

УДК 656.56/681.5:004.78

*Л. И. НЕФЕДОВ, М. В. ШЕВЧЕНКО, М. В. ГАВРИШ***РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОЦЕССА МОНИТОРИНГА РЕГИОНАЛЬНОГО ГАЗОСНАБЖЕНИЯ**

Рассматривается структура информационно-справочного обеспечения синтеза системы мониторинга регионального газоснабжения и особенности ее реализации с помощью современных технологий. Результаты исследований и разработки могут быть использованы при синтезе и эксплуатации системы мониторинга регионального газоснабжения, поскольку позволяют отслеживать и получать информацию не только о состоянии транспортируемого продукта, но и получать информацию о самом газопроводе. Предложенные модели выбора программного обеспечения позволяют повысить эффективность принятия решений в условиях, когда критерии выбора заданы нечеткими лингвистическими переменными.

Ключевые слова: информационное обеспечение, система мониторинга, региональное газоснабжение, структура, база данных, модели.

Введение. Современный уровень развития аппаратных и программных средств с некоторых пор сделал возможным повсеместное ведение баз данных оперативной информации на разных уровнях управления системой мониторинга транспорта газа. В процессе своей деятельности промышленные предприятия, корпорации, ведомственные структуры, органы управления напрямую связанные с транспортом газа накопили большие объемы данных. Они хранят в себе большие потенциальные возможности по извлечению полезной аналитической информации, на основе которой можно выявлять скрытые тенденции, строить стратегию синтеза новых и развития уже существующих систем мониторинга регионального газоснабжения (СМРГ), находить новые решения. Следовательно, разработка информационного обеспечения для систем мониторинга регионального газоснабжения является актуальным вопросом, который не решен в полной мере на данный момент.

Анализ литературных данных и постановка проблемы. В работе [1] рассмотрены организационное обеспечение и комплексы технических решений автоматизированной навигационной системы диспетчерского контроля и учета транспорта нефтедобывающих предприятий, которая построена на базе комплекса вычислительных средств. Подчеркивается роль именно средств коммуникации и телеметрической платформы, но разработке поддерживающей информационной системы не уделяется внимание. В работах [2,3] отмечена необходимость реализации систем информационного обеспечения в рамках реализации технологий синтеза систем, а также подчеркивается, что при разработке информационно-справочного обеспечения необходимо учитывать, что процесс синтеза систем должен обеспечиваться требуемыми информационными ресурсами на всех этапах жизненного его цикла в интересах достижения требуемой эффективности функционирования всей системы. Однако эти исследования направлены на проблематику синтеза офисов и управления программами и проектами. В [4] рассмотрены структурная схема и алгоритм работы системы поддержки принятия решений по диагностике технического состояния газопроводов в Белгородской области, представлена структура и описаны сущности разработанной базы данных, также приведены основные элементы интерфейса пользователя системы поддержки принятия решений. В работе [4] больше внимания уделено принятию решений о необходимости ремонта с помощью

разработанной информационной системы на основе результатов диагностики. При этом, возможности системы принятия решений представляются несколько ограниченными, поскольку [5,6] включает также возможность реструктуризации и реконструкции систем газоснабжения, переходы на резервные линии или их отключение, а описание газопроводов является заведомо неполным (неточным), поэтому на завершающем этапе в [4] предлагается использовать экспертную систему мягкой классификации с применением теории нечетких множеств.

Следовательно, появляется необходимость в разработке информационно-справочного обеспечения мониторинга транспорта газа в системе регионального газоснабжения, которая бы дала возможность реализовывать всю совокупность функций, процессов и операций для достижения основных целей мониторинга – контроля и учета показателей по результатам измерений.

Цель и задачи исследования. Целью статьи является повышение эффективности функционирования системы мониторинга регионального газоснабжения за счёт разработки информационного обеспечения, которое позволит проводить оценку и принимать решения как о состоянии газотранспортной системы, так и транспортируемого продукта.

Для достижения цели необходимо решить следующие задачи:

- разработать структуру информационного обеспечения;
- выбрать программное обеспечение для базы данных;
- реализовать структуру информационного обеспечения в выбранной базе данных.

Разработка информационно-справочного обеспечения. Главным требованием к информационному обеспечению автоматизированного синтеза систем мониторