

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

На правах рукописи

Даудов Тимур Гаммаевич

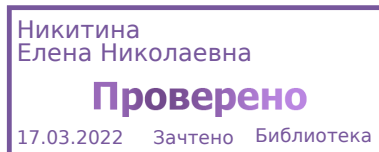
РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕЛИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫМ ГАЗОПРОВОДОМ

Направление подготовки

13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника»

АВТОРЕФЕРАТ
МАГИСТЕРСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ

2022



Работа выполнена в ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре
государственный университет»

Научный руководитель

Кандидат технических наук,
доцент кафедры, Черный Сергей
Петрович

Рецензент

Кандидат технических наук,
менеджер по поддержке производства,
филиал АО «Талес Авионикс»,
Круговой Роман Николаевич

Защита состоится «11» марта 2022 года в 9 часов 00 мин на заседании государственной экзаменационной комиссии по направлению подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника» в Комсомольском-на-Амуре государственном университете по адресу: 681913, г. Комсомольск-на-Амуре, пр. Ленина, 27, ауд. 104/3.

Автореферат разослан 25 февраля 2022 г.

Секретарь ГЭК

Бузикаева А.В.

Актуальность: В настоящее время топливно-энергетический комплекс является одной из основ экономики России. Между добычей и переработкой газа находится важное связующее звено - магистральные газопроводы. Для обеспечения хорошей производительности газотранспортной системы в газопроводе необходимо поддерживать высокое давление (до 55 кг/см²).

При движении газа происходит значительное снижение давления по длине газопровода вследствие преодоления гидравлического сопротивления. Поскольку газ является сжимаемой средой, плотность газа по длине газопровода уменьшается. В связи с этим по трассе магистрального газопровода с интервалом 80...120 км (и более) сооружаются компрессорные станции, предназначенные для повышения давления до величин, определяемых прочностью металла труб. При этом пропускная способность газопровода значительно возрастает.

Кроме того существует проблема неравномерного потребления газа. Как правило, потребители газа используют его неравномерно. Потребление газа изменяется по месяцам, дням недели или календарным дням, по часам суток. Различают сезонную неравномерность, суточную неравномерность, часовую неравномерность. Режим расхода газа городом зависит от режима отдельных групп потребителей и их долевого участия в общем городском потреблении. Неравномерность расходования газа обусловлена многими факторами: климатическими условиями, режимом работы предприятий и их газооборудования, укладом жизни населения и газооборудованием квартир.

Неравномерность потребления существенно сказывается на экономических показателях систем газоснабжения. Несоответствие подачи газа спросу делает систему ненадежной. При наличии пиков потребления газа требуется увеличение мощности оборудования и диаметров труб систем газоснабжения. Выравнивание графиков потребления обуславливает строительство подземных хранилищ газа и создание потребителей-регуляторов, оборудуемых вторыми топливными хозяйствами. Наилучшее решение проблемы дает метод экономической оптимизации.

Одним из способов регулирования расхода газа является регулирование оборотов нагнетателя. Обороты нагнетателя возможно регулировать с помощью двигателя

В большинстве случаев КС оборудуются центробежными нагнетателями с приводом от газотурбинных установок или электродвигателей. В настоящее время газотурбинным приводом оснащено около 80% всех КС, а электроприводом – около 20%. Остановим свой выбор на электроприводе, как наиболее нам близком [1].

Цель работы: разработка новых принципов построения систем управления магистральным газопроводом на базе нечеткой логики с исследованием ее характеристик.

Достижение указанных целей обеспечивается постановкой и решением следующих основных задач:

- создание математического описания объекта «электропривод – компрессор – трубопровод»;
- изучение принципов управления технологическим процессом объекта и разработка новых способов управления объектом «электропривод – компрессор – трубопровод»;
- изучение принципов нечеткого управления;
- синтез нечетких систем управления участком магистрального газопровода.

Решение поставленных задач и достижение цели диссертационного исследования позволяет перейти к исследованию поведения объекта «электропривод – компрессор – трубопровод» и совершенствованию нечеткой системы управления.

