Белгородский Государственный Технологический Университет им. В. Г. Шухова

Кафедра программного обеспечения вычислительной техники  
и автоматизированных систем

## Отчёт по преддипломной практике

Ситуационная советующая система на основе нечёткой логики

**Выполнил:**  
студент группы ПВ-41  
Адаменко И. И.

**Руководитель:**  
профессор  
Синюк В. Г.

Белгород  
2016

Оглавление

[Введение 3](#_Toc450916290)

[Ситуационные советующие системы 5](#_Toc450916291)

[Список литературы 11](#_Toc450916292)

# Введение

В современном мире существует огромное количество сложных объектов и ситуаций, управление которыми невозможно с использованием только количественной информации. Необходимо также задействовать качественную, т. н. смысловую информацию.

Причины для изучения логико-лингвистических моделей возникли в момент попытки автоматизации объектов столь сложной природы, для которых существующие методы оказались непригодными или малоэффективными. И тому есть несколько причин [1]:

1. Между параметрами, от которых зависит процесс управления, не получается установить точных количественных зависимостей.
2. Далеко не все цели управления объектом (ситуацией) могут быть выражены количественно.
3. Те способы для описания объектов и их процессов, которые существуют, приводят к конструкциям, с которыми сложно, а то и вовсе невозможно работать из-за их громоздкости.
4. Процесс управления — это многошаговый процесс, причём следующий шаг не всегда известен и однозначно определён заранее.

К тому же, если расширять понятие «объект управления», включая в него не только объекты, участвующие в технологических процессах, но и, например, в социальных, то появляются ещё причины, такие как невозможность строгого формулирования цели существования объекта, его эволюция во времени и сложный состав.

Тот факт, что процесс управления — многошаговый (п. 4) накладывает особенные ограничения, связанные с объёмом вычислений. Поскольку следующий шаг заранее не известен, очевидным решением является перебор всех возможных следующих шагов, а затем следующих для них и т. д. Таким образом практически невозможно проанализировать влияние каждого из этих шагов на принимаемое в итоге решение. Для этого и создаются ситуационные советующие системы, использующие механизмы ввода, основанные на прецедентах.

# Ситуационные советующие системы

В связи с технологическим развитием современного мира, системы нацеленные на поддержку принятия решений становятся всё более актуальными. Если не так давно они использовались только при решении каких-либо технологических задач, частично связанных со сложными количественными вычислениями, а частично — с анализом качественных характеристик текущей ситуации, то сейчас и обычному человеку доступны вычислительные мощности, которые могут использоваться (и активно используются) в повседневной жизни. Это может быть как рекомендательная система в онлайн-магазине, основанная на качественных отзывах покупателей («Мне понравилось, что..», «Мне не понравилось, что..» и т. д.), так и система поддержки водителя автомобиля, учитывающая всевозможные количественные (скорость, количество топлива, температура двигателя) и качественные («мастерство» водителя) характеристики.

Название этих систем вполне соответствует действительности: они по запросу пользователя выдают «советы» о рекомендуемых последующих действиях, которые приведут к обозначенной заранее цели, причём, советы, основанные не на простых вычислениях в идеальном мире, а на опыте реальных людей, авторитетов в своей области.

Как, опять же, следует из названия, советующая система не заменяет человека, она только подсказывает ему, какое действие он должен предпринять. Это связано с тем, что право выбора должно оставаться за человеком, который так или иначе часто более опытен, чем система, однако его скорость реакции во много раз медленнее. Поэтому такие системы не включаются в контур управления, хотя бывают и исключения. Например, автопилот в самолёте. И то, в таком случае, самой советующей системы в контуре управления нет, есть только механизм, который получает данные от неё и на их основе принимает решение. А то, как включается этот механизм — вручную человеком или автоматически в экстренной ситуации, это уже зависит от потребностей конкретной системы.

