

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

СТАШИНСЬКИЙ ОЛЕКСАНДР ПЕТРОВИЧ

УДК 004.061.5:621.6(043.5)

**ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ
ДИСПЕТЧЕРСЬКОГО ПЕРСОНАЛУ ГАЗОТРАНСПОРТНОГО
ПІДПРИЄМСТВА**

05.13.06 – інформаційні технології

Автореферат

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Київ – 2015

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Національному авіаційному університеті Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник: Заслужений метролог України,
доктор технічних наук, професор
Квасніков Володимир Павлович,
Національний авіаційний університет, м. Київ,
завідувач кафедри комп'ютеризованих
електротехнічних систем та технологій.

Офіційні опоненти:

доктор технічних наук, професор
Шостак Ігор Володимирович,
Національний аерокосмічний університет
ім. М.Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»
професор кафедри інженерії
програмного забезпечення;

кандидат технічних наук, доцент
Толбатов Володимир Аронович,
Сумський державний університет
доцент кафедри комп'ютерних наук,
секція комп'ютеризованих систем управління.

Захист відбудеться "05" листопада 2015 р. о 15³⁰ год. на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.062.01 при Національному авіаційному університеті за адресою: 03680, м. Київ, просп. Космонавта Комарова, 1, НАУ, корп. №11, ауд. 311.

З дисертацією можна ознайомитися в науково-технічній бібліотеці Національного авіаційного університету за адресою: 03680, м. Київ, просп. Космонавта Комарова, 1.

Автореферат розісланий "02" жовтня 2015 р.

Учений секретар
спеціалізованої вченої ради

В.С.Єременко

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Сучасний етап розвитку енергетичної галузі України характеризується широким зростанням у сферах її діяльності інтегральних інтелектуальних технологій, що на сьогоднішній день дозволяє досягти якісно нового рівня комп'ютеризації функцій управління технологічними процесами та обладнанням, в тому числі і в сфері транспортування та зберігання природного газу.

Стрімке зростання інформаційних технологій (ІТ), доступність високоякісних сенсорів, впровадження промислових мікроконтролерів нового покоління з розвиненою периферією разом із збільшенням обсягу інформації, що обробляється в інформаційних системах диспетчерських пунктів газотранспортних підприємств, сформувавши значний інтерес до реалізації складних програмних алгоритмів управління широким колом об'єктів в реальному масштабі часу.

Забезпечення надійності, відмовостійкості роботи систем трубопровідного транспорту є однією із першочергових задач для народного господарства, одним із основних шляхів вирішення якої є розробка і вдосконалення моделей і методів прийняття рішень за умов невизначеності при створенні автоматизованих систем управління.

Це обумовлює необхідність вдосконалення існуючих методів збору та обробки інформації, в яких розробляються ефективні підходи до розробки апаратно-програмних комплексів та власне програмного забезпечення систем управління об'єктами газотранспортної системи, зокрема систем підтримки прийняття рішень диспетчерського персоналу.

В першу чергу, перед фахівцями інформаційних технологій поставлена задача побудови зручного і доступного для диспетчера людино-машинного інтерфейсу, який дозволяє ефективно здійснювати керування технологічним процесом транспортування газу та контроль за характерними параметрами технологічного обладнання, дана функція реалізована за принципом системи підтримки прийняття рішення, коли в разі виникнення певного відхилення в технологічному процесі видається повідомлення про це та рекомендовані дії, які повинен здійснити диспетчер в цій виробничій ситуації. Саме такі перспективи має система підтримки прийняття рішень диспетчерського персоналу.

Розробка комп'ютерних комплексів підтримки диспетчерських рішень (КПДР) з використанням сучасних програмних засобів дає можливість реалізувати різні по складності експерименти направлені на підвищення ефективності режиму роботи газотранспортної системи (ГТС), економії природного газу при його транспортуванні, проведенню заходів щодо якісної очистки внутрішньої порожнини магістральних газопроводів (МГ), на основі нових інформаційних технологій відтворити методики обробки різного роду штатних та нештатних ситуацій, які виникають при роботі об'єктів ГТС.

Значний внесок у розробку методів побудови і використання КПДР для підготовки фахівців трубопровідного транспорту внесли вітчизняні вчені: Л.І.Григор'єв, С.О.Сарданашвілі, В.А.Дятлов, В.Є.Селезньов, В.В.Альошин, С.М.Прялов, О.М.Карасевич, М.Г.Сухарев, В.С.Панкратов, В.Г.Герке та ін.

У розвитку сучасних автоматизованих методів проектування інформаційних систем КПДР, заснованих на використанні новітніх розробок в галузі теорії і

практики управління великий внесок внесли зарубіжні вчені M.Tirpak, J.Marko, A.Heringh, J.Henderson, G.Johannsen та ін.

Однак на сьогоднішній день розвиток інформаційних технологій в ГТС вимагає розробки систем підтримки прийняття рішень диспетчерським персоналом, математичних моделей об'єктів ГТС для прийняття рішень за умов невизначеності, а також вдосконалення існуючих підходів до системи збору, передачі та обробки інформації в автоматизованих системах управління об'єктів магістральних газопроводів, включаючи підготовку диспетчерів з транспортування газу на базі використання комп'ютерних КПДР.

Окреслене вище коло невирішених питань є актуальною науковою задачею, вирішення якої дозволить підвищити надійність та безаварійність роботи газотранспортної системи, а також забезпечити необхідний рівень підготовки фахівців трубопровідного транспорту.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконана на кафедрі комп'ютеризованих електротехнічних систем та технологій Національного авіаційного університету і пов'язана з Законом України № 433-IV "Про пріоритетні напрями інноваційної діяльності в Україні та в рамках програм НАК «Нафтогаз України» згідно розпоряджень Кабінету Міністрів України «Про схвалення Енергетичної стратегії України на період до 2030 року» та «Про схвалення Концепції розвитку, модернізації і переоснащення газотранспортної системи України на 2009-2015 роки», науково-виробничими планами Управління магістральних газопроводів (УМГ) «Черкаситрансгаз», а також відповідно до держбюджетної теми Міністерства освіти і науки України НДР "Розробка методології системи інтелектуального керування мобільними роботами" (№держреєстрації 0110U000211) етап II: Розробка методології та програмного забезпечення інтелектуального керування мобільними роботами (2011р.), де автор був виконавцем роботи (розділ 2.3, 3.2).

Мета і задачі дослідження. Метою дисертаційної роботи є розробка інформаційних технологій для аналізу структурних, інформаційних і функціональних моделей об'єктів магістральних газопроводів для підтримки прийняття рішень диспетчерським персоналом при управлінні газотранспортним підприємством. Для досягнення поставленої мети вирішені наступні завдання:

- аналіз апаратно-програмних комплексів диспетчерського пункту лінійного виробничого управління з метою визначення можливостей диспетчера в частині експлуатації ГТС;

- розробка функціональної, інформаційної структури комп'ютерного КПДР, а також системи збору та обробки інформації та системи підтримки прийняття рішень диспетчерським персоналом;

- розробка математичних моделей об'єктів ГТС для прийняття рішень за умов невизначеності для забезпечення надійності роботи диспетчерського персоналу в експлуатаційних умовах;

- розробка інформаційно-програмного забезпечення для реалізації експлуатаційних завдань диспетчерського персоналу.

Об'єкт дослідження – процес прийому, передачі та обробки інформації в автоматизованих системах управління газотранспортною системою.

Предмет дослідження – моделі та методи підтримки прийняття рішень диспетчерського персоналу газотранспортної системи на основі розробки інформаційно-програмного забезпечення в спеціалізованій комп'ютерній системі газотранспортного підприємства.

Методи дослідження ґрунтуються на теоріях автоматичного управління (для розділів 1,2), прийняття рішень (для розділів 2,4) та методах імітаційного моделювання (для розділу 3), динамічного програмування (для розділу 4), аналітичних та числових методах побудови і реалізації процесів, що виникають при експлуатації складних ГТС (для розділів 3,4).