Апробация работы. Основные положения работы были представлены на III Всероссийской национальной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых МОЛОДЕЖЬ И НАУКА: АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ И ПРИКЛАДНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ. в г. Комсомольск-на-Амуре, 2020 г.

Содержание диссертации

Во введении произведен краткий обзор исследуемой тематики, обозначена актуальность проблемы исследования.

В первой главе произведен обзор состояния газовой промышленности в Российской Федерации на сегодняшний день, перспективы её развития в ближайшем будущем, описание технологии транспорта газа, основные положения теории мягких вычислений.

В основе нечеткой логики лежит теория нечетких множеств, которая позволяет описывать неточные, качественные понятия и, в некотором смысле, повторяет способ мышления человека. Нечеткая логика, которая служит основой для реализации методов нечеткого управления, более естественно описывает характер человеческого мышления и ход его рассуждений, чем традиционные формально-логические системы.

Теория нечетких множеств является расширением классической теории множеств. Однако, если в классической теории множеств каждый элемент однозначно принадлежит либо не принадлежит какому-либо множеству, то в теории нечетких множеств любой элемент может не принадлежать некоторому нечеткому множеству или принадлежать ему полностью или принадлежать ему только в некоторой определенной степени. Поэтому вводится очень важное в теории нечетких множеств понятие – степень принадлежности.

Нечеткое управление оказывается особенно полезным, когда технологические процессы являются слишком сложными для анализа с помощью общепринятых количественных методов или когда доступные источники информации интерпретируются качественно, неточно или неопределенно. Нечеткая логика, на которой основано нечеткое управление, ближе по духу к человеческому мышлению и естественным языкам, чем традиционные логические системы. Нечеткая логика обеспечивает эффективные средства отображения неопределенностей и неточностей реального мира. Наличие математических средств отражения нечеткости исходной информации позволяет построить модель, адекватную реальности.

Вторая глава посвящена описанию объекта управления и синтезу многокаскадной нечеткой системы управления. Получена математическая модель объекта регулирования «электропривод – компрессор – трубопровод» в виде структурной схемы (рисунок 1).

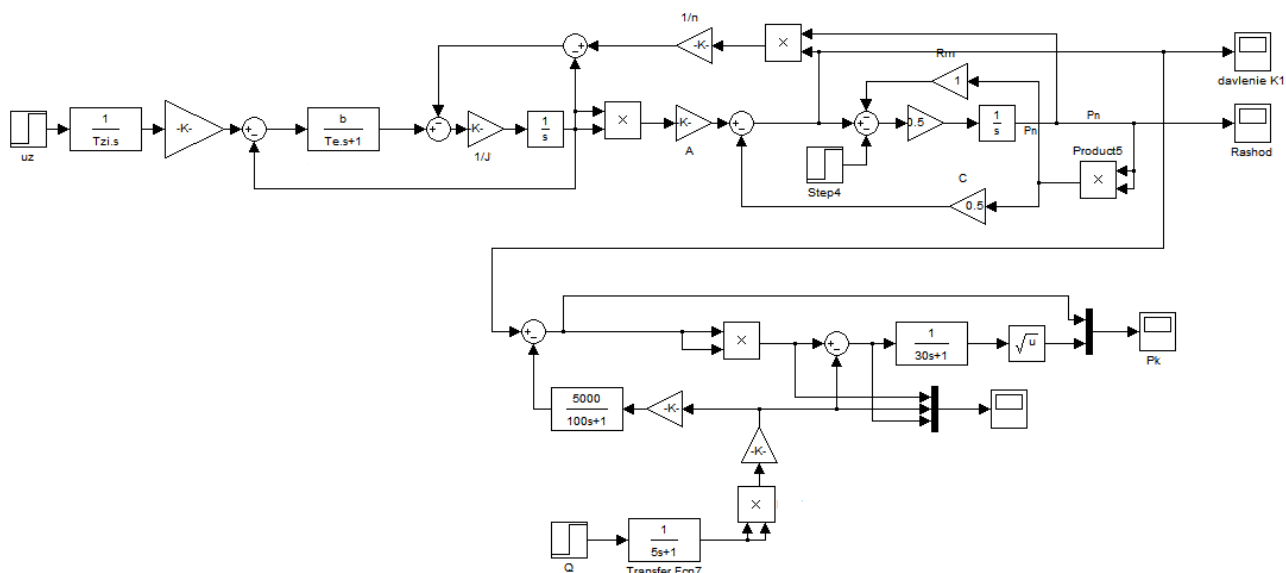


Рисунок 1 – Модель системы «электропривод – компрессор – трубопровод»

