

АКАДЕМИЯ НАУК РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН
ИНСТИТУТ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАЦИОННЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ

На правах рукописи

УДК: 519.681.5

Ходжаев Шухрат Толибович

**МОДЕЛИ, АЛГОРИТМЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ И ОПЕРАТИВНОГО
УПРАВЛЕНИЯ ОБЪЕКТАМИ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ**

05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Ташкент – 2012

Работа выполнена в Институте математики и информационных технологий АН РУз.

Научный руководитель доктор технических наук, профессор
Садуллаев Рахматулло

Официальные оппоненты: доктор физико-математических наук,
профессор
Абдукадыров Абдузариф Абдурауфович
кандидат технических наук, доцент
Каримов Улугбек Фуркатович

Ведущая организация **Самаркандский государственный
университет**

Защита состоится «___» _____ 2012 года в ___ часов на заседании специализированного совета Д.015.17.02 при Институте математики и информационных технологий АН РУз по адресу: 100125, г. Ташкент, ул. Дўрмон йўли, 29. Телефон: (99871)2627544, факс: (99871)2627321.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Института математики и информационных технологий АН РУз.

Автореферат разослан «___» _____ 2012 г.

Ученый секретарь
специализированного совета

Исмоилов М.А.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИССЕРТАЦИИ

Актуальность работы. Топливо-энергетический комплекс Республики Узбекистан представляет собой крупнейший в Центральной Азии комплекс предприятий по добыче, переработке и транспорту нефти, газа и газового конденсата для обеспечения потребителей целевым продуктом.

Качественное управление работой этого сложного комплекса, несомненно, требует создания и внедрения современных информационных систем различного масштаба и назначения. Этапы исследования и разработки, при этом, нацелены на решение сложных технологических, гидравлических и технико-экономических задач, связанных с определением соответствующих показателей и принятием решений по анализу функционирования и оперативного управления этих систем.

В Постановлении Кабинета Министров Республики Узбекистан от 01.04.2009 г. за №93 указывается, что в соответствии с Государственной программой по развитию нефтегазовой отрасли на 2007-2012 годы, приняты меры, направленные на бесперебойную поставку целевого продукта потребителям Республики.

Стратегия развития инфокоммуникационных технологий Республики Узбекистан на 2008-2015 годы базируется на развитии математического моделирования, составляющего базы автоматизации научных исследований, в частности, в области анализа функционирования, оперативного управления и прогнозирования систем газоснабжения.

Трубопроводные системы подземных и надземных коммуникаций (ТСПНК) газа, как сложные технические системы управления, занимают принципиально важное место в структуре топливо-энергетического комплекса нашей Республики. Исследование развития этих систем, их оценка и управление обусловлены взаимосвязанностью двух объективных структурных составляющих:

- внутренние количественные и качественные изменения, происходящие в структуре и функциях системы;
- внешние изменения, обусловленные влиянием различного рода и характера явлений.

Основная задача оперативного управления ТСПНК состоит в безаварийном, своевременном и качественном снабжении газом потребителей.

В настоящее время нет четко разработанной системы по фактическому анализу функционирования и оперативного управления городскими и районными газовыми хозяйствами Республики, которая могла бы показать все совокупности нештатных ситуаций, происходящих в ТСПНК. Разработка такой системы приобретает насущную актуальность, так как ее создание и внедрение позволяют поднять процесс управления ТСПНК на качественно новую ступень, сократив, при этом, расходы на обслуживание всего

комплекса и уменьшить ущерб потребителей Республики в потребляемом газе.

В иерархическом плане ТСПНК представляют собой сложную техническую систему управления с сосредоточенными параметрами, предназначенную для транспортировки и распределения целевого продукта между потребителями в виде потоков, формируемых под воздействием разности давлений между источниками питания и потребителями..

Основными факторами, характеризующими ТСПНК как сложную систему, являются:

- многомерность – наличие большого числа управляемых параметров;
- многокритериальность – локальные критерии оптимальности для подсистем и обобщенные для верхних уровней иерархии;
- многоплановость – наличие динамических, статических, эвристических звеньев и т. д.

Повсеместное и широкое развитие инженерных трубопроводных систем требуют научного обобщения и оценки применяемых гидравлических и экономических методов расчета. Это обусловлено необходимостью глубокого количественного и качественного анализа задач, рассматриваемой системы газоснабжения, с целью выявления наилучшего варианта.

Степень изученности проблемы. Анализ опубликованных работ в этой области (последние 10-15 лет) показывает, что развитие и совершенствование теоретических, прикладных методов исследования и решения проблем, задач функционирования сложных технических систем газоснабжения, на качественно новом уровне, связано с именами таких ученых, как: Ф.Б.Абуталиев, А.Д.Альтшуль, Р.Н.Бахтизин, Г.М.Берман, С.А.Бобровский, О.Г.Васильев, З.Т.Галиуллин, В.В.Грачев, В.А.Денисов, С.Н.Закиров, А.А.Ионин, Э.Б.Баясанов, Ю.П.Коротаев, Б.А.Козачук, В.Е.Костюков, Е.В.Кочерян, В.Н.Кутрунов, В.А.Кутцев, Б.Л.Кучин, В.Ф.Новоселов, Ю.Я.Печенов, А.Н.Пирогов, Б.Х.Рахимов, Р.Садуллаев, А.В.Татосов, А.С.Трофимов, Т.Ф.Тухбатулин, Б.Х.Хужаеров, И.К.Хужаев, И.А.Чарный, А.М.Шаммазов, А.А.Шутов и другие. Прикладным аспектам информатизации, в частности разработке программных средств, посвящены работы А.Е.Альтунина, Д.Б.Баясанова, А.А.Гольянова, А.Г.Евдокимова, Т.И.Лаптева, М.Н.Мансурова, С.К.Рафикова, А.И.Сидорова и других.

В трудах этих ученых отражены результаты, как теоретических исследований, так и практического внедрения решения отдельных вопросов в системы газоснабжения крупных городов. Вопросы же интерпретации графически заданных функций и получения соответствующих математических выражений, формализации информационно-логической модели структурной идентификации, учета и оперативной оценки показателей функционирования систем газоснабжения при выявлении неконтролируемых случайных возмущений в ТСПНК требуют дальнейшего

совершенствования, чему и посвящена реферируемая диссертационная работа.

Связь диссертационной работы с тематическими планами НИР. Диссертационная работа выполнена в рамках грантов Центра по науке и технологиям при КМ РУз, в том числе Программы ГНТП-4.2 «Разработка и внедрение программных средств в среде для процессов управления в экологии, социальной сфере и трубопроводном транспорте газа» (2006-2008 гг., ГР № А14-21); Задание № А17-Ф007 ГНТП-17 «Разработка и внедрение объектно-ориентированных программных продуктов и баз данных для анализа и принятия решений в газотранспортных, газотехнологических и экологических системах» (2009-2011 гг., ГР №ФА-А17-Ф007).

Цель исследования. Развитие моделей, вычислительных алгоритмов и создание объектно-ориентированных программных средств анализа функционирования, оценка технологических и экономических показателей систем газоснабжения и принятие решений по оперативному управлению ими.

Задачи исследования:

- анализ газораспределительных сетей как сложной системы управления;
- разработка математической модели газораспределительной сети как системы с сосредоточенными параметрами;
- разработка алгоритма и программы автоматизации расчетов интерпретации и идентификации графически заданных функций;
- разработка алгоритма расчета квазиоптимальных диаметров труб газоснабжающих систем;
- разработка структуры алгоритмов анализа функционирования и оперативного управления газораспределительной сетью;
- создание программно-инструментальной системы оперативного управления и оценки работы трубопроводной сети;
- сравнительный анализ разработанных алгоритмов и оценка их экономической эффективности с реальными производственными показателями.