Наукова новизна одержаних результатів:

1. Вперше розроблено метод вирішення оптимізаційної задачі режимів роботи багатониткових систем газопроводів, що базується на принципах динамічного програмування, в якому стандартна функція мети доповнюється системою обмежень фактичних режимних параметрів газових потоків, це дозволяє не змінювати загальний режим роботи трубопровідної системи при її оптимізації.

2. Вперше розроблено метод регулювання швидкості руху очисного пристрою (ОП) при проведенні очистки внутрішньої порожнини ділянки магістрального газопроводу, який на відміну від раніше відомих базується на основі прогнозування змін режимів роботи суміжних компресорних станцій, що забезпечується створеною інформаційною технологією.

3. Удосконалено метод прийняття рішень на основі використання продукційної моделі представлення знань, в якому управління системою продукційних правил здійснюється за принципом визначення вагових ознак, що дозволило описувати класи різних виробничих ситуацій, які мають місце на об'єктах магістральних газопроводів та застосовувати типові процедури їх вирішення.

4. Отримало подальший розвиток імітаційне моделювання роботи об'єктів магістральних газопроводів з використанням методів комбінування стаціонарних та нестаціонарних процесів течії газу.

Практичне значення одержаних результатів роботи полягає у наступному:

1. Обґрунтовано раціональний варіант побудови комп'ютерного комплексу підтримки диспетчерських рішень, що забезпечує підтримку прийняття рішень диспетчерським персоналом при мінімальних часових та виробничих затратах.

2. Розроблено алгоритм вирішенні задачі з оптимізації режимів роботи багатониткових систем газопроводів, та задачі з регулювання швидкості руху очисного пристрою при проведенні очистки внутрішньої порожнини ділянки магістрального газопроводу.

3. Розроблено спеціалізоване програмне забезпечення, що дозволяє реалізувати на практиці запропоновані алгоритми, які вперше було впроваджено в подібні комп'ютерні комплекси.

4. Проведені експлуатаційні випробування ІТ підтримки прийняття рішень диспетчерського персоналу газотранспортного підприємства.

5. Запропонована ІТ може бути використана у системах інтелектуальної обробки інформації промислових підприємств, зокрема для трубопровідного транспорту нафти та нафтопродуктів.

Впровадження результатів роботи. Результати дисертаційного дослідження впроваджені у вигляді алгоритмів, програмних модулів в УМГ “ЧЕРКАСИТРАНСКАЗ” (Акт впровадження від 03.12.13р.) та в навчальний процес кафедри інформаційно-вимірювальних систем (Акт впровадження від 26.02.14р.).

Особистий внесок здобувача. Основні положення та результати дисертаційної роботи одержані автором самостійно. Особистий внесок здобувача в роботах, опублікованих в співавторстві, такий:

- здійснено обґрунтування проблеми ефективності впровадження комп'ютерних КПДР для диспетчерського персоналу газотранспортного підприємства (ГТП) [11];

- проведено дослідження існуючих методів математичного моделювання технологічних процесів ГТС, на основі яких запропоновано ряд математичних моделей роботи основних об'єктів ГТС при стаціонарних та нестаціонарних режимах течії газу, необхідних для вирішення режимно-технологічних завдань диспетчерського персоналу [15];

- розроблено метод вирішення задачі з регулювання швидкості руху очисного пристрою при проведенні очистки внутрішньої порожнини ділянки магістрального газопроводу, описано програмний алгоритм реалізації даного методу. Показано, що на відміну від раніше відомих, даний метод базується на основі прогнозування змін режимів роботи суміжних компресорних станцій [3].

- проведено системний аналіз виявлення та ліквідації аварії на лінійній частині МГ, орієнтований на вирішенні задачі правильності виходу та локалізації її наслідків [6].

Апробація результатів дисертації. Основні результати дисертації доповідались і обговорювались на: Третій, четвертій та п'ятій Міжнародній науково-практичній конференції „Інтегровані інтелектуальні робототехнічні комплекси” (Київ, 2010, 2011, 2012 рр.); Міжнародній науково-технічній конференції „АВІА-2011” (Київ, 2011 р.); Міжнародній науково-технічній конференції «Безпека інформаційних технологій» (Київ, 2011 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Обробка сигналів і негаусівських процесів» (Черкаси, 2011 р.); Другій та третій науково-практичній конференції «Методи та засоби неруйнівного контролю промислового обладнання» (Івано-Франківськ 2009, 2011 рр.); Міжнародній науково-технічній конференції «Проблеми і перспективи транспортування нафти і газу» (Івано-Франківськ 2012 р.); Науково-практичній конференції «Інформаційно-вимірювальні технології, технічне регулювання та менеджмент якості» (Одеса 2010 р.); Міжнародній науковій конференції «Вимірювання, контроль та діагностика в технічних системах», м. Вінниця, 2011 р. ; Міжнародній науково-технічній конференції «Совершенствование турбоустановок методами математического и физического моделирования», м. Харків, 2012 р.; Міжнародній науково-технічній конференції «Перспективи розвитку нафтогазової галузі», Ялта, Крим, 2010 р. ; IV Międzynarodowej Naukowo-Badawczej konferencji Młodych Uczonych „Perspektywy rozwoju przemysłu naftowego i gazowego”, Krakow, Rzeczpospolita Polska, 2011r.; The fourth world congress «Aviation in the XXI-st century» (Kyiv, Ukraine 2011 r.).

Публікації. За темою дисертації опубліковано 21 наукова праця, із них 8 у наукових фахових виданнях, 7 одноосібних (1 стаття входить до міжнародної

наукометричної бази даних «Index Copernicus»), 13 тез доповідей на міжнародних конференціях.

Структура та обсяг роботи. Дисертаційна робота складається із вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел і 6 додатків. Загальний обсяг роботи складає 142 сторінок, 35 рисунків, 5 таблиць, список використаних джерел з 97 найменувань, додатки на 10 сторінках.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі відзначено актуальність теми дисертаційної роботи, напрямок, мета і задачі дослідження зв'язок роботи з науковими планами, програмами, темами. Викладено основні положення, які виносяться на захист, наукова новизна і практичне значення досліджень, відомості про апробацію та публікацію основних результатів роботи, її обсяг та структуру.

У першому розділі проведено аналіз газотранспортної системи в сфері відповідальності інформаційних технологій. Виділено основні підсистеми ГТС і дано їх короткий опис. Показано, що об'єкти ІТ являються невід'ємною технологічною складовою частиною газотранспортної системи і призначені для автоматизації управлінських та виробничих процесів її функціонування. Розглянуто структуру апаратно-програмного комплексу диспетчерських пунктів управління магістральними газопроводами.

Розглянуто завдання підготовки диспетчерського персоналу та задачі його інтеграції в «людино-машинний» інтерфейс. Наведено основні фактори, якими визначається рівень професійної підготовки диспетчера. Показано важливість впровадження комп'ютерних комплексів підтримки диспетчерських рішень з метою підвищення ефективності роботи диспетчерського персоналу.

Проведено аналіз сучасного стану задачі розробки комп'ютерних комплексів підтримки диспетчерських рішень для підготовки диспетчерів ГТС. Виконана порівняльна характеристика комп'ютерних комплексів вітчизняних та зарубіжних розробок. Описано особливості методики проектування і реалізації КПДР в трубопровідному транспорті газу а також розглянуто основні підходи до його створення та сформульовані завдання дослідження.

В другому розділі запропоновано схему організації комп'ютерного КПДР на основі архітектури об'єктно-орієнтованого проектування. Така схема дозволяє інтегрувати КПДР в автоматизовані системи підтримки диспетчерських рішень, що є одним з ефективних засобів підвищення професійної підготовки диспетчерського персоналу на його робочому місці.