Произведен синтез однокаскадного нечеткого регулятора (рисунок 2). Нечеткий регулятор имеет 3 входных сигнала:

- сигнал величины давления в начале трубопровода P_n ;
- сигнал величины давления в конце трубопровода P_k ;
- производная от сигнала давления в конце трубопровода dir .

И один выход – сигнал управления U_z , который поступает на вход датчика интенсивности двигателя.

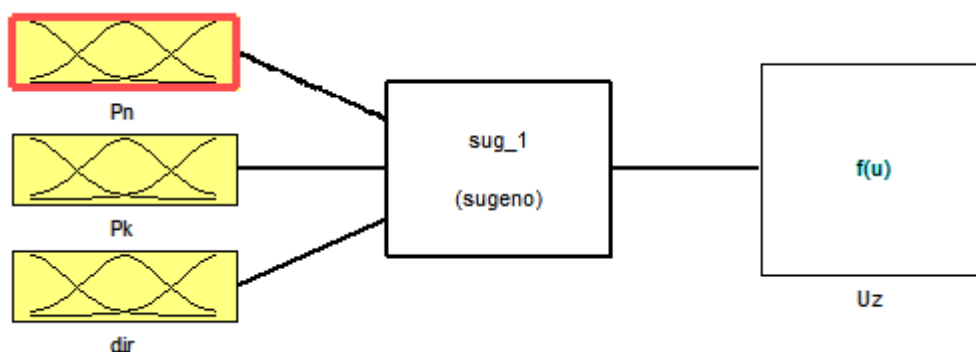
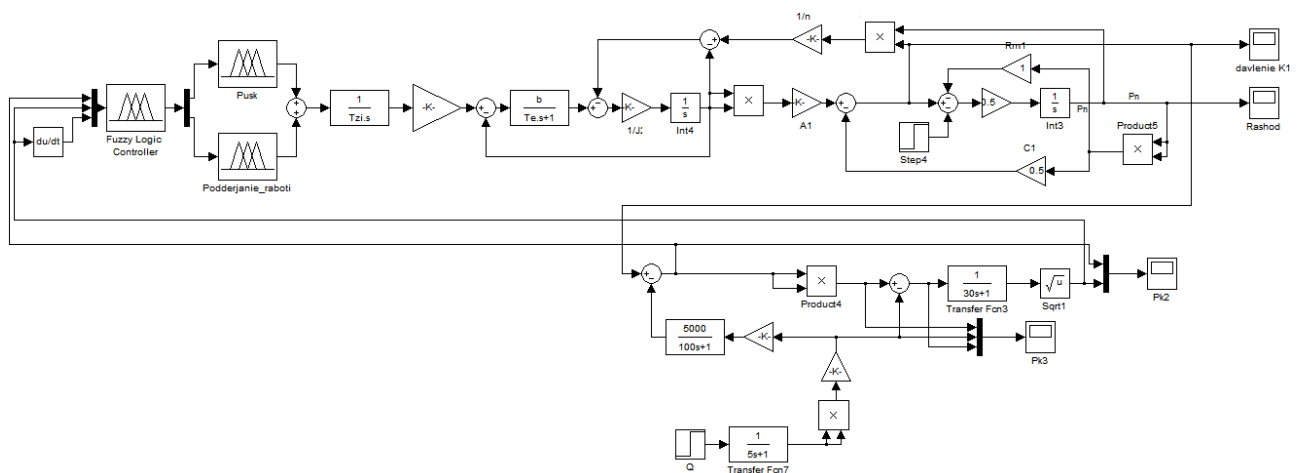


Рисунок 2 – Структура нечеткого регулятора

Структурная схема системы многокаскадным нечетким регулятором изображена на рисунке 4.