Объект и предмет исследования. Объектом исследования являются газоснабжающие системы, функционирующие как при нормальных рабочих режимах, так и под воздействием неконтролируемых случайных возмущений. Предметом исследования являются математические модели, вычислительные алгоритмы и программные средства для анализа функционирования и оперативного управления технологической системы газоснабжения Самаркандской области.

Методы исследования. В работе использованы методы теории систем и системного анализа, теории принятия решений, теории вероятностей и математической статистики, математического программирования, теории игр,

оптимизационные и эвристические подходы, а также информационные технологии, реализуемые на базе современных ЭВМ.

Гипотеза исследования. Учет рабочих факторов и неконтролируемых случайных возмущений, влияющих на состояние системы в реальном масштабе времени, позволяет повысить адекватность математических моделей, вычислительных алгоритмов для анализа и принятия решений при функционировании сложных лучевых и многокольцевых газопроводных сетей.

Основные положения, выносимые на защиту:

- вероятностно-статистические методы и алгоритмы принятия решений при анализе функционирования и оперативного управления процессами в системах газоснабжения;
- концептуальная модель принятия решений при оценке неисправностей функционирования газораспределительной сети;
- алгоритм интерпретации и идентификации графически заданных функций с учетом оценки технологических и экономических показателей газораспределительной сети;
- алгоритмы параметрической идентификации и определения квазиоптимальных диаметров трубопроводных сетей;
- программно-инструментальные системы по анализу функционирования и оперативному управлению системы газоснабжения.

Научная новизна результатов диссертационной работы заключается в следующем:

- разработана информационно-логическая модель структурной идентификации, учета и оперативной оценки показателей функционирования систем газоснабжения;
- разработана математическая модель газораспределительной сети как системы обслуживания с сосредоточенными параметрами;
- разработаны и предложены математическая модель и алгоритм интерпретации и идентификации графически заданных функций показателей систем газоснабжения;
- разработаны комбинированные вычислительные алгоритмы параметрической идентификации и определения квазиоптимальных диаметров трубопроводных систем;
- разработана концептуальная причинно-следственная модель принятия решений при оценке неисправностей функционирования газораспределительной сети;
- разработана и внедрена программно-инструментальная система по оперативному управлению и оценке решений в объектах газоснабжения г. Самарканда.

Научная и практическая значимость результатов исследований.

Разработанные математические модели, вычислительные алгоритмы и программные средства расчетов на ЭВМ технико-экономических

показателей функционирования и оперативного управления систем газоснабжения развивают известные результаты на качественно новом уровне. Исследования позволили установить, что рассматриваемая сложная техническая система газораспределительных сетей относится к классу открытых систем, для которых характерны целостность структуры и функциональное единство подсистем.

Результаты исследований входят в составную часть разрабатываемых систем автоматизации проектирования и совершенствования анализа функционирования и оперативного управления объектов газоснабжения.

Практическая значимость результатов исследований заключается в том, что разработанные в диссертационной работе математические модели, алгоритмические и программные средства внедрены и используются при решении задач оценки, прогнозирования, учета, анализа, оперативного управления и принятия практических рекомендаций для газоснабжения крупного города.

Реализация результатов. Основные результаты исследований приняты и внедрены областным Управлением "Самаркандгаз", включены в отчеты научно-исследовательских работ ГКНТ РУз:

- «Одно- и многофакторный анализ оценки и прогнозирования показателей транспорта и потребления газа». Работа внедрена в ОУ "Самаркандгаз". Установленный годовой экономический эффект в 1996 г. составил 19,5 тыс. сумов.

- «Алгоритм и программа автоматизации учета и оценки параметров газораспределительной сети». Работа внедрена в ОУ "Самаркандгаз" в 1997 г. Установленный годовой экономический эффект составляет 50 тыс. сумов.

- «Имитационный алгоритм расчета, анализа и оценки параметров распределения газа» разработан по рамках плана НИР «Формирование математических моделей, алгоритмических и программных средств управления технико-экономическими объектами» и внедрен в ОУ «Самаркандгаз» в 1999 г. Экономический эффект составляет порядка 50 тыс. сумов.

- «Разработка программы расчета и оценки интерпретации графически заданных функций в задачах функционирования ГРС». Работа внедрена в «Самаркандтаъминотгаз» в 2001 г. Экономический эффект составляет порядка 100 тыс. сум.

- «Разработка программы автоматизации расчета оптимального количества газорегуляторных приборов (ГРП)». Программа внедрена в «Самаркандрайгаз» в 2009 г. с экономическим эффектом 1 млн. 200 тыс. сумов.

- «Разработка программы квазиоптимального расчета диаметров труб газоснабжающих систем». Работа внедрена в «Самаркандшахаргаз» в 2009 г. Экономический эффект составляет 1 млн. 600 тыс. сумов.

- «Разработка комплексной программы автоматизации анализа информационных связей систем газоснабжения». Работа внедрена в «Самаркандрайгаз» в 2010 г. с экономическим эффектом 1 млн. 350 тыс. сумов.

- «Разработка программы автоматизации расчета коэффициента гидравлического сопротивления для многониточного газопровода». Программа внедрена в «Самаркандшахаргаз» в 2011 г. Экономический эффект составляет 4 850 000 сум.

- Программный комплекс расчета показателей функционирования газоснабжающих систем. Зарегистрирован в Государственном патентном ведомстве Республики Узбекистан, №DGU 01936, Ташкент, 18.03.2010.

- Разработка комплексной программы автоматизации анализа информационных связей систем газоснабжения. Зарегистрирован в Государственном патентном ведомстве Республики Узбекистан, №DGU 02011, Ташкент, 08.07.2010.

- Программный комплекс автоматизации расчета обслуживания и оперативной оценки аварийного участка функционирования газоснабжающих систем». Зарегистрирован в Государственном патентном ведомстве Республики Узбекистан, №DGU 2181, Ташкент, 29.04.2011.

Общая сумма экономии от внедрения результатов работы составляет 9 млн. 220 тыс. сум.

Апробация работы. Основные материалы диссертации были доложены и обсуждены на конференции "Математическое моделирование и вычислительный эксперимент" (Ташкент, 1997); на международной научной конференции "Инновация-99" (Термез, 1999); на международной научно-практической конференции «Выпускник НГУ и научно-технический прогресс» (Новосибирск, 1999); на международной научной конференции "Инновация-2000" (Бухара, 2000); на международной научной конференции "Инновация-2001" (Ташкент, 2001); на Производственно-техническом совете ОУ "Самаркандгаз" (1997-2002); на международной научной конференции "Инновация-2005" (Ташкент, 2005); на международной научной конференции "Инновация-2006" (Ташкент, 2006); на Республиканской научной конференции «Современное состояние и пути развития информационных технологий» (Ташкент, 2007); на научных конференциях профессорско-преподавательского состава СФ ТУИТ (2006-2011); на научном семинаре кафедры "Общепрофессиональные дисциплины" СФ ТУИТ (2005-2011); на Производственно-техническом совете "Самаркандрайгаз" (2005-2010); на Республиканской научно-практической конференции «Актуальные проблемы математики и информатики» (Самарканд, 2009); на Республиканской научно-практической конференции «Актуальные проблемы математики и информатики» (Самарканд, 2010); на объединенном научно-техническом семинаре ОУ «Самаркандшахаргаз» и СФ ТУИТ (Самарканд, 2011), на объединенном научном семинаре кафедр «Информационные технологии» и

«Математическое моделирование» СамГУ им.А.Навои (Самарканд, 2011), на Республиканской научно-технической конференции «Современное состояние и перспективы развития информационных технологий» (Ташкент, 2011г.), а также на научном семинаре при Специализированном Совете Д.015.17.02 Института математики и информационных технологий АН РУз.