За своєю суттю КПДР є спеціалізованою комп'ютерною інформаційно-аналітичною системою, яка забезпечує високоточні розрахункові оцінки фактичних параметрів стану і режимів роботи трубопровідної системи. Запропонований варіант схеми організації КПДР можна умовно представити у наступному вигляді (рис. 1)

Його першим елементом є побудований з універсальних сегментів набір модельованих схем трубопровідної системи, які мінімально відрізняється від повної топології реальної технологічної схеми з урахуванням її конструктивного виконання.

Другий елемент - це база даних, що містить у вигляді спеціально відформатованих записів вихідну та оперативну інформацію про стан роботи

системи, параметри трубопроводів, показники технологічних режимів, правила управління транспортуванням природного газу для конкретного ГТП і т.д. Як зазначалось раніше, КПДР використовує БДРЧ існуючих SCADA систем.



Рисунок 1 - Інформаційна технологія підтримки прийняття рішень диспетчерського персоналу

Третьою частиною КПДР є програмно-математичний комплекс, який оперує двома першими складовими, та за своєю суттю являє собою розрахункове ядро комп'ютерного КПДР.

Представлений програмно-математичний комплекс розроблений на основі архітектури об'єктно-орієнтованого програмування та складається з єдиної програмної оболонки, яка поєднує в собі набір інформаційно-програмних модулів, направлених на виконання відповідних їм функціональних завдань КПДР:

- 1) Інформаційно-програмний модуль «Аналіз режиму роботи магістрального газопроводу в експлуатаційних умовах»;
- 2) Інформаційно-програмний модуль «Оптимізація режиму роботи компресорних станцій»;
- 3) Інформаційно-програмний модуль «Регулювання швидкості руху очисного пристрою».

Кожен з цих модулів для належного свого функціонування використовує наступні комплекси програмних процедур: комплекс процедур збору та обробки інформації; комплекс процедур підтримки прийняття рішень; комплекс процедур моделювання технологічних процесів.

В якості технологічної платформи розробки програмних продуктів КПДР виступає Microsoft Visual Studio, а мова програмування – С++. Даний засіб є самостійним програмним забезпеченням для функціонування якого немає необхідності в наявності інших програмних продуктів. Середовище функціонування – операційні системи сімейства Windows.

Розроблено механізм інформаційного діалогу КПДР як «людино-машинної» системи, який полягає в одночасній роботі всіх вищезазначених підсистем програмно-математичного комплексу та власне користувача.

Реалізовано підхід до створення системи підтримки прийняття рішень (СППР) на основі продукційної системи представлення знань.

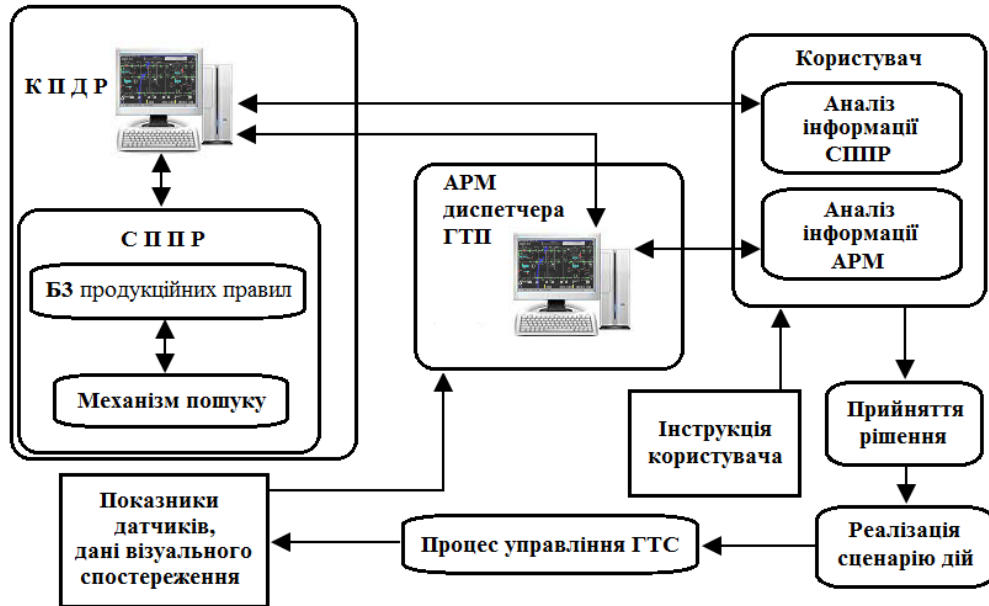


Рисунок. 2 - Принципова схема управління процесом транспорту газу з використанням системи підтримки прийняття рішень КПДР

Розмірковуючи під час прийняття якогось рішення, диспетчер використовує продукційні правила, тобто правила виду «умова»→ «дія». Продукційна система представляється у вигляді

$$PS = \langle F, P, I \rangle, \quad (1)$$

де F - робоча пам'ять (РП), що містить поточні дані (зміна стану об'єкта, певна ознака ситуації що виникає на об'єкті та т.п.); P - база знань (БЗ) містить множину продукційних правил; I - інтерпретатор, який реалізує процес виводу висновків, заключень.

У свою чергу інтерпретатор формально може бути представлений у вигляді

$$I = \langle V, S, R, W \rangle, \quad (2)$$

де V - множина процедур вибору з F і P підмножини активних даних F_v і активних продукційних правил P_v , що беруть участь у поточному циклі роботи інтерпретатора; S - процес співставлення, що визначає множину пар виду

$$(p_i) \rightarrow \{d_i\}, p_i \in P_v, \{d_i\} \in F_v, \quad (3)$$

де p_i - правило; $\{d_i\}$ - дані; R - процес вирішення конфліктів (або процес планування) визначає, які із множини отриманих пар будуть виконані; W - процес, який здійснює виконання обраного зазначеного правила, тобто виконання дій, зазначених у правій частині правила.

Дані - це вихідні факти, що зберігаються в РП, на підставі яких запускається інтерпретатор правил, тобто програма, що керує переліком продукційних правил в БЗ. Компоненти управління такої програми засновані на застосуванні логічних правил: «Якщо відомо, що твердження А - «істинно», і існує правило виду «ЯКЩО А, ТО В», тоді твердження В також «істинно». Суть застосування цього правила полягає в тому, що якщо в РП присутній істинний факт А і в БЗ існує правило виду «ЯКЩО А, ТО В», то факт В признається істинним і заноситься в РП. Таким чином, правила спрацьовують, коли знаходяться факти, що задовольняють вимогам їх лівої частини, - якщо посилення – «істина», то і заключення повинно бути – «істинно».

Розглянемо продукційну систему, при використанні якої БЗ складається з набору правил виду ЯКЩО <умова> ТО <дія>.

Під умовою розуміється деяка пропозиція-зразок, набір певних ознак що характеризують ситуацію, яка склалась у визначений момент часу, за якими здійснюється пошук в БЗ. А під дією - дії, що виконуються при успішному результаті пошуку. Дії можуть бути:

- термінальними або цільовими, які завершують роботу системи (ситуація що склалась в даний момент часу на ділянці ГТС ідентифікована, видача рекомендацій щодо подальших дій);
- проміжними, які продовжують роботу системи та виступають як наступні умови (ситуація що склалась в даний момент часу на ділянці ГТС не ідентифікована, запуск процедури ідентифікації ситуації).

Для кожної ситуації, яка описується продукційним правилом в СППР експертами проводиться класифікація ознак її виникнення, що представлено в таблиці 1.

Таблиця 1

Таблиця зв'язків «ознаки-ситуації»

Ознака	Ситуації		
	S_1	...	S_j
x_1	a_{11}		a_{1j}
...			
x_i	a_{i1}		a_{ij}

На перетині i -го рядка ($i = 1, \dots, n$) і j -го стовпця ($j=1, \dots, l$) таблиці експертом вказується оцінка значення коефіцієнта приналежності a_{ij} i -ї ознаки j -тій ситуації на основі приведеної в таблиці 2 нелінійної шкали чисельного оцінювання коефіцієнта приналежності.