7

В качестве функций принадлежности взяты треугольные формы. в качестве примера на рисунке 5 приведено распределение функций принадлежности переменной P_k (выходного давления в трубопроводе).

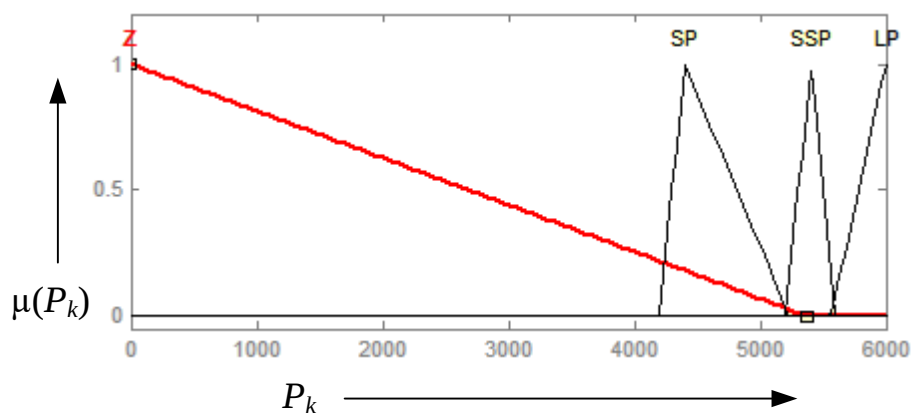


Рисунок 5 – Распределение термов переменной P_k

В третьей главе произведен анализ полученных результатов. Графические результаты позволяют говорить о том, что данная многокаскадная система работает адекватно. Сравнивая полученные данные без регулирования и с нечетким регулированием, убеждаемся в том, что многокаскадная система обрабатывает возмущающие воздействия (рисунок 6).

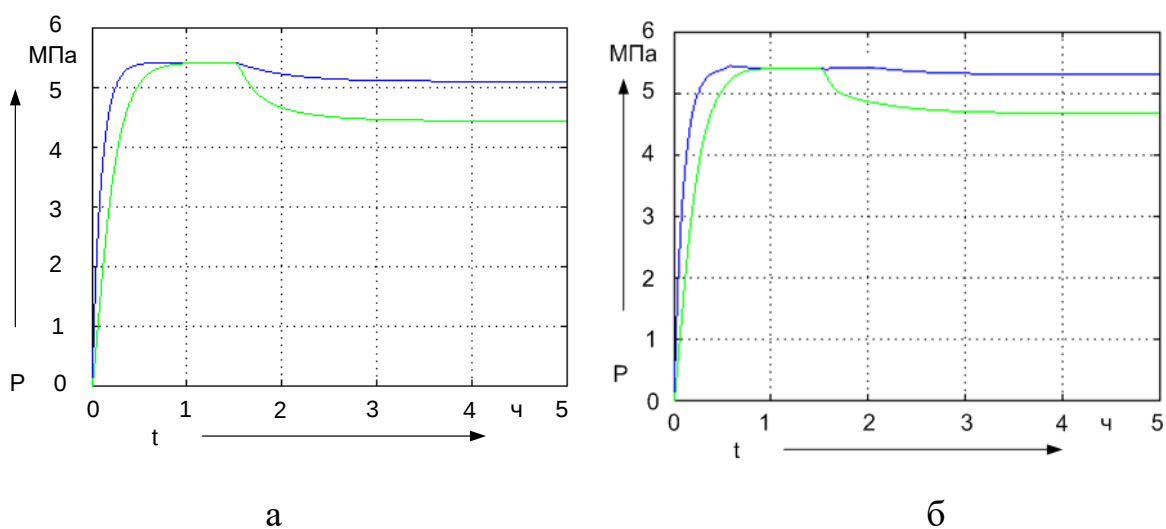


Рисунок 6 – Сравнение работы исходной системы (а) и системы с многокаскадным нечетким регулятором (б)

В качестве эксперимента была смоделирована ситуация неравномерного потребления газа (рисунок 6). Вначале расход достаточно велик, но через некоторое время он сокращается, но не до нуля.