Опубликованность результатов. Основное содержание диссертации отражены в 20 научных публикациях. Из них 3 журнальные статьи, 5 статей в материалах Республиканских научных конференциях, 7 – в материалах международных научных конференциях, 2 работы – в тезисах докладов Республиканской научно-практической конференции. Получены три свидетельства Государственного патентного ведомства Республики Узбекистан на программные средства: №№ DGU 01936, DGU 02011, DGU 2181.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы из 86 наименований и приложения. Работа оформлена на 160 страницах и включает 36 рисунков и 20 таблиц. В приложении приводятся копии актов внедрения и свидетельства Государственного патентного ведомства Республики Узбекистан о регистрации программных средств.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснована актуальность темы диссертации, сформулированы цели и задачи исследования, изложены научная новизна и практическая значимость результатов исследований, основные положения выносимые на защиту, приведены объекты их внедрения, апробации и публикации, а также краткое содержание диссертационной работы.

В первой главе работы дан обзор литературы по современному состоянию изученности затрагиваемой проблемы, анализ современных направлений развития системы газоснабжения Республики Узбекистан и внедрения достижений научно-технического прогресса в систему газоснабжения - на примере Самаркандской области. Установлены характерные признаки газораспределительных сетей, определяющих их как сложную систему управления. Изучены и представлены характерные особенности и признаки информационных потоков в системе проектирования и эксплуатации объектов газоснабжения. Разработана и представлена информационно–логическая модель автоматизации расчетов и оперативного управления системами газоснабжения.

Первый параграф посвящен вопросам исследования и анализа задач объективного состояния и перспектив развития, а также эффективности и надежности функционирования систем газоснабжения нашей Республики, обладающей достаточно мощным энергетическим потенциалом.

Проведен анализ и даны статистические данные использования природного газа, в качестве сырья и топлива, рядом отраслей народного хозяйства Самаркандской области в периоды с 1998 г. по 2010 г. На этой основе сформулированы цель и задачи данной исследовательской работы.

Второй параграф посвящен вопросам исследования основных направлений внедрения научно-технического прогресса в систему газоснабжения – на примере Самаркандской области.

Исследованиями установлено, что в связи с возрастанием объема потребления природного газа, наиболее важной становится проблема рационального использования газа населением, объектами народного хозяйства и проблема бесперебойного снабжения потребителей в период "пиковых" нагрузок при похолодании или при аварии на газопроводах. Такие "пики" по сравнению с сезонной неравномерностью могут быть кратковременными, но, тем не менее, они требуют значительных объемов газа для их сглаживания.

На основе статических данных представлен материал о поквартальной неравномерности объема потребления газа в области за 2010 год. Анализируя объемы потребления природного газа за последние годы, показано, что установка газовых счетчиков и расходомеров, а также оснащение потребителей новыми, экономичными устройствами сжигания способствовали ощутимой экономии природного газа в Самаркандской области.

В третьем параграфе рассмотрены вопросы анализа газораспределительной сети как сложной системы управления. Основными факторами в нем являются многомерность (наличие большого числа управляемых параметров), многосвязность (наличие в системе всевозможных пересекающихся прямых и обратных связей), взаимосвязанность системы в одном уровне и между различными иерархическими уровнями, многокритериальность (локальные критерии оптимальности для подсистем и обобщенные для уровней иерархии), многоплановость (наличие динамических, статических звеньев и т.д.). Исходя из многолетнего опыта работы в области газоснабжения, предложена единая классификация задач проектирования, анализа и оперативного управления системы газоснабжения с трехуровневой иерархической структурой.

В четвертом параграфе на основе системного анализа предложена информационно-логическая модель, предназначенная для проектирования анализа функционирования и оперативного управления систем газоснабжения крупного города.

В разработанной информационно-логической модели формализованы структура рассматриваемых модулей программного комплекса, предназначенных для автоматизации расчетов и принятия решений по оперативному управлению и регулированию систем газоснабжения.

Функциональная структура информационно-логической модели характеризуется своей универсальностью на предмет ее последовательного, при необходимости, расширения дополнительными модулями. Это, в свою очередь, позволяет произвести анализ функционирования и оперативного управления объектов в целом.

Вторая глава работы посвящена вопросам системотехнического анализа и оценки проектных решений распределительных систем газоснабжения.

В первом параграфе предложены математическая модель и алгоритм оценки распределения газа в распределительной сети.

Параметры функционирования газораспределительной сети формируются в виде n -мерного векторного пространства $\bar{x} = (x_1, x_2, \dots, x_n)$. Функция, отражающая определенный аспект работы газораспределительной сети, может быть представлена в виде зависимости $F(\bar{x})$. Для минимизации данной функции привлекли метод наискорейшего спуска, когда последующие приближения определяются по формуле

$$\bar{x}^{n+1} = \bar{x}^n - a \operatorname{grad} F(\bar{x}^n) \quad (a \neq 0).$$

Процесс вычисления прекращается при достижении наименьшего значения функции

$$\varphi(\bar{x}^n) = F(\bar{x}^n - a \operatorname{grad} F(\bar{x}^n)).$$

Данный алгоритм реализован для газораспределительной сети поселка «Геолог» областного управления «Самаркандшахаргаз». На основе вычислительного эксперимента предложен вариант технологических параметров ГРС с минимальным гидравлическим сопротивлением и минимальной потерей газа.

Во втором параграфе поставлена и решена задача формирования концептуальной причинно-следственной модели принятия решений при оценке неисправностей функционирования газораспределительной сети.

Зачастую, функционирование газораспределительных сетей подвергается неконтролируемым случайным возмущениям (аварии на участках, утечка газа и др.), проявление которых во времени не может быть установлено заранее. Это явление предопределяет условия, связанные с представлением объективных характеристик исследуемого объекта в пределах некоторых допущений, что в конечном итоге сказывается и на результатах расчетов.

При разработке модели функциональной схемы газораспределительной сети привлекается взвешенный граф $G(X, E)$, вершины которого (элементы множества X) соответствуют базовым данным - технологическим показателям (давление и/или количество газа), а ребра (элементы множества E) – дуги соответствующих вершин сети – техническим показателям (длина участка,

диаметр трубы). На рис.1 приведена схема газораспределительной сети, представленная в виде развернутого графа с сосредоточенными параметрами.

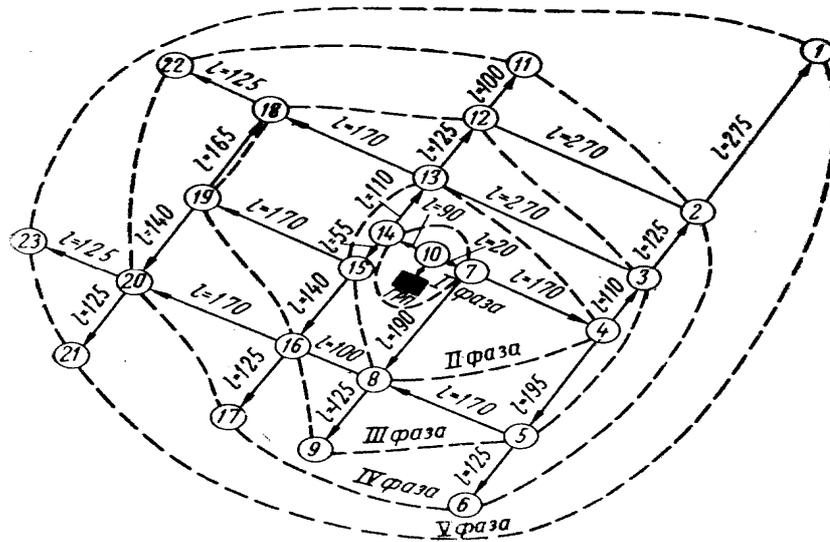


Рис.1. Относительно-симметричная схема газораспределительной сети

Каждой вершине $x \in X$ графа $G(X, E)$ поставим во взаимно однозначное соответствие вектор $w(x) = (l_x, d_x, p_x)$, который определяет значения характеристик соответствующей вершины x сети. Здесь l_x – длина участков, d_x – диаметр участков, p_x – давление в соответствующей вершине сети.