Таблиця 2

Шкала значень коефіцієнта приналежності

Значення a_{ij}	Інтерпретація
0	ознака взагалі не використовується для ідентифікації даної ситуації
0,4	ознака використовується рідко, або є непрямим показником якогось явища
0,7	ознака використовується досить часто
0,9	ознака використовується завжди, але не є основною в даній ситуації
1	ознака є однією із основних, що визначає дану ситуацію

Наступним етапом аналізу інформації являється ранжування ознак, метою якого є виділення для кожної ситуації ознак, що мають більш високу відносну вагу в порівнянні з іншими ознаками, які беруть участь в ідентифікації даної ситуації. Для зручності

подальшого аналізу вводиться поняття порівняльної важливості двох ознак, що характеризує ступінь значимості цих ознак одної відносно іншої для даної ситуації. Оцінка порівняльної важливості γ_{ik} параметрів x_i і x_k в ситуації S_j виконується експертом.

У таблиці 3 наведена лінійна шкала для кількісної оцінки та дана її лінгвістична інтерпретація.

Таблиця 3

Шкала значень порівняльної важливості

Порівняльна важливість	Інтерпретація
3	Перша з порівнюваних ознак набагато важливіша, ніж друга
2	Перша ознака більш важливіша
1	Перша ознака трохи важливіша ніж друга
0	важливість обох ознак в даній ситуації приблизно однакова
-1	перша ознака трохи менш важливіша ніж друга
-2	перша ознака менш важливіша
-3	важливість першої ознаки набагато нижча в порівнянні з другою

Дані для попарного порівняння, структура яких наведена в табл. 4, формуються для кожної ситуації S_j на основі інформації, що міститься в таблиці зв'язків «ознаки-ситуації» (табл. 1). При цьому в таблицю попарного порівняння включаються тільки ті параметри, коефіцієнти приналежності яких в даній ситуації більші нуля.

Таблиця 4

Попарне порівняння параметрів

Ознаки	x_1	...	x_k	Відносна вага	Оцінка важливості
x_1	0	...	γ_{1k}	λ_{1j}	β_{1j}
...	...	0	...		
x_i	γ_{i1}	...	0	λ_{ij}	β_{ij}

Заповнення таблиці здійснюється експертом, який вказує на перетині i -го рядка k -го стовпця відносну важливість i -ї ознаки в порівнянні з k -ю. Заповнюється тільки верхня наддіагональна частини таблиці, так як нижня частина симетрична їй із зворотнім знаком ($\gamma_{ik} = -\gamma_{ki}$) і обчислюється автоматично.

Далі використовуючи результати заповнення таблиці, виконується процедура обчислення відносної ваги λ_{ij} та оцінки важливості β_{ij} ознаки x_i для ситуації S_j

$$\lambda_{ij} = \frac{1}{2} \left(\frac{\sum_{k=1}^n \gamma_{ik}}{3n-3} + 1 \right); \quad (4)$$

$$\beta_{ij} = \alpha_{ij} \cdot \lambda_{ij}. \quad (5)$$

Заключним етапом являється власне ідентифікація ситуації, яка склалася у визначений момент часу. Для цього для вибору в БЗ відповідного продукційного правила яке б описувало дану ситуацію, використовується метод «найближчого сусіда», при реалізації якого обчислюється відстань в просторі подібних їм ознак між ситуацією яка склалася і наявними в БЗ правилами за формулою

$$D(s, p) = \frac{1}{\sum_{i=1}^n s_i \times p_i \times \beta_i}, \quad (6)$$

де $D(s, p)$ - відстань між ситуацією яка склалася у визначений момент часу - s_i (якщо ознака x_i має місце при даній ситуації, тоді $s_i = 1$, у всіх інших випадках $s_i = 0$) і продукційним правилом - p_i (якщо в умові продукційного правила для ситуації S_j ознака $x_i > 0$, тоді $p_i = 1$, у всіх інших випадках $p_i = 0$); n - кількість ознак.

Реалізація представленого підходу до створення СППР диспетчера ГТС на основі продукційної моделі представлення знань дозволяє описувати класи (сімейства) різних ситуацій, що мають місце на об'єктах магістральних газопроводів та застосовувати типові процедури їх вирішення, що особливо актуально при організації процесу підтримки прийняття рішень при роботі з об'єктами ідентифікації великих розмірів.

Математичні моделі роботи основних об'єктів ГТС при стаціонарних, та нестаціонарних режимах течії газу, необхідних для функціонування математичного апарату комплексу підтримки диспетчерських рішень:

Математична модель нестаціонарної та стаціонарної течії газу в трубопроводі

$$\frac{\partial q^2(x, t)}{\partial t} = \frac{c^2 d}{\gamma \lambda \cdot v_{cp}} \cdot \frac{\partial^2 q^2(x, t)}{\partial x^2}, \quad (7)$$

$$q = 3.26 \cdot 10^{-7} \cdot d^{2.5} \sqrt{\frac{P_n^2 - P_k^2}{\lambda \cdot z_{cp} \cdot \Delta \cdot T_{cp} \cdot x}}, \quad (8)$$

де $q(x, t)$, розхід газу, що залежать від відстані на ділянці газопроводу x і часу t ; c - адіабатична швидкість звуку; v_{cp} - середнє значення швидкості газу; γ - показник адіабати; P_n, P_k - тиск газу на початку і в кінці ділянки; λ - коефіцієнт гідравлічного опору; Δ - відносна густина газу; d - внутрішній діаметр газопроводу; z_{cp} - коефіцієнт стисливості газу, розрахованим при середньому тиску P_{cp} та температурі T_{cp} на ділянці газопроводу.

Запропоновані математичні моделі роботи байпасного трубопроводу кранового вузла при критичному режимі течії газу

$$P_c = P_1 \cdot \left(\frac{\gamma + 1}{2}\right)^{\frac{\gamma}{\gamma - 1}}; \quad T_c = T_1 \cdot \frac{2}{\gamma + 1}; \quad v_c = c_c = \sqrt{\frac{2\gamma R T_1}{\gamma + 1}} \quad (9)$$

та при докритичному режимі течії газу

$$P_c = P_2; \quad T_c = T_1 \cdot \left(\frac{P_1}{P_2}\right)^{\frac{1 - \gamma}{\gamma}}; \quad v_c = \sqrt{\frac{2\gamma R T_1}{\gamma - 1} \cdot \left[1 - \left(\frac{P_1}{P_2}\right)^{\frac{1 - \gamma}{\gamma}}\right]}, \quad (10)$$

де P_1, T_1, P_2, T_2 - тиск та температура газу в частині трубопроводу розташованому до та після крана, відповідно; P_c, T_c, v_c - тиск, температура та швидкість газу у вихідному перерізі байпасного трубопроводу, відповідно.

Приведені моделі роботи газоперекачувального агрегату

$$\varepsilon_n = a + b[Q_{gc}]_{np} + c[Q_{gc}]_{np}^2; \quad (11)$$

$$\eta_{нол} = \kappa_1 + \kappa_2[Q_{gc}]_{np} + \kappa_3[Q_{gc}]_{np}^2; \quad (12)$$

$$\left[\frac{N_i}{\rho_{\text{вс}}} \right]_{3\text{в}} = c_1 + c_2 [Q_{\text{вс}}]_{\text{нр}} + c_3 [Q_{\text{вс}}]_{\text{нр}}^2, \quad (13)$$

де ε_n – ступінь підвищення тиску газу в нагнітачі; $[Q_{\text{вс}}]_{\text{нр}}$ – приведена витрата газу на всмоктуванні нагнітача; $\eta_{\text{пол}}$ – політропічний ККД нагнітача; $\left[\frac{N_i}{\rho_{\text{вс}}} \right]_{3\text{в}}$ – приведена відносна потужність нагнітача $a, b, c, \kappa_1, \kappa_2, \kappa_3, c_1, c_2, c_3$ – коефіцієнти полінома.

Запропонована математична модель роботи установки очистки газу

$$\xi f_u \rho_z \frac{w_o^2}{2} \leq m_u \omega^2 r, \quad (14)$$

де ξ – коефіцієнт опору середовища установки очистки газу; w_o, f_u, m_u – параметри частинок забруднення; ω – кутова швидкість руху газового потоку; r – середній радіус установки

Запропонована математична модель роботи апаратів повітряного охолодження газу

$$T_K = T_3 + (T_{II} - T_3) \cdot e^{\left(\frac{k \cdot F_{op}}{M \cdot c_p} \right)}, \quad (15)$$

де T_{II}, T_K – температура газу, відповідно на вході та виході апаратів повітряного охолодження газу; T_3 – температура навколишнього середовища; k – коефіцієнт теплопередачі, F_{op} – площа поверхні теплообміну; c_p – середня теплоємність газу при постійному тиску; M – масова витрата газу.

Для підвищення точності моделювання процесу течії газу, на основі експериментальних досліджень, запропоновані варіанти адаптації моделей роботи модельованих об'єктів ГТС без викривлення їх фізичного змісту.

В третьому розділі запропоновано метод вирішення оптимізаційної задачі режимів роботи багатониткових систем газопроводів, в якому стандартна функція мети доповнюється системою обмежень фактичних режимних параметрів газових потоків, описано програмний алгоритм реалізації даного методу, який організований в розрахунковому ядрі інформаційно-програмного модуля «Оптимізація режиму роботи КС».

Функція мети оптимізаційної задачі може бути різною, але, як правило, вона включає в себе інтегральні витрати на транспорт газу: вартісні, паливного газу, споживаної потужності та ін. У загальному вигляді її можна представити як

$$F = \min \sum_{k=1}^{N_{KC}} \left[q^{KC_k} \left(p_{\text{вх}}^{KC_k}, Q_{\text{вх}}^{KC_k}, T_{\text{вх}}^{KC_k}, p_{\text{вих}}^{KC_k}, \vec{A}_{\text{ГПА}}^{KC_k} \right) \right], \quad (16)$$

де N_{KC} – кількість КС у складі системи; q^{KC_k} – витрати на перекачування газу k -тою КС; $p_{\text{вх}}^{KC_k}, Q_{\text{вх}}^{KC_k}, T_{\text{вх}}^{KC_k}, p_{\text{вих}}^{KC_k}$ – розрахункові параметри газового потоку через k -ту КС; $\vec{A}_{\text{ГПА}}^{KC_k}$ – вектор заданих і розрахункових параметрів ГПА k -тої КС ($k=1, \dots, N_{KC}$).

У відповідності до запропонованого методу, функція мети доповнюється наступною системою обмежень

$$\begin{aligned} \text{а) } p_{\text{вх}}^{KC_k} &= p_{\text{вх. факт.}}^{KC_k} = \text{const}; \\ \text{б) } p_{\text{вих}}^{KC_k} &= p_{\text{вих. факт.}}^{KC_k} = \text{const}; \end{aligned} \quad (17)$$

$$\begin{aligned} \text{в)} \quad \sum_{k=1}^{N_{KC}} Q_{\text{вх}}^{KC_k} &= \sum_{k=1}^{N_{KC}} Q_{\text{вх. факт.}}^{KC_k} = \text{const}; \\ \text{з)} \quad T_{\text{вх}}^{KC_k} &= T_{\text{вх. факт.}}^{KC_k} = \text{const}, \end{aligned}$$

де $P_{\text{вх. факт.}}^{KC_k}$, $P_{\text{вих. факт.}}^{KC_k}$, $Q_{\text{вх. факт.}}^{KC_k}$, $T_{\text{вх. факт.}}^{KC_k}$ - фактичні значення параметрів газового потоку через КС. Дані параметри являються постійними величинами, так як розглядається метод оптимізації паралельно працюючих КС багатониткових систем газопроводів, основною вимогою якого є збереження загального встановленого режиму роботи трубопровідної системи при мінімальних витратах паливного газу ГПА.

Враховуючи прийняті обмеження можна зробити висновок, що при даному методі оптимізація досягається тільки за рахунок зміни значення вектора $\vec{A}_{\text{ГПА}}^{KC_k}$, який представлений в наступному вигляді $\vec{A}_{\text{ГПА}}^{KC_k} = (\vec{B}_{\text{ВЦН}}^{KC_k}, \vec{C}_{\text{ГТД}}^{KC_k})$ (18)

де $\vec{B}_{\text{ВЦН}}^{KC_k}$ - вектор заданих і розрахункових параметрів відцентрового нагнітача k -тої КС; $\vec{C}_{\text{ГТД}}^{KC_k}$ - вектор заданих і розрахункових параметрів газової турбіни k -тої КС. У загальному вигляді їх можна представити у вигляді

$$\vec{B}_{\text{ВЦН}}^{KC_k} = \left(\varepsilon_{\text{ВЦН}}^{KC_k}, \frac{n^{KC_k}}{n_{\text{н ВЦН}}}, Q_{\text{ВЦН}}^{KC_k}, N_{\text{е ВЦН}}^{KC_k} \right); \quad (19)$$

$$\vec{C}_{\text{ГТД}}^{KC_k} = \left(n_{\text{ст ГТД}}^{KC_k}, N_{\text{ст ГТД}}^{KC_k}, T_{1\text{ГТД}}^{KC_k}, T_{2\text{ГТД}}^{KC_k}, T_{3\text{ГТД}}^{KC_k}, T_{4\text{ГТД}}^{KC_k} \right), \quad (20)$$

де $\varepsilon_{\text{ВЦН}}^{KC_k}$ - ступінь підвищення тиску газу нагнітачів k -тої КС; $\frac{n^{KC_k}}{n_{\text{н ВЦН}}}$ - відносні оберти

нагнітачів k -тої КС; $Q_{\text{ВЦН}}^{KC_k}$ - витрата газу через нагнітачі k -тої КС, за умов всмоктування; $N_{\text{е ВЦН}}^{KC_k}$ - ефективна потужність нагнітачів k -тої КС; $n_{\text{ст ГТД}}^{KC_k}$ - оберти силових турбін k -тої КС; $N_{\text{ст ГТД}}^{KC_k}$ - потужність газових турбін k -тої КС; $T_{1\text{ГТД}}^{KC_k}, T_{2\text{ГТД}}^{KC_k}, T_{3\text{ГТД}}^{KC_k}, T_{4\text{ГТД}}^{KC_k}$ - температурні параметри термодинамічного циклу газових турбін k -тої КС.

Під час впровадження даного методу оптимізації в УМГ «Черкаситрансгаз», протягом деякого часу експлуатації паралельно працюючих компресорних станцій КС-20, КС-38 та КС-38Б Гусятин Барського лінійного виробничого управління магістральних газопроводів, було проведено $N=54$ експерименти по оптимізації режимів їх роботи.

Встановлено, що з використанням даного методу фактична середня економія паливного газу на різних режимах роботи складає від 3,7% до 5,3%, при цьому середньоквадратичне відхилення складає $S = 0,522$.

де N - кількість експериментів, x_i - результат спостереження з вибірки, \bar{x} - середнє арифметичне значення результатів спостереження з вибірки.

Проведено перевірку гіпотези, що середня економія паливного газу на різних режимах роботи дійсно складає 4,2%. Для даної перевірки було застосовано t -тест. Головна гіпотеза наступна:

$$H_0 : \bar{\theta} = 4,2\%, \quad (21)$$

де $\bar{\theta}$ - середня економія паливного газу після впровадження методу.

Визначивши статистичну характеристику t

$$t = \frac{\bar{\theta} - 4,2}{S} \sqrt{N} = \frac{4,288 - 4,2}{0,522} \sqrt{54} = 1,235, \quad (22)$$

де N - кількість експериментів, задаючи $\alpha = 0,05$, із закону розподілу Стюдента з кількістю степенів вільності $\nu = N - 1 = 53$ умова

$$|t| \leq t_{\alpha/2, \nu}, \quad (23)$$

виконується, де $t_{\alpha/2, \nu} = 2,02$. Отже гіпотеза підтверджується, тобто середня економія паливного газу на різних режимах роботи компресорних станцій дійсно складає 4,2%.

Визначено, що середня економія паливного газу з впровадженням нового методу є значущою. Головна гіпотеза така

$$H_0: \bar{\theta} = \hat{\theta}, \quad (24)$$

де $\hat{\theta}$ - середня економія паливного газу до впровадження методу (в залежності від досвіду диспетчерського персоналу складала до 2%).

Для перевірки використано статистику

$$t = \frac{\bar{\theta} - \hat{\theta}}{S} \sqrt{N} = \frac{4,288 - 2}{0,522} \sqrt{54} = 32,17. \quad (25)$$

Використавши по аналогії закон розподілу Стюдента при $\alpha = 0,05$ з кількістю степенів вільності $\nu = N - 1 = 53$, неважко переконатись, що умова (23) не виконується, $t_{\alpha/2, \nu} = 2,02$. Отже головну гіпотезу спростовано, тобто слід вважати, що новий метод забезпечує статистично значущий приріст економії паливного газу при експлуатації паралельно працюючих компресорних станцій.

Розроблено метод вирішення задачі з регулювання швидкості руху очисного пристрою при проведенні очистки внутрішньої порожнини ділянки магістрального газопроводу, описано програмний алгоритм реалізації даного методу, який організований в розрахунковому ядрі інформаційно-програмного модуля КПДР «Регулювання швидкості руху очисного пристрою». Показано, що на відміну від раніше відомих, даний метод базується на основі прогнозування змін режимів роботи суміжних компресорних станцій.

Показано, що функція мети задачі з регулювання швидкості руху очисного пристрою може бути представлена в наступному вигляді

$$F = |V^n(x) - V_{opt}| \rightarrow \min, \quad (26)$$

при обмеженнях

$$V_{opt} = \text{const}; V^n(x) \leq V_{opt} + 1 \text{ м/с при } \forall x \in (0, L), \quad (27)$$

де V_{opt} – встановлена оптимальна швидкість руху ОП; $V^n(x)$ – середня швидкість руху ОП на n – ній умовній частині ділянки газопроводу з координатою x ($n = 1, \dots, m$, де m – загальна кількість умовних частин ділянки).

Під час впровадження даного методу при проведенні очистки внутрішньої порожнини ділянки магістрального газопроводу, протягом кількох пусків ОП, були проведені вимірювання його швидкості руху. Встановлено, що з використанням даного методу його фактична швидкість не перевищує оптимальну більш ніж на 1 м/с і

складає в середньому величину 10,51 м/с. При цьому середньоквадратичне відхилення складає 0,109.

Проведено перевірку гіпотези, що середня швидкість руху очисного пристрою з використанням запропонованого методу дійсно складає 10,5 м/с.

Для цього як і в попередньому випадку застосовано так званий t-тест. Головна гіпотеза наступна

$$H_0 : \bar{\theta} = 10,5\% , \quad (28)$$

де $\bar{\theta}$ – середня швидкість руху очисного пристрою з використанням запропонованого методу.

Для перевірки використано статистику (25)

$$t = \frac{10,51067 - 10,5}{0,109} \sqrt{15} = 0,375,$$

Задаючи $\alpha = 0,25$, із закону розподілу Стюдента з кількістю степенів вільності $\nu = 15 - 1 = 14$ умова:

$$|t| \leq t_{\alpha/2, \nu}, \quad (29)$$

виконується, де $t_{\alpha/2, \nu} = 1,2$. Отже гіпотеза підтверджується, тобто середня фактична швидкість руху очисного пристрою з використанням запропонованого методу дійсно складає 10,5 м/с, і не перевищує його визначену оптимальну швидкість (9,5 м/с) більш ніж на 1 м/с.

Розглянуто етапи формування модельованої схеми газотранспортної системи, яка представляє собою спрощену технологічну схему з врахуванням її конструктивного виконання «Об'єкти модельованої схеми» є інформаційним аналогом реальних технологічних об'єктів.

Будь-яка модельована схема може бути представлена у вигляді «Графа» (рис. 3), дугами (або ребрами) якого є технологічні об'єкти: лінійні ділянки магістральних газопроводів, крани, перемички, компресорні станції, відводи до ГРС і т.д. Вершинами графа являються або вузли з'єднання декількох технологічних об'єктів, або вузли сходження/розділення потоків газу.

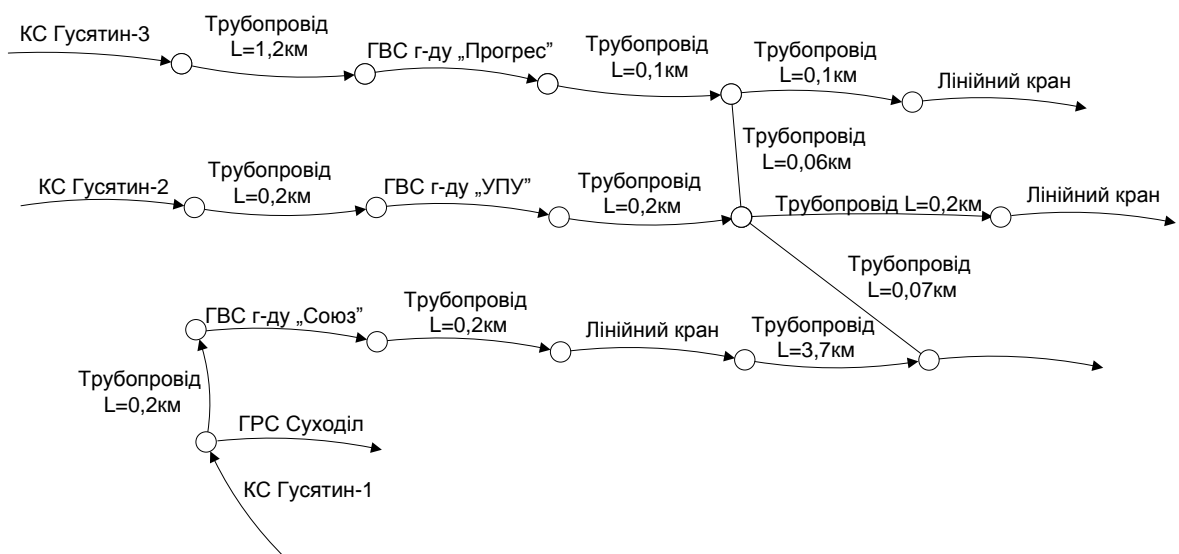


Рисунок 3 - «Граф» інформаційних зв'язків об'єктів модельованої схеми

Об'єкти модельованої схеми відображають основний склад і типи обладнання реальної технологічної схеми, граф схеми - їх інформаційні зв'язки. Всі об'єкти модельованої схеми визначаються таким основним параметром як «Газовий потік», який характеризує технологічний газовий потік, і містить в собі наступну інформацію: витрату, тиск, температуру швидкість газового потоку та інші.

Метою рішення технологічних задач, як правило, і є визначення значень розрахункових інформаційних параметрів «Газових потоків» в «модельованій схемі», у відповідності з конкретними умовами.

В четвертому розділі Розглянуто функціональні можливості програмних компонентів КПДР, з точки зору їх практичної реалізації, створених по блочно-модульному принципу, що дає можливість доповнювати і змінювати пакети програм, та робить можливим проведення оновлень вирішуваних завдань і здійснювати вибір найбільш ефективних методів їх вирішення. Представлено програмну структуру КПДР у вигляді трьох інформаційно-програмних модулів.

Практично реалізовано роботу інформаційно-програмного модуля «Аналіз режиму роботи ГТС в експлуатаційних умовах», орієнтованого на формування в диспетчерських кадрів кращого розуміння того, як реальна газотранспортна система буде реагувати на ті чи інші стратегії управління, які з них в яких ситуаціях являються найбільш ефективними.

Даний модуль надає диспетчеру можливості попереднього проведення розрахункових експериментів по моделюванню режимів роботи ГТС, а також може бути використаний в якості тренажера для навчання диспетчера навичкам управління процесом транспортування газу.

Проведено розрахунок оптимального режиму роботи паралельно працюючих компресорних станцій з використанням інформаційно-програмного модуля КПДР «Оптимізація режиму роботи компресорних станцій». Показано, що практичне використання даного модуля дозволяє забезпечити раціональне використання паливного газу ГПА за рахунок прийняття диспетчером правильних рішень по управлінню КС у відповідності до інформації одержаної від КПДР.

Розглянуто особливості запропонованого автором методу регулювання швидкості руху очисного пристрою, реалізованого в інформаційно-програмному модулі КПДР «Регулювання швидкості руху ОП». Показано, що для забезпечення оптимальної швидкості руху очисного пристрою по всій довжині ділянки газопроводу, як і в попередньому випадку, диспетчерський персонал суміжних КС, між якими проводиться очистка, організовує свої дії у відповідності до інформативних повідомлень, представлених в графічному інтерфейсі КПДР.

У **додатках** вміщено акти впровадження результатів дисертаційної роботи, результати експериментальних досліджень.

ВИСНОВКИ

На основі виконаних комплексних теоретичних та експериментальних досліджень в дисертаційній роботі вирішено наукову задачу, направлену на підвищення ефективності роботи диспетчерського персоналу за рахунок впровадження інформаційної технології підтримки прийняття рішень диспетчера ГТС.

1. Проведено аналіз розробки та впровадження інформаційних технологій в газотранспортній системі та аналіз апаратно-програмних комплексів диспетчерських пунктів управління, наведено опис функціонування його об'єктів в частині збору, обробки та передачі інформації. Показано, що об'єкти ІТ є невід'ємною технологічною складовою частиною ГТС з якими тісно взаємодіє диспетчер, при організації транспорту газу. Обґрунтовано важливість впровадження комп'ютерних КПДР з метою підвищення ефективності роботи диспетчерського персоналу. Описано особливості методики проектування і реалізації КПДР в трубопровідному транспорті газу, а також розглянуто основні підходи до його створення.

2. Розроблено схему організації комп'ютерного КПДР, його функціональну та інформаційну структуру на основі архітектури об'єктно-орієнтованого проектування, використовуючи можливості сучасних системних та інформаційних технологій.

3. Розроблено метод вирішення оптимізаційної задачі режимів роботи багатониткових систем газопроводів, що базується на принципах динамічного програмування, в якому стандартна функція мети доповнюється системою обмежень фактичних режимних параметрів газових потоків, а також метод регулювання швидкості руху очисного пристрою при проведенні очистки внутрішньої порожнини ділянки магістрального газопроводу, який на відміну від раніше відомих базується на основі прогнозування змін режимів роботи суміжних компресорних станцій, що забезпечується створеною інформаційною технологією.

4. Удосконалено метод прийняття рішень на основі використання продукційної моделі представлення знань, в якому управління системою продукційних правил здійснюється за принципом визначення вагових ознак. Запропоновано ряд математичних моделей роботи основних об'єктів ГТС при стаціонарних, та нестаціонарних режимах течії газу, необхідних для вирішення режимно-технологічних завдань диспетчерського персоналу, а також їх адаптацію під фактичні умови роботи об'єктів ГТС без викривлення їх фізичного змісту

5. На основі запропонованих моделей, методів та нових структурних рішень розроблені відповідні інформаційні технології, програмно-математичні компоненти КПДР, створені по блочно-модульному принципу, що дає можливість доповнювати і змінювати пакети програм, та робить можливим проведення оновлень вирішуваних завдань за рахунок впровадження нових програмних модулів.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Сташинський О.П. Математична модель роботи газопроводу при розробці тренажерного комплексу оперативних дій / О.П. Сташинський // *Авиационно-космическая техника и технология*. – 2011. – №8(85). – С. 201-203.

2. Сташинський О.П. Вирішення задачі оптимізації режимів роботи компресорних станцій в комп'ютеризованій системі підтримки диспетчера газотранспортного підприємства / О.П. Сташинський // *Вісник Інженерної академії України*. – 2014. – №1. – С. 132-136.

3. Сташинський О.П. Метод регулювання швидкості руху очисного пристрою при проведенні очистки ділянки магістрального газопроводу/ О.П. Сташинський, В.П.

Квасніков, О.Ф. Іткін // Вісник Кременчуцького Національного Університету ім. Михайла Остроградського. – 2014. – №6(89), част. 1. – С. 124-130.

4. Сташинський О.П. Оптимізація витрат паливного газу ГПА багатониткових систем газопроводів в експлуатаційних умовах / О.П. Сташинський // Проблеми нафтогазової промисловості. Збірник наукових праць – 2011. – Вип. 9 – С. 392-400.

5. Сташинський О.П. Програмний розрахунок змін основних параметрів режиму роботи газопроводу для підвищення ефективності роботи очисного пристрою / О.П. Сташинський // Науковий вісник Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу. – 2012. №2(32) – С. 117-122.

6. Квасніков В.П. Системний аналіз виявлення та ліквідації аварії на магістральних газопроводах із використанням комп'ютерного тренажерного комплексу оперативних дій / В.П. Квасніков, О.П. Сташинський // Збірник наукових праць Військового інституту київського національного університету імені Тараса Шевченка. – 2011. – №33 – С. 156-159.

7. Сташинський О.П. Представлення інформаційних зв'язків об'єктів «модельованих схем» газотранспортної системи в комп'ютерному тренажерному комплексі / О.П. Сташинський // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах №3 – 2012. – С. 151-154.

8. Сташинський. О.П. Система інтелектуального управління роботою технічним пристроєм для діагностики трубопроводів компресорних станцій / О.П. Сташинський // Авиационно-космическая техника и технология. – 2010. – №8(75). – С. 153-156.

9. Сташинський. О.П. Функції програмно-математичного комплексу тренажера диспетчерського персоналу газотранспортних підприємств / О.П. Сташинський. // Третя науково-практична конференція студентів і молодих учених «Методи та засоби неруйнівного контролю промислового обладнання», 29-30 листоп. 2011 р. тези доп. – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2011. – С. 142-143.

10. Сташинський О.П. Ефективність впровадження тренажера оперативних дій для диспетчерського персоналу газотранспортних підприємств / О.П. Сташинський // Матеріали X Міжнародної науково-технічної конференції «АВІА 2011», 19-21 квіт. 2011 р. тези доп. – Т.1. – К.: НАУ, 2011. – С. 1.130 - 1.133.

11. Квасніков В.П. Інформаційна технологія визначення «Розбалансу газу» / В.П. Квасніков, О.П. Сташинський // Перша міжнародна наукова конференція "Вимірювання, контроль та діагностика в технічних системах (ВКДТС-2011)", 18-20 жовт. 2011 р. тези доп. – Вінниця.- 2011 р. – С. 142-143.

12. Сташинський О.П. Модель роботи байпасного трубопроводу кранового вузла при заповненні газом ділянки газопроводу / О.П. Сташинський // Науково-практична конференція «Сучасні проблеми розбудови Збройних Сил України», 27 квіт. 2012 р. тези доп. – К.: ВІКНУ, 2012. – С. 98-99.

13. Stashinsky A.P. The elaboration of the program of calculation of rate of movement of cleansing device / A.P.Stashinsky// The fourth world congress «Aviation in the XXI-st century» (Kyiv 2011.). тези доп. –К. : НАУ, 2011. – С. 15.23-15.26.

14. Сташинський О.П. Обробка інформації в тренажері віртуального функціонування газотранспортної системи / О.П. Сташинський // Науково-технічна конференція «Безпека інформаційних технологій», 23-24 травн. 2011 р. тези доп. – К.: НАУ, 2011. – С. 112.