Как видно из рисунка 6 регулятор справляется с возникающими неравномерностями потребления газа.

Это свойство полученного регулятора можно использовать, например, на конечных участках газопровода. Как правило, в конце каждой ветки газопровода расположена газораспределительная станция (ГРС). С одной стороны в конечный участок газопровода нет смысла нагнетать высокое рабочее давление, т.к. это ведет к большим материальным затратам. С другой стороны для нормальной работы линии редуцирования ГРС необходимо поддерживать давление не ниже 1,1 МПа (или выше, в зависимости от выходного давления ГРС). Использование правильно настроенного многокаскадного нечеткого регулятора, позволит найти необходимый баланс давления и поддерживать его. Такое свойство регулятора очень важно. На данном технологическом уровне подобную работу выполняет человек.

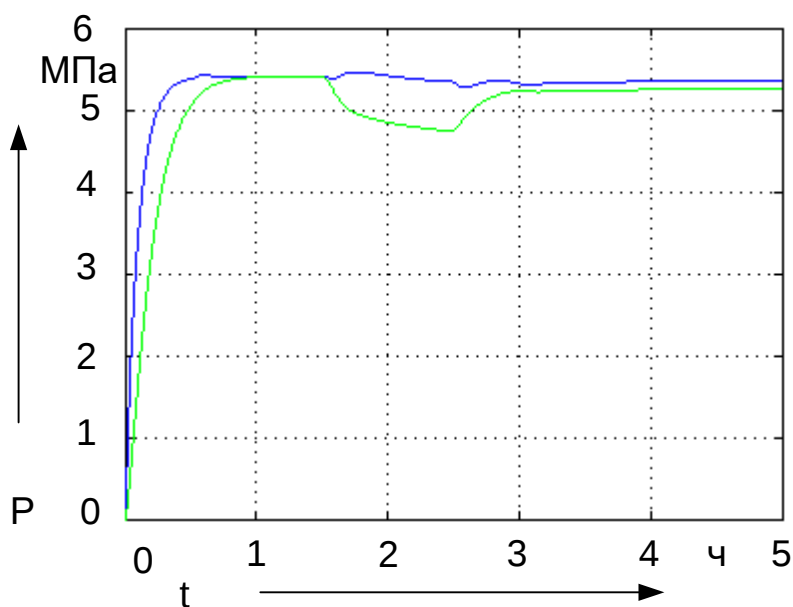


Рисунок 6 –Моделирование неравномерного отбора газа потребителем

Кроме того развивая концепцию многокаскадного нечеткого регулятора необходимо двигаться к идее использования нечеткого регулятора как экспертной системы поддержки принятия диспетчерских решений.

Если газотранспортная система достаточно сложная, то первый каскад регулятора целесообразно использовать как базу знаний о режимах работы газотранспортной системы. Последующие каскады будут служить каналами выработки управляющего сигнала. Так же данную систему можно будет использовать как чисто консультативную, при принятии решений о корректировке режима работы газотранспортной системы.

Выводы

В работе была получена имитационная модель участка газотранспортной системы, в составе которой был смоделирован объект «электропривод – компрессор – трубопроводная магистраль». Так же был произведен синтез многокаскадного нечеткого регулятора, работающего с использованием алгоритмов нечеткого логического вывода Мамдани и Сугено. Нечеткие модели имеют ряд преимуществ перед классическими, позволяя улучшить основные динамические показатели регулирования, без использования сложного математического описания.

Результаты моделирования подтвердили эффективность использования многокаскадного регулятора для решения подобного класса задач. Отметим возможность дальнейшего развития концепции многокаскадного нечеткого регулятора как системы поддержки принятия диспетчерских решений.

Бузикаева А.В. Технология интеллектуального управления системами электроприводов постоянного и переменного тока / А.В. Бузикаева, Т.Г. Даудов, С.П. Черный. – Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований. Материалы III Всероссийской национальной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, в 3 ч., Комсомольск-на-Амуре, 2020. С. 204-206.