Таким образом, в 1990 году А. Н. Мелихов, Л. С. Берштейн и С. Я. Коровин подготавливают монографию [1], с целью развития ситуационного подхода к принятию решений на основе нечёткой логики, выполняя для этого анализ различных нечётких моделей, которые могут быть использованы в системах распознавания образов, диагностических, экспертных и советующих системах, применяемых в условиях неполноты, недоопределённости и нечёткости исходной информации. Они рассматривают вопросы программной и аппаратной реализации предложенных алгоритмов, подкрепляя тем самым содержание монографии решением практических задач для различных областей техники. Рецензентом работы является доктор технических наук Д. А. Поспелов, благодаря которому появилось понятие «логико-лингвистическая модель».

Возникает естественный вопрос, откуда система будет брать данные для определения того, что лучше сделать в текущей ситуации? Если мы рассматриваем какой-то объект, для управления которым уже есть опытный оператор, то модель управления этим объектом уже создана. Она существует в виде правил в памяти оператора, которые необходимо представить в приемлемой для ЭВМ форме. Однако это не столь тривиальная задача. Человеку удобнее оперировать качественными характеристиками, нежели количественными («повернуть чуть-чуть», «наклонить сильнее», «очень близко», «медленно» и пр.), что доказано на практике [3, 4]. Для формализации этих нечётких понятий используется нечёткая логика.

Основная часть советующей системы с нечёткой логикой (ССНЛ) является нечёткая модель управления. Структура этой модели состоит из трёх крупных блоков [2], изображённых на рис. 1. Основным является блок принятия решений (БПР), который получает информацию из блока оценки состояний (БОС), обрабатывает её и передаёт результат в блок выдачи управляющих взаимодействий (БВУВ).

БОС получает информацию от оператора и строит на её основе формализованное описание текущей ситуации. Чтобы оценить семантику нечётких понятий используются понятие лингвистической переменной, введённой Л. Заде в [5]. Это своего рода такая форма организации экспертной информации, на основе которой и производится семантическая идентификация нечётких категорий. Когда блок получает на вход какую-то качественную информацию (нечёткое понятие), он ставит ему в соответствие нечёткое множество на определённой предметной шкале, которое или строится на основе экспертного опроса оператора, или выводится из уже имеющихся нечётких множеств [5, 6]. Стоит заметить, что чёткая, количественная информация также получает в соответствие нечёткое множество. Таким образом система оперирует полностью нечёткими понятиями.

По полученным данным БОС строит формализованное описание текущей ситуации, своего рода композицию нечётких множеств, и передаёт его в БПР. БПР же на основе нечётких логических заключений определяет, какое управляющее решение наиболее подходит в данной ситуации и передаёт его в БВУВ, который выполняет действия, обратные БОС, т. е. переводит имеющиеся нечёткие понятия в форму, в которой они будут понятны пользователю, при необходимости аппроксимируя и интерпретируя их на уровне лингвистики [7, 8]. Подробнее о блоках будет описано в следующих разделах данной работы.



Рисунок 1. Архитектура ССНЛ

Главными проблемами, решаемыми при построении системы принятия решений с нечёткой логикой, являются: сопоставление описаний состояний объекта принятия решения с условиями истинности продукции и определение последовательности просмотра и анализа продукции при выводе решений. В зависимости от методов решения этих проблем советующие системы разделяются на два класса: «ситуация — действие» (С-Д) и «ситуация — стратегия управления — действие» (С-СУ-Д).

Решение первой проблемы одинаково для обоих классов систем: используя эталонные состояния, представленные в виде нечётких ситуаций, а также текущее состояние (тоже как нечёткую ситуацию) с помощью специальных мер близости определяется необходимая эталонная ситуация (методом ближайшего соседа).

