

## КЛАССИФИКАЦИЯ НЕЧЁТКИХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

Современные технологические системы представляют собой сложные системы, функционирующие в условиях большой неопределённости, неполноты знаний и нечёткости описаний как самой системы, так и действующих на неё сигналов. Со временем стало ясно, что для управления такими системами уже недостаточно применения классических методов теории управления и необходимо разработка новых методов и подходов. Одним из таких подходов являются так называемые нечеткие системы управления (fuzzy-системы), основанные на нечеткой логике, разработанной профессором Лотфи Заде еще в 1965 году. Особенно эффективно применение нечетких систем управления там, где объект управления достаточно сложен для его точного описания и существует дефицит априорной информации о поведении системы. [1].

Нечеткими называют регуляторы, ориентированные на обработку нечетких правил для поиска решения задачи управления. Нечеткий регулятор включает: фаззификатор, блок правил, блок вывода и дефаззификатор.

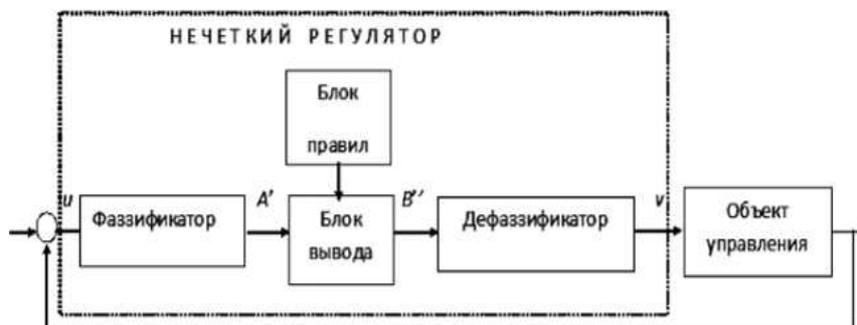


Рисунок 1 – Нечеткий регулятор

Нечеткие алгоритмы формируются на основе нечетких логических правил, поэтому в нечетком регуляторе содержится дополнительный блок, фаззификатор, выполняющий процедуру перехода от реальных (четких) переменных к лингвистическим, реальным значениям переменных ставятся в соответствие лингвистическим значениям (нечеткие множества) [2].

В блоке вывода на основе заранее сформулированных правил, которые основаны на композиционных правилах вывода, определяется нечеткое управляющее воздействие.

В дефаззификаторе вычисляется четкое управляющее воздействие:

- обучением (моделирование и, по возможности, эксперимент на реальном оборудовании);
- настройка с использованием адаптивной сети на основе нейронечеткого подхода (нейронные сети).

Можно рассмотреть следующий вариант классификации нечётких систем автоматического управления (САУ).

### **1. САУ с нечетким контроллером.**

Замкнутая система управления с обратной связью, в прямом контуре которой в качестве регулятора используется нечеткий контроллер – устройство, опрашивающее при помощи датчиков состояние объекта управления и вырабатывающее управляющее воздействие посредством реализации одной из схем нечеткого вывода. Поскольку такое устройство только использует заранее введенные знания, полученные от экспертов на этапе проектирования и представленные в виде базы правил системы нечеткого вывода, но не обладает самостоятельной способностью к модификации базы правил, а все последующие изменения в базе правил осуществляются разработчиком извне, то такая система управления обладает минимальной степенью интеллектуальности.

### **2. Гибридные нечеткие САУ.**

Замкнутая система управления с обратной связью, в прямом контуре которой в качестве регулятора используется гибридный нечеткий контроллер – двухуровневое иерархическое устройство, опрашивающее при помощи датчиков состояние объекта управления и вырабатывающее на первом уровне управляющее воздействие посредством реализации линейного или нелинейного закона управления, полученного методами классической ТАУ (например, ПИД-регулирование, релейный регулятор и т.п.).

На втором уровне гибридного нечеткого контроллера осуществляется адаптация параметров регулятора посредством реализации одной из схем нечеткого вывода, для которой в данном случае входными переменными являются переменные состояния объекта управления, а выходными переменными – параметры закона управления, реализованного на подчиненном уровне (например, коэффициенты усиления ПИД-регулятора). Поскольку такое устройство обладает определенной способностью приспосабливаться к изменению свойств объекта управления и самостоятельно модифицировать закон управления в соответствии с правилами, основанными на знаниях, то такая система управления обладает большей степенью интеллектуальности. Еще

большее увеличение интеллектуальности системы может быть достигнуто, если и алгоритм управления, и методы его модификации используют методы искусственного интеллекта. Этим требованиям отвечают адаптивные нечеткие САУ.

### **3. Адаптивные нечеткие САУ.**

Замкнутая система управления с обратной связью, в прямом контуре которой в качестве регулятора используется адаптивный нечеткий контроллер – двухуровневое иерархическое устройство, опрашивающее при помощи датчиков состояние объекта управления и вырабатывающее на первом уровне управляющее воздействие посредством реализации одной из рассмотренных ранее схем нечеткого вывода. На втором уровне осуществляется коррекция базы правил системы нечеткого вывода при помощи одного из методов нечеткого вывода. Таким образом, при изменении среды функционирования нечеткой адаптивной САУ верхний уровень осуществляет интеллектуальную адаптацию системы нечеткого вывода нижнего уровня, который в свою очередь представляет устройство автоматического принятия решений на основе знаний эксперта.

Данная классификация нечетких систем является далеко не окончательной, поскольку в настоящее время ведутся работы по дальнейшему увеличению интеллектуальности нечетких САУ

Наиболее перспективным в этом плане является разработка интеллектуальных САУ, строящихся на базе нечетких нейронных сетей [3].

### **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. Терехов В.А. Нейросетевые системы управления / В.А. Терехов, Д.В. Ефимов, И.Ю. Тюкин. – Москва : Высшая школа, 2002. – 183 с.