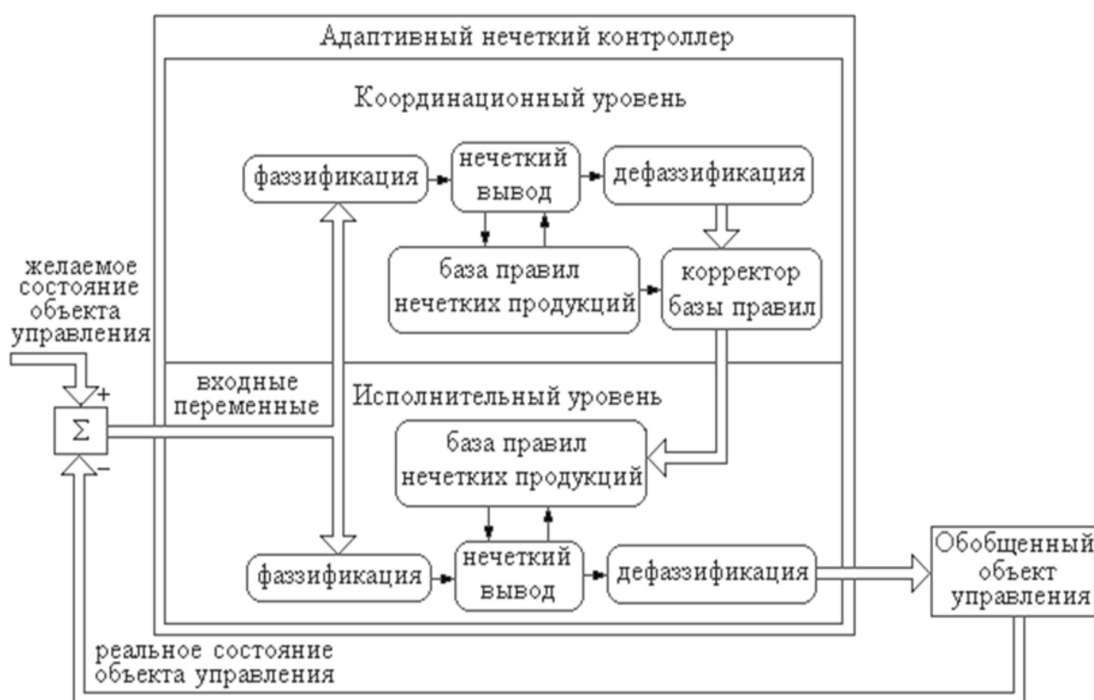


Рисунок 3 – Архитектура адаптивной нечеткой САУ

Принцип работы адаптивного нечеткого контроллера, объединяющего в своем составе координационный и исполнительный уровни управления, заключается в следующем.

При существенном изменении поведения объекта в текущей ситуации, характеризующейся различиями между реальным и желаемым состоянием объекта управления, система нечеткого вывода контроллера исполнительного уровня продуцирует управление, реализация которого уже не обеспечивает необходимого качества регулирования. В этом случае блок адаптации координационного уровня, пользуясь собственной системой нечеткого вывода, производит коррекцию продукционных правил нечеткого контроллера исполнительного уровня.

Непосредственное изменение базы правил нечеткого контроллера исполнительного уровня осуществляет корректор базы правил. Как правило, лингвистической коррекции подвергаются те продукционные правила, активизация которых привела к неадекватному управлению, с точки зрения лингвистической оценки управления, содержащейся в базе знаний координационного уровня.

Таким образом, на координационном уровне происходит нечеткая оценка управления и, при необходимости, коррекция базы продукционных правил нечеткого контроллера, т.е. фактически производится интеллектуальная оценка и коррекция поведения системы управления, которое определяется в виде нечетких продукций на исполнительном уровне.

Наиболее проблематичным в подобной системе является разработка алгоритма работы корректора базы правил координационного уровня, поскольку не существует единого метода адаптации системы нечеткого вывода исполнительного уровня, и в каждой реально введенной в эксплуатацию адаптивной нечеткой САУ этот вопрос решается индивидуально.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алиев Р.А., Церковный А.Э., Мамедов Г.А. Управление производством при нечеткой исходной информации. – М. : Энергоатомиздат, 1991.–240 с.
2. Методы робастного, нейро-нечеткого и адаптивного управления / Под ред. Н.Д. Егупова. – М.: Издательство МГТУ им. Баумана, 2002.– 744 с.
3. Нечеткое моделирование и управление в технических системах : учебное пособие для вузов / Ю. И. Кудинов, Ф. Ф. Пашенко, И.Ю. Кудинов, А.Ф. Пашенко. – Санкт-Петербург : Лань, 2020. – 208 с.