Обозначим через k число ГРП (газорегуляторных приборов), которые требуется установить в сети. Отметим, что каждый ГРП характеризуется своими техническими показателями.

Пусть S_i^{\max} – максимальная мощность i -го ГРП, W_i^{\max} – максимально возможная пропускная способность i -го участка сети.

Формализованную часть задачи иерархической структуризации графа сформулируем в следующем виде: определить разбиение множества вершин X графа $G(X, E)$ на k подмножеств (X_1, \dots, X_k) (возможные дополнительные подключения, т.е. отводы или подводы к сети) таким образом, чтобы для подграфов $G_1(X_1, E_1), \dots, G_k(X_k, E_k)$ выполнялись следующие ограничения:

$$\sum_{x \in X_j} s \leq S_j^{\max}, \quad j = \overline{1, k}; \quad \sum_{x \in X_j} w_x \leq W_j^{\max}, \quad j = \overline{1, k}.$$

В диссертации для решения рассматриваемой задачи разработан концептуальный алгоритм со специальными процедурами и операторами, в основе которых лежат эвристические подходы к построению структуры допустимых решений. На основе этого алгоритма разработана программа (свидетельство № DGU 2181), учитывающая закупорки трубопровода за счет

процесса гидратообразования. Она опробована на экспериментальных производственных данных и внедрена в «Самаркандшахаргаз».

При определении экономических показателей газотранспортной системы исследователи сталкиваются с ситуациями, когда функции представлены только графически. Аналитические же выражения этих функций отсутствуют. Это затрудняет процесс количественной оценки зависимости этих показателей, т.к. приходится заниматься поиском вариантов построения и представления их математического вида.

В третьем параграфе разработан вычислительный алгоритм расчета интерпретации графически заданных функций относительно технологических и экономических показателей газораспределительной сети.

Положим, что зависимость между количеством газа Q и затратами φ представлена в виде таблицы $\varphi_i = \varphi(Q_i)$, где $n \in N$, $Q_i \in R$, $\varphi_i \in R$.

Для определения и представления математического выражения рассматриваемой зависимости $\varphi(Q)$ в работе предложена следующая схема:

- построение сетки в выбранной системе координат;
- построение графика зависимости по данным нормального распределения;
- фиксация интервала на сетке, в котором будут определены геометрический характер поведения функции;
- представление функции, по признакам и ее поведению, в виде ступенчатой вектор-функции φ_i , $i=1, \dots, n$.

Алгоритм установления вида графически заданных функций подробно приведен в диссертационной работе.

В третьей главе исследованы вопросы разработки и реализации адапционных алгоритмов принятия решений при оперативном управлении и регулировании систем городского газоснабжения. Разработаны вычислительный алгоритм расчета газораспределительной сети как детерминированной системы обслуживания и программа расчета квазиоптимальных диаметров труб газораспределительной сети (ГРС). Рассмотрены вопросы применения метода ветвей и границ для оценки показателей функционирования газораспределительной сети.

В первом параграфе исследована и сформирована математическая модель газораспределительной сети как детерминированной системы обслуживания, где в качестве распределенных параметров могут выступать технические, технологические параметры и показатели системы трубопроводов ГРС, а также параметры газорегуляторных пунктов (рис. 2) Обслуживание газораспределительных сетей $ГС_1, ГС_2, \dots, ГС_N$ газопроводами $ГП_1, ГП_2, \dots, ГП_M$ производится в зависимости от возникающих ситуаций.

Полагаем, что на обслуживание i -го требования газораспределительной сети каким-либо прибором l (газопроводом) затрачивается время t_{il} , $i \in N$, где

N - общее количество приборов. Причем, длительность t_{il} обслуживания каждого требования каждым прибором l ($1 \leq l \leq M$) считается заданным, а расписание обслуживания требований приборами рассматривается как совокупность

$$S = \{S_1(t), S_2(t), \dots, S_m(t)\}$$

кусочно-непрерывных слева функций $S(t)$, $l=1, \dots, m$, каждая из которых задана на интервале $0 \leq t \leq T$ и принимает значения $0, 1, 2, \dots, n$; $t \in [0; T]$.

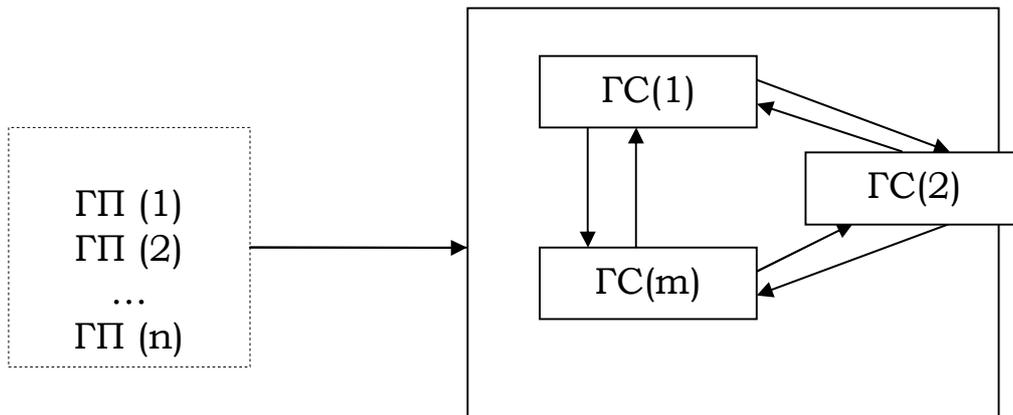


Рис.2. Структура системы поточного типа

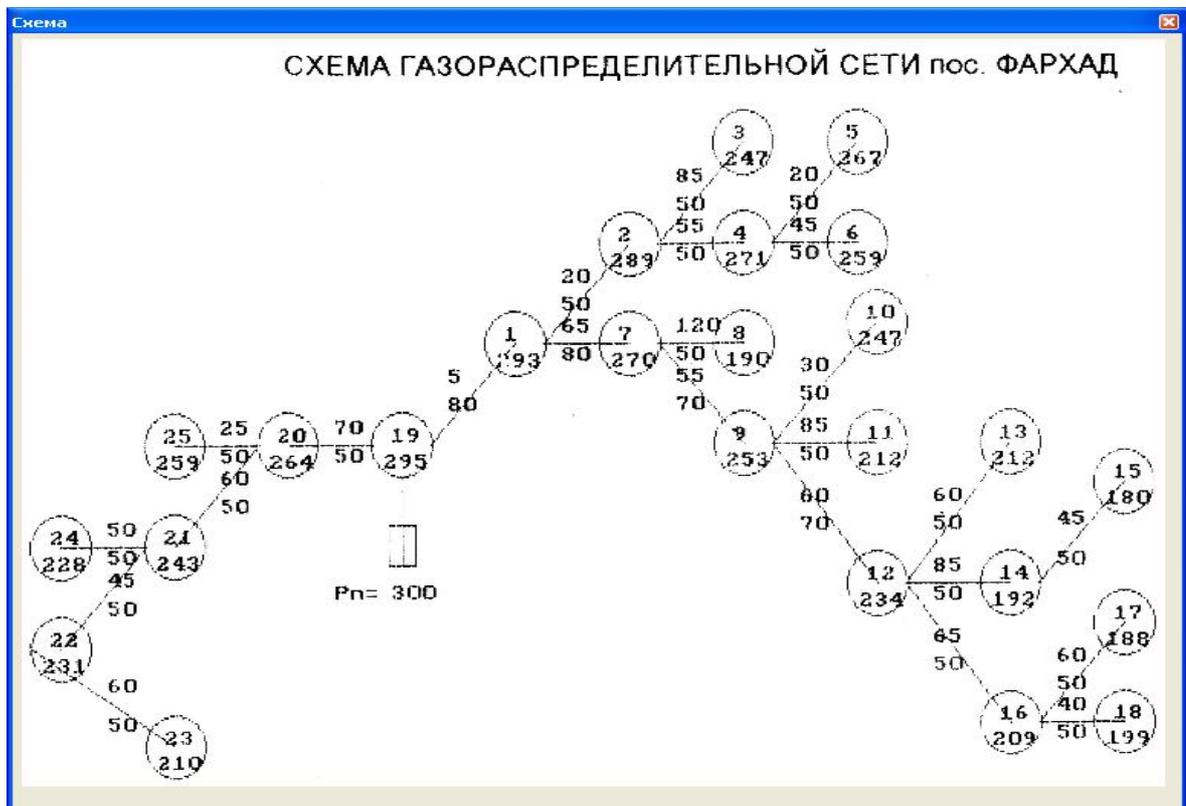


Рис. 3. Конечное интерфейсное представление оптимальной нагрузки газораспределительной сети поселка «Фарход» г.Самарканда

Здесь T - конечный интервал времени. Если $s_l(t) \neq 0$, то в момент времени $t = t'$ прибор (ГРП) 1 обслуживает требование какой-либо газораспределительной сети l . Если $s_l(t) = 0$, то в момент времени $t = t'$ прибор 1 простаивает.

На основе данной модели разработаны вычислительный алгоритм и программное средство. Согласно результатам вычислительного эксперимента по данным ГРС поселка «Фарход» г.Самарканда предложены оптимальные времена обслуживания потребителей газом (рис. 3).

Во втором параграфе решается задача формирования математической модели метода ветвей и границ для исследования функционирования газораспределительных сетей.

Пусть Q - множество возможных вариантов, $F(q)$ - действительная функция, заданная на Q . Из двух вариантов лучшим является тот, которому соответствует меньшее значение $F(q)$. Вариант, $q^* \in Q$ считается оптимальным, если соблюдается условие $F(q^*) \leq F(q_i)$, $i=1, \dots, p$.

Здесь, под $Q=(q_1, q_2, \dots, q_p)$ следует понимать множество вариантов обслуживания тех или иных требований (например, потребителей газа) через газораспределительную сеть; $F(q)$ - функция, характеризующая затраты на доставку газа потребителям или протяженность участков трубопроводов или какие либо другие показатели.

Исследование вариантов рассматриваемой задачи проводится на самом начальном этапе проектирования и строительства газораспределительной сети, а также в процессе их эксплуатации для анализа и оценки показателей, с целью эффективного обеспечения потребителей исходным продуктом.

В общем случае, множество может содержать несколько оптимальных вариантов, среди которых требуется отыскать один из этих вариантов.

Обозначим $F(Q) = \min \{F(q) / q \in Q' \subseteq Q\}$.

Предположим, что известен некоторый набор $\bar{Q} = \{Q_1, Q_2, \dots, Q_m\}$ подмножеств, множества $Q = \bigcup_{j=1, \dots, m} Q_j$ и на \bar{Q} задано некоторое отношение предпочтения, удовлетворяющее условию: если $Q_k \leq Q_1$, то

$$F(Q_k) \leq F(Q_1).$$

Если множество Q_1 содержит оптимальный вариант, то и множество Q_k также содержит оптимальный вариант. Следовательно, Q можно удалить из Q . Для рассматриваемой задачи, процедуру последовательного разбиения множества Q на подмножества, удобно представить в виде следующего дерева (рис.4):

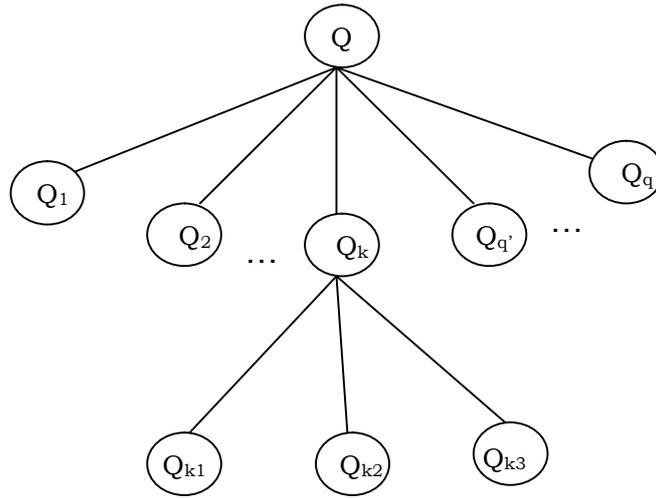


Рис.4. Разбиение множества Q на подмножества возможных вариантов

Множества, сопоставленные вершинам этого дерева, образуют текущее разбиение множества Q на подмножества. Переход к следующему разбиению осуществляется в результате некоторой очередной висячей вершины.

Результаты применения данного алгоритма к ГРС Акдарьинского района Самаркандской области приведены в диссертационной работе.

В третьем параграфе предлагается комбинированный способ расчета, основанный на использовании метода стохастической аппроксимации и оптимизации для определения квазиоптимальных диаметров трубопроводных систем разветвленной сети. При этом, решая прямую задачу на основе модели, определяем давление и расход газа вначале и вдоль газораспределительной сети, а затем переходим к задаче параметрической идентификации, т.е. определяем коэффициент гидравлического сопротивления $\lambda_{i,k}$ для каждого элементарного участка.

Математическую модель задачи представим уравнениями

$$\left. \begin{aligned} -\frac{\partial P^2}{\partial x} &= C^2 \frac{\lambda}{D} Q |Q|, \\ -\frac{\partial P}{\partial t} &= C^2 \frac{\partial(\rho Q)}{\partial x}, \\ \frac{\partial P}{\partial \rho} &= C^2 = zRT; \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

где R – универсальная газовая постоянная; Q – объемный расход, приведенный к нормальным условиям; T – абсолютная температура газа; P – давление в газопроводе; x – пространственная координата; t – временная координата; λ – коэффициент гидравлического сопротивления; ρ – плотность

газа; D – диаметр трубы; C – скорость звука в газе; z – коэффициент сжимаемости газа.

При задании начальных, внутренних и граничных условий, решение этой системы уравнений позволяет определить неизвестные параметры P и Q по времени. Однако в этой системе участвует и параметр λ , который необходимо определить при соответствующих подходах. Одним из подходов, при нормальном функционировании системы без возмущений, является аппроксимация этой системы уравнений.