15. Сташинський О.П. Алгоритм роботи тренажера оперативних дій для диспетчерського персоналу газотранспортних підприємств / О.П. Сташинський, С.П. Гришин // Науково-технічна конференції «Актуальні задачі фінансового, психологічного, правового, топогеодезичного, радіотехнічного та лінгвістичного забезпечення підрозділів та частин ЗСУ», 28 квіт. 2011 р. тези доп. – К.: ВІКНУ, 2011. – С. 149.

16. Сташинський О.П. Виявлення дефектів трубопроводу при проведенні внутрішньо-трубною діагностики компресорних станцій / О.П. Сташинський // Науково-технічна конференція студентів та аспірантів «Захист інформації з обмеженим доступом та автоматизація її обробки», 11-12 лют. 2010 р. тези доп. – К.: НАУ, 2010. – С. 48.

17. Сташинський О.П. Застосування схеми 4-рівневого контролю трубопроводів об'язки компресорних станцій / О.П. Сташинський // Науково-практична конференція «Захист інформації в інформаційно-комунікаційних системах», 24-26 травн. 2010 р. тези доп. – К.: НАУ, 2010. – С. 41-43.

18. Сташинський О.П. Інформаційна технологія розробки тренажерного комплексу диспетчера газотранспортного підприємства О.П. Сташинський // Четверта міжнародна науково-практична конференція «Інтегровані інтелектуальні роботи технічні комплекси» (ПРТК-2011), 23-25 травн. 2011 р. тези доп. – К.: НАУ, 2011. – С. 260-262.

19. Сташинський О.П. Математична модель нестационарного процесу роботи газопроводу при розробці комп'ютерного тренажера оперативних дій О.П. Сташинський // П'ята міжнародна науково-практична конференція «Інтегровані інтелектуальні роботи технічні комплекси» (ПРТК-2012), 15-16 травн. 2012 р. тези доп. – К.: НАУ, 2012. – С. 208-210.

20. Сташинський О.П. Особливості моделювання штатних технологічних процесів при проектуванні тренажера оперативних дій для диспетчерського персоналу газотранспортних підприємств/ О.П.Сташинський. // Праці III Міжнародної науково-практичної конференції «Обробка сигналів і негауссівських процесів», 24-27 травн. 2011 р. тези доп. – Черкаси: ЧДТУ, 2011. – С. 269-270.

21. Сташинський О.П. Підвищення ефективності роботи очисного пристрою за рахунок зміни режиму роботи газопроводу / О.П. Сташинський // Міжнародна науково-технічна конференція «Проблеми і перспективи транспортування нафти і газу», 15-18 травн. 2012 р. тези доп. – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2012. – С. 116-117.

АНОТАЦІЯ

Сташинський О.П. Інформаційна технологія підтримки прийняття рішень диспетчерського персоналу газотранспортного підприємства. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.06 – інформаційні технології – Національний авіаційний університет, Київ. – 2015.

Дисертація присвячена підвищенню ефективності роботи диспетчерського персоналу газотранспортних підприємств за рахунок впровадження нових інформаційних технологій для вдосконалення існуючих методів збору обробки та передачі інформації режимних та експлуатаційних параметрів роботи основних технологічних об'єктів ГТС, зокрема системи підтримки прийняття рішень.

В роботі здійснено аналіз газотранспортної системи в сфері відповідальності інформаційних технологій. Обґрунтовано важливість впровадження комп'ютерних

комплексів підтримки диспетчерських рішень та описано особливості методики їх проектування і реалізації в трубопровідному транспорті газу.

Розроблено систему підтримки прийняття рішень комплексу, на основі використання продукційної моделі представлення знань, в якому управління системою продукційних правил здійснюється за принципом визначення вагових ознак, що дозволило описувати класи різних виробничих ситуацій, які мають місце на об'єктах магістральних газопроводів та застосовувати типові процедури їх вирішення.

Розроблені методи та алгоритми інформаційної підтримки диспетчера при вирішенні ряду виробничих задач, та спеціалізоване програмне забезпечення що дозволяє реалізувати дані алгоритми на практиці. Проведені експлуатаційні випробування ІТ підтримки прийняття рішень диспетчерського персоналу газотранспортного підприємства у вигляді практичної реалізації роботи програмних компонентів КПДР.

Ключові слова: інформаційна технологія, система підтримки прийняття рішень, система збору та обробки інформації, алгоритм, модель, програмне забезпечення, імітаційне моделювання.

АННОТАЦИЯ

Сташинский А.П. Информационная технология поддержки принятия решений диспетчерского персонала газотранспортного предприятия. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.06 - информационные технологии - Национальный авиационный университет, Киев. - 2015.

Диссертация посвящена повышению эффективности работы диспетчерского персонала газотранспортных предприятий за счет внедрения новых информационных технологий для совершенствования существующих методов сбора обработки и передачи информации режимных и эксплуатационных параметров работы основных технологических объектов ГТС, в частности системы поддержки принятия решений.

В работе осуществлен анализ газотранспортной системы в сфере ответственности информационных технологий. Обоснована важность внедрения компьютерных КПДР и описаны особенности методики их проектирования и реализации в трубопроводном транспорте газа.

Разработана система поддержки принятия решений комплекса на основе использования продукционной модели представления знаний, в которой управление системой продукционных правил осуществляется по принципу определения весовых признаков, что позволило описывать классы различных производственных ситуаций, которые имеют место на объектах магистральных газопроводов и применять типовые процедуры их решения.

Усовершенствован метод расчета сложных ГТС, что позволяет использовать методы комбинирования стационарных и нестационарных моделей при моделировании их режимов работы. Предложен ряд математических моделей работы основных объектов ГТС при стационарных и нестационарных режимах течения газа, необходимых для решения режимно-технологических задач

диспетчерского персонала, а также их адаптацию под фактические условия работы объектов ГТС без искажений их физического смысла

Разработаны методы и алгоритмы информационной поддержки диспетчера при решении ряда производственных задач, и специализированное программное обеспечение позволяющее реализовать данные алгоритмы на практике. Проведены эксплуатационные испытания ИТ поддержки принятия решений диспетчерского персонала газотранспортного предприятия в виде практической реализации работы программных компонентов КПДР.

На основе предложенных моделей, методов и новых структурных решений разработаны соответствующие ИТ, программно-математические компоненты КПДР, созданные по блочно-модульному принципу, что позволяет дополнять и изменять пакеты программ, и делает возможным проведение обновлений решаемых задач за счет внедрения новых программных модулей.

Ключевые слова: информационная технология, система поддержки принятия решений, система сбора и обработки информации, алгоритм, модель, программное обеспечение, имитационное моделирование.

ABSTRACT

Stashinsky A.P. Information technology for decision making support dispatching personnel gas transportation company .

Thesis for the Candidate of Technics grade in the Specialty 05.13.06 - Information Technology - National Aviation University, Kyiv . - 2015 .

This Thesis's purpose to improving the efficiency of dispatching personnel transport enterprises due to the introduction of new information technologies to improve existing methods of collecting information processing and transmission of operational and performance parameters of the basic technological GTS facilities, in particular the decision support system .

The work carried out an analysis of the gas transportation system in the area of responsibility of information technology. Substantiated the importance of the introduction of computer systems support dispatching decisions and describes the methods of their particular design and implementation in pipeline transportation of gas.

Decision support system of the complex is developed. Which is based on using the production model of knowledge representation, and in contrast to previously known functions in real time, based on continuous monitoring of the parameters of the GTS. Whereby professionals can provide quantitative and qualitative information on the state of the pipeline systems and gas transmission mode in an operational environment.

The algorithms of information of support dispatching are developed for solving some production problems, and specialized software allows implementing these algorithms in practice. Operational testing of IT decision support dispatching personnel gas Transportation Company is conducted in the form of practical implementation of software components KPDR.

Keywords: information technology, decision support system, the system of data collection and processing, algorithm, model, software, simulation.