А решение второй проблемы различно, так как продукции описаны в системах по-разному. В С-Д-системах продукции описаны явно, в виде нечёткой базы знаний, а условия их истинности задаются эталонными состояниями (т. е. эталонными нечёткими ситуациями), причём каждая продукция также содержит ещё и управляющее решение, которое выдаётся после процесса вывода решения. В процессе вывода решения сопоставляется описание текущей ситуации со всеми эталонными, определение продукции с наиболее подходящей эталонной ситуации и нахождение соответствующего управляющего решения. При этом последовательность просмотра продукций, как правило, неизменна.

Если формализовывать описанное выше, то продукционная система в С-Д-системах ставит в соответствие каждой ситуации из определённого набора ситуаций , некоторое управляющее решение . Набор содержит эталонные ситуации, и в отличие от набора типовых ситуаций , не содержит нечётко равных при определённом пороге равенства ситуаций. Это уменьшает размерность продукционной системы и не снижает эффективности модели управления в пределах достоверности, ограничиваемых порогом равенства.

В системах С-СУ-Д же продукции не задаются в явном виде, а выводятся с помощью нечёткой ситуационной сети (НСС), которая является ни чем иным, как нечётким взвешенным графом переходов по эталонными ситуациям. С помощью нечёткого маршрута между текущей и необходимой ситуацией определяется набор продукций и последовательность их просмотра. Необходимая (т. н. целевая) ситуация выбирается с помощью специальной продукционной системы, или же с помощью НСС. За счёт использования НСС полученная система устойчива к резким изменениям условий управления, т. е. система получается очень гибкой.

Так как целевая ситуация в модели С-СУ-Д может задаваться явно, то в ней используется продукционная система типа «ситуация — ситуация». Также, поскольку целевая ситуация может определяться исходя из анализа степеней предпочтения управляющих решений, для её постановки может быть построена НСС, вершины которой соответствуют эталонным нечётким ситуациям, дуги взвешены управляющими решениями, необходимыми для перехода по ситуациям, и степенями предпочтения этих решений.

Степени предпочтения управляющих решений или неизменны в каждой ситуации (т. к. определяются экспертным опросом), или же некоторым образом зависят от ситуации, и тогда для их определения используется продукционная система типа «ситуация — предпочтение решений» (С-ПР). Управляющее решение, соответствующее текущей ситуации, представляет собой последовательность решений, необходимых для перехода от текущей ситуации к целевой по оптимальному в некотором смысле маршруту в НСС, который и называется стратегией управления. Таким образом, вывод решения в модели С-СУ-Д разбивается на два этапа: постановка цели (целевой ситуации) и построение стратегии управления. Ситуация с возможными в ней управляющими решениями по сути дела представляет собой продукцию системы С-Д. Можно сказать, что стратегия управления задаёт последовательность «просмотра» продукций в продукционной системе «ситуация — действие», соответствующую оптимальному переводу объекта управления в целевое состояние.

# Список литературы

1. Поспелов Д. А. Логико-лингвистические модели в системах управления. — М.: Энергоиздат, 1981. — 231 с.
2. Мелихов А. Н., Берштейн Л. С., Коровин С. Я. Ситуационные советующие системы с нечёткой логикой. — М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1990. — 272 с.
3. Пушкин В. Н. Оперативное мышление в больших системах. — М.: Энергия, 1965. — 257 с.
4. Тихомиров О. К. Структура мыслительной деятельности человека. — М.: Изд-во МГУ, 1967. — 158 с.
5. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближённых решений. — М.: Мир, 1976. — 165 с.
6. Кофман А. Введение в теорию нечётких множеств. — М.: Радио и связь, 1982. — 432 с.
7. Аверкин А. Н., Батыршин И. З., Блишун А. Ф., Силов В. Б., Тарасов В. Б. нечёткие множества в моделях управления и искусственного интеллекта / Под ред. Поспелова Д. А. — М.: Наука, 1986. — 312 с.
8. Борисов А. Н., Алексеев А. В., Крумберг О. А. Модели принятия решений на основе лингвистической переменной. — Рига: Зинатне, 1982. — 256 с.