Аппроксимируя систему уравнений (1) в конечно-разностном явном виде, и учитывая, что согласно закону Кирхгофа суммарное значение входного потока в каждом узле соединения трубопроводов равно суммарному значению выходного потока из узла найдем оценку гидравлического сопротивления λ :

$$-\frac{P_{i+1,k} - P_{i,k}}{h_i} = C_i^2 \frac{\lambda_{i,k}}{D_i} Q_{i+0.5,k-1}^2, \quad (2)$$

$$-\frac{P_{i,k} - P_{i,k-1}}{\tau_k} = \frac{1}{ZRT} \frac{(PQ)_{i+0.5,k-1} - (PQ)_{i-0.5,k-1}}{h_i}, \quad (3)$$

где $i = \overline{1, M}$, $k = \overline{1, M}$.

Из конечно-разностного уравнения (3), используя метод математической индукции с возвратом, определим $Q_{i-0.5,k-1}$:

$$Q_{i+0.5,k-1} = \frac{1}{P_{i+0.5,k-1}} \left(P_{i-0.5,0} Q_{i-0.5,0} - ZRT h_i \sum_{j=1}^k \frac{P_{i,j} - P_{i,j-1}}{\tau_k} \right). \quad (4)$$

Используя уравнения (2) и (3) и учитывая, что расход известен только в начале трубопровода получим на k -ом временном слое для каждого элементарного участка сети коэффициент гидравлического сопротивления $\lambda_{i,k}$:

$$\lambda_{i,k} = \frac{[\beta_i \sqrt{|P_{i,k-1}^2 - P_{i+1,k-1}^2}| \text{Sign}(P_{i,k-1}^2 - P_{i+1,k-1}^2)]^2}{[Q_{0,k-1} - \sum_{s=1}^l Q_{s,k-1} + 0,5\chi_0(P_{0,k-1} - P_{0,k}) + \sum_{i=1}^M \chi_i(P_{i,k-1} - P_{i,k})]^2}, \quad (5)$$

где $\beta_i = \frac{1}{C_i \sqrt{\frac{D_i}{h_i}}}$, $\chi_i = \frac{1}{C_i^2} \frac{h_i}{\tau_k}$.

При нормальном функционировании трубопроводной сети, полученное уравнение (5) позволяет найти также значение коэффициента гидравлического сопротивления каждого элементарного участка сети по времени. Для нахождения относительного минимума при ограничивающем условии в работе использован метод неопределенных множителей Лагранжа.

Разработанный алгоритм апробирован на конкретных производственных данных “Самаркандрайгаз”.

Четвёртая глава посвящена вопросам оценки методов, моделей системотехнических исследований, экономической эффективности разработанных вычислительных алгоритмов и программно-ориентированных средств анализа функционирования и оперативного управления систем газоснабжения Самаркандской области. Рассмотрены и изучены вопросы: технико-экономического обоснования проектных решений систем газоснабжения; годовых расходов газа на бытовые и коммунальные нужды населения; определения часовых расходов газа на отопление и горячее водоснабжение; гидравлического расчета кольцевой сети газопроводов среднего давления; гидравлического расчета тупиковой дворовой сети низкого давления; расчета регуляторов давления для шкафных распределительных пунктов (ШРП); оценки численного алгоритма одно- и многофакторного дисперсионного анализа при расчете прогнозных показателей газоснабжающих систем

В первом параграфе рассмотрены и исследованы вопросы технико-экономического обоснования проектных решений систем газоснабжения.

Одной из приоритетных задач и проблем, в этом направлении, представляющих большое народнохозяйственное значение, является снижение стоимости и металлоемкости систем газоснабжения.

Расчетами установлено, что применение полиэтиленовых труб в строительстве газопроводов существенно сокращает эксплуатационные затраты за счет отсутствия коррозии и устранения ее последствий. За счет отсутствия изоляционных работ и контроля их качества, сокращаются объемы сварочных работ (особенно при использовании длинномерных труб и выполнения соединений полиэтиленовых труб с помощью муфт). Строительно-монтажные работы по строительству полиэтиленовых газопроводов меньше, по сравнению со стальными, в среднем на 15%. При расчете экономической эффективности капитальных вложений за базовый вариант был принят вариант со стальным газопроводом, за внедряемый – вариант с полиэтиленовым газопроводом.

Во втором параграфе рассмотрены вопросы исследования и применения математических моделей анализа и оценки расходов газа на бытовые и коммунальные нужды населения. Базовой основой для разработки проекта является годовой объем потребления газа населенными пунктами.

Все виды потребления газа в населенных пунктах можно условно разделить на следующие группы:

- расход газа населением в квартирах для приготовления пищи и горячей воды;
- расход газа предприятиями коммунального хозяйства (бани, прачечные, больницы, хлебозаводы, котельные);

- расход газа на отопление и вентиляцию жилых и общественных зданий (котельные, местные отопительные установки);
- расход газа на горячее водоснабжение;
- расход газа промышленными предприятиями.

Определение норм удельных расходов газа на бытовые и коммунально-бытовые нужды производится по среднегодовым нормам расхода тепла. Большая часть этих факторов не поддается теоретическому подсчету и учету, и определение годовой потребности в газе производится по усредненным нормам расхода теплоты, полученным из практики.

Третий параграф посвящен вопросам анализа и оценки гидравлического расчета кольцевой сети газопроводов среднего давления, решена задача расчета регуляторов давления для шкафных регуляторных пунктов (ШРП).

Газовые сети высокого и среднего давления являются верхним уровнем системы газоснабжения. Расчетный перепад давления для сетей высокого и среднего давления следует определять, исходя из условия создания при допустимых перепадах давления наиболее экономичной и надежной в эксплуатации системы, обеспечивающей устойчивую работу ГРП и ГРУ. Вычислительными экспериментами установлена необходимость для кольцевых газопроводных сетей начальное давление принимать максимальным, а конечное давление таким, чтобы при максимальной нагрузке сети обеспечивалось минимально допустимое давление газа перед регуляторами ГРП и ГРУ.

В настоящее время ГРП сооружаются, как правило, по типовым проектам или применяются шкафные (блочные) ГРП заводского изготовления. Поэтому проектирование сетевых ГРП сводится к подбору необходимого регулятора давления и привязке соответствующего ему типового проекта или выбору соответствующего шкафного ГРП. В связи с этим в данный параграф включено описание алгоритма и программного средства расчета регуляторов давления для ШРП. Программа расчета принята для использования «Самаркандрайгаз».

Четвертый параграф посвящен вопросам прогнозирования технико-экономических показателей систем газоснабжения г. Самарканда. На основе метода одно- и многофакторного дисперсионного анализа разработан алгоритм и программный модуль. Проведены машинные эксперименты, установлены корреляционные и регрессионные связи выбранных исходных показателей и их влияние на экономические показатели системы. В частности, опираясь на материалы об объектах потребления природного газа Самаркандской области за период 2005-2010 гг., произведен прогноз объема потребления газа на 2011-2015 гг.

По результатам исследования даны конкретные практические рекомендации в зависимости от технико-экономических показателей системы.

В приложениях приведены копии трех свидетельств о регистрации программных продуктов в Государственном патентном ведомстве Республики Узбекистан и акты внедрения результатов исследований в производство.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основным результатом диссертационной работы является решение научно-технической задачи разработки моделей, вычислительных алгоритмов и создание объектно-ориентированных программных средств анализа функционирования и принятия решений по оперативному управлению системами газоснабжения.

При этом получены следующие научные и практические результаты:

1. Проведенный анализ сетей газоснабжения Самаркандской области позволил представить их как сложную систему и выявить информационные связи в ней.
2. Произведена классификация задач проектирования, анализа функционирования и оперативного управления системой газоснабжения по иерархическим уровням как единого целого и сформулированы цель и задачи исследования.
3. Предложена информационно-логическая модель жизненного цикла системы газоснабжения, которая демонстрирует весь спектр задач и требуемых для их решения информации, а также их иерархическую взаимосвязь и последовательность реализации.
4. Показано, что строгий учет объема газа и замена неэкономичных котлов на современное оборудование позволили значительно экономить природный газ.
5. Разработан вычислительный алгоритм интерпретации графически представленных зависимостей технико-экономических показателей системы газоснабжения в аналитической форме.
6. На основе метода градиентного спуска разработаны вычислительный алгоритм и программа идентификации коэффициента сопротивления сложной сети газоснабжения в динамическом режиме функционирования.
7. Разработаны вычислительный алгоритм и программный модуль анализа функционирования и оперативного управления газораспределительных сетей с сосредоточенными параметрами на основе теории расписаний, которые позволяют установить необходимое количество газорегуляторных приборов, место их расположения и регулирования при функционировании газораспределительных систем.
8. На основе решения нелинейных дифференциальных уравнений в частных производных, метода стохастической аппроксимации, метода ветвей и границ, а также нелинейного программирования разработаны комбинированные вычислительные алгоритмы и программные модули

параметрической идентификации и определения оптимальных диаметров газораспределительных сетей.

В результате проведения сравнительного анализа по использованию стальных и полиэтиленовых труб установлено, что срок эксплуатации последних достигает до 50 лет, а экономический эффект за счет уменьшения потери давления и ненужности катодной защиты от коррозии – до 8%.

9. На основе метода одно- и многофакторного дисперсионного анализа разработан алгоритм прогнозирования основных показателей газопроводных сетей крупного города, который позволяет выстроить прогнозные значения технико-экономических показателей систем газоснабжения.

10. Разработан объектно-ориентированный программный комплекс в среде DELPHI, который позволяет определить технико-экономические показатели кольцевых и разветвленных газораспределительных сетей, анализировать статические и динамические режимы функционирования при различных типовых ситуациях. Программный комплекс внедрен управлением «Самвилгаз» и организациями «Самаркандшахаргаз» и «Самаркандрайгаз» для анализа и реконструкции газопроводных сетей. Общий экономический эффект от внедрения результатов в производство составляет 9 млн. 220.0 тыс. сумов.

Отдельные модули программного комплекса сданы в Патентное ведомство Республики Узбекистан и получены свидетельства: №DГУ 01936, №DГУ 02011 и №DГУ 2181.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

1. Ходжаев Т. Т., Каримов Ф. Р., Ходжаев Ш. Исследование функционирования газораспределительной сети методом ветвей и границ // Инновация-99: Материалы междунар. конф. – Термез, 1999. – С. 82.
2. Ходжаев Т.Т., Ишин Е.А., Ходжаев Ш.Т. Эвристический подход к оценке параметров ГРС // Выпускник НГУ и научно-технический прогресс: Материалы междунар. конф. – Новосибирск, 1999. – С.22-23.
3. Ходжаев Т. Т., Каримов Ф. Р., Ходжаев Ш. Формирование модели задачи принятия решений в условиях функционирования газораспределительной сети // Инновация-2000: Материалы междунар. конф. – Бухара, 2000. – С.137-138.
4. Ходжаев Т.Т., Гафуров Ш.С., Ходжаев Ш.Т. Алгоритм модели анализа и синтеза задач управления газораспределительными сетями // Инновация-2001: Материалы междунар. научн. конф. – Ташкент, 2001. – С. 169-170.
5. Рахимов Б.Х., Парфенов А.В., Ходжаев Ш., Каримов Ф.Р. Разработка объектно-ориентированного программного обеспечения трубопроводных

- систем // Математическое моделирование и вычислительный эксперимент: Тез. докл. Респ. науч. конф. – Ташкент, 2002. – С.368-370.
6. Гафуров Ш.С., Ходжаев Ш.Т. Формирование интерполяционной модели исследования графически заданных функций // Инновация-2002: Материалы междунар. научно-практ. конф. – Ташкент, 2002. - С.234-235.
 7. Гафуров Ш.С., Ходжаев Ш., Ходжаев Т.Т. Формирование алгоритма, программы расчета и оценки технико-экономических характеристик функционирования газоснабжающих систем // Математическое моделирование и вычислительный эксперимент: Материалы Респ. научно-практ. конф. – Ташкент, 2003. – С.358.
 8. Ходжаев Т.Т., Ходжаев Ш.Т. Имитационный алгоритм анализа и оценки показателей распределения газа // Инновация-2005: Материалы междунар. конф. – Ташкент, 2005. – С.105-107.
 9. Ходжаев Т.Т., Абдукаримов А., Ходжаев Ш. Информационный подход и анализ задачи планирования производства // Современное состояние и пути развития информационных технологий: Совместный выпуск Узбекского журнала «Проблемы информатики и энергетики» ... «Вопросы кибернетики», «Вопросы вычислительной и прикладной математики» по материалам Респ. науч. конф. – Ташкент, 2006. – С. 174-175.
 10. Ходжаев Ш.Т., Ганиева Н.А., Ходжаев Т.Т. Вероятностная модель исследования показателей функционирования газоснабжающих систем // Инновация-2006: Материалы международной конференции. - Ташкент, 2006. - С.160-161.
 11. Ходжаев Т.Т., Ганиева Н.А., Ходжаев Ш.Т. Принципы формирования и оценки достоверности моделей структурной идентификации объектов газоснабжения // Узбекский журнал: Проблемы информатики и энергетики. – Ташкент, 2009. – № 4. – С. 31-34.
 12. Ходжаев Т.Т., Якубжанова Д.К., Ходжаев Ш.Т. Статистические методы моделирования и оценки структурной идентификации динамических систем управления // Вестник ТУИТ. – Ташкент, 2009. – №1. – С.90-93.
 13. Ходжаев Ш.Т. Разработка программы автоматизации расчета оптимального количества газорегулирующих приборов (ГРП) // Актуальные проблемы математики и информатики: Материалы научно-практической конференции. – Самарканд, 2009. – С. 71-74.
 14. Ходжаев Ш.Т. Причинно-следственная математическая модель прогнозирования показателей функционирования газораспределительных сетей // Вестник ТУИТ. – Ташкент, 2009. – №4. – С.75-79.
 15. Садуллаев Р., Ходжаев Ш.Т., Якубжанова Д.К. Програмный комплекс расчета показателей функционирования газоснабжающих систем // Государственное патентное ведомство РУз. Свидетельство № DGU 01936. 07.05.2010 г.
 16. Садуллаев Р., Ходжаев Т.Т., Ходжаев Ш.Т., Гостев Н.В., Ганиева Н.А. Разработка комплексной программы автоматизации анализа

- информационных связей систем газоснабжения // Государственное патентное ведомство РУз. Свидетельство № DGU 02011. 08.07.2010 г.
17. Садуллаев Р., Ходжаев Т.Т., Ходжаев Ш.Т., Якубжанова Д.К. Разработка концептуального алгоритма принятия решений при функционировании газораспределительных систем // Актуальные проблемы математики и информатики: Материалы научно-практ. конф. – Самарканд, 2010. – С.73-74.
 18. Садуллаев Р., Ходжаев Т.Т., Ходжаев Ш.Т., Каримов М., Набиев Д. Программный комплекс автоматизации расчета обслуживания и оперативной оценки аварийного участка функционирования газоснабжающих систем // Государственное патентное ведомство РУз. №DGU 2181. 29.04.2011 г.
 19. Ходжаев Т.Т., Якубжанова Д.К., Ходжаев Ш.Т. Об одном алгоритме метода многомерной оптимизации задачи теории принятия решений // Современные информационно-коммуникационные технологии: Материалы научно-практ. конф. – Самарканд, 2011. – С. 78-81.
 20. Садуллаев Р., Ходжаев Ш.Т. Якубжанова Д.К., Ходжаев Т.Т. Системный подход и анализ оценки алгоритма расписания обслуживания систем газоснабжения // Современное состояние и перспективы развития информационных технологий: Доклады Респ. научно-техн. конф. – Ташкент, 2011. – С. 188-191.

Техника фанлари номзоди илмий даражасига талабгор Ходжаев Шухрат Толибовичнинг 05.13.01 – Тизимли таҳлил, бошқарув ва ахборотни қайта ишлаш ихтисослиги бўйича «Газ таъминлаш объектларининг ишлаши ва оператив бошқаруви алгоритмлари ва моделлари» мавзусидаги диссертациясининг

РЕЗЮМЕСИ

Таянч сўзлар: бошқарув тизими, тизимли ёндашиш, тизимли таҳлил, газ таъминлаш тизимлари, идентификация, адаптация, алгоритм, модель, дастурий мажмуа.

Тадқиқот объектлари: нормал иш режимида ва назорат қилинмайдиган тасодифий тазйиқлар остида ишлайдиган газ таъминлаш тизимлари.

Ишнинг мақсади: газ таъминлаш объектларининг фаолиятини таҳлил этиш, технологик ва иқтисодий кўрсаткичларини баҳолашга доир эксперт қарорларини қабул қилишнинг моделлари ва ҳисоб алгоритмларини ривожлантириш ҳамда объектга йўналтирилган дастурий воситаларини ишлаб чиқиш.

Тадқиқот усуллари: тизимлар ва тизимли таҳлил, қарор қабул қилиш, эҳтимоллар назарияси ва статистика, математик дастурлаш, ўйинлар назарияси, оптималлаштириш ва эвристик ёндашувлар, сонли тажриба усуллари.

Олинган натижалар ва уларнинг янгилиги: газ таъминоти тизими ҳаётий циклининг барча масалалари ва уларни ечиш учун керакли ахборотлар спектрини, уларнинг иерархик муносабатлари ва амалга оширилиш кетма-кетлигини намойиш этадиган ахборот-мантиқий модель; мураккаб тизим қаршилиқ коэффициентини идентификациялаш учун градиент бўйлаб тушиш усули асосидаги алгоритми ва дастури; газ тақсимлаш тармоғининг қаршилиқ коэффициентини ва оптимал диаметрларини топиш учун комбинирланган алгоритм ва дастурлар модули; жадваллар назариясига асосланган ҳолда газ тақсимлаш тармоғининг математик модели ишлаб чиқилди.

Амалий аҳамияти: яратилган алгоритм ва дастурий воситалар турли шароитларда ишлайдиган газ таъминлаш тизимларини бошқариш ва созлаш учун тезкор қарор қабул қилиш имконини беради.

Тадбиқ этиш даражаси ва иқтисодий самарадорлиги: дастурий воситалар ЎзР Давлат патент идорасига топширилган (№ DGU 01936, 02011 и 2181), илмий натижалар ЎзР АТИТД №14.3 гранти ҳисоботларига киритилган ва «Самарқандгаз» (ҳозирда «Самарқандтаъминотгаз») вилоят бошқармаси объектларига татбиқ этилиб, йилига 9220000 сўмлик иқтисодий самарадорликка эришилган.

Қўлланиш соҳаси: газ ишлаб чиқариш, узатиш ва таъминлаш объектлари ҳамда корхона ва ташкилотларнинг иқтисодиёт ва режалаштириш бўлимлари.

РЕЗЮМЕ

диссертации Ходжаева Шухрата Толибовича на тему «Модели, алгоритмы функционирования и оперативного управления объектами газоснабжения» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации

Ключевые слова: система управления, системный подход, системный анализ, газоснабжающие системы, идентификация, адаптация, алгоритм, модель, программный комплекс.

Объекты исследования: газоснабжающие системы, функционирующие как при нормальных рабочих режимах, так и при воздействии неконтролируемых случайных возмущений.

Цель работы: развитие моделей, вычислительных алгоритмов и создание объектно-ориентированных программных средств анализа функционирования и принятия экспертных решений по оценке технологических и экономических показателей систем газоснабжения.

Методы исследования: методы теорий систем и системного анализа, принятия решений, вероятностей и математической статистики, математического программирования, теории игр, оптимизационные и эвристические подходы, вычислительный эксперимент.

Полученные результаты и их новизна: предложена информационно-логическая модель жизненного цикла системы газоснабжения, которая демонстрирует весь спектр задач и требуемых для их решения информации, а также их иерархическую взаимосвязь и последовательность реализации. На основе метода градиентного спуска разработаны алгоритм и программа идентификации коэффициента сопротивления сложной сети газоснабжения. Разработаны комбинированные вычислительные алгоритмы и программные модули параметрической идентификации и определения оптимальных диаметров газораспределительных сетей. Разработана математическая модель газораспределительной сети как детерминированной системы обслуживания, базирующаяся на концепциях теории расписаний.

Практическая значимость: разработанные алгоритмы и программные средства позволяют оперативно принимать решения по управлению и регулированию объектов газоснабжения, функционирование которых осуществляется при различных условиях.

Степень внедрения и экономическая эффективность: программные средства сданы в Государственное патентное ведомство РУз (№ DGU 01936, 02011 и 2181), результаты вошли в научные отчеты гранта №14.3 ГКНТ РУз и внедрены ОУ «Самаркандгаз» (ныне «Самаркандтаъминотгаз») с экономическим эффектом 9 млн. 220 тыс. сум. в год.

Область применения: объекты добычи, транспорта и снабжения газа, а также планово-экономические отделы производств и предприятий.

RESUME

Thesis of Khodzhaev Shukhrat Tolibovich on the scientific degree competition of the doctor of philosophy in technics on speciality 05.13.01 – System analysis, management and information handling, subject: “Methods and algorithms of operational management and decision-making analysis in social systems”

Key words: management system, systemic approach, analysis, gas supply systems, identification, adaptation, algorithm, model, software complex.

Subject of research: gas supply systems which operate in normal working mode and under uncontrollable random disturbance influence.

Purpose of work: development of methods and algorithms of efficient management and decision-making analysis for technical and economical gas supply objects factors.

Methods of research: have been used: mathematical programming, probability theory, information systems construction and computing experiment methods.

The results obtained and their novelty: for the first time have been developed methodology and algorithms of interpretation of graphic predetermined functions. Also have been stated and summarized principles of definition and estimation of models of structured identification of gas supply objects accuracies. Devised and researched the information-logical model of management and operational decision-making automation on regulation of work of gas produce, transport and supply objects. Has been developed informational-logical model of automation of technological and economical computation of factors of objects of gas production and supply. Has been shaped mathematical model of gas distribution network as determined serving system, based on scheduling theory conception.

Practical value: have been developed algorithms and software tools that make possible efficiently to manage and regulate gas supply system, which may operate as in normal working mode and as under uncontrollable random disturbance influence.

Degree of embed and economic effectivity: developed software tools were accepted and adopted by state direction of “Samarkand Gas” (which now is SG “Samarkand Gas Supply”) and became component of different scientific research activities of “SCST RUz №-14.3”. Economical effect of current work’s adoption is about 9220000 sums per annum. Obtained three certificates of the State Patent Office of the Republic of Uzbekistan: №DGU 01936, №DGU 02011, №DGU 2181.

Field of application: objects of production, transport and gas supply, and also in planned-economical departments of industrial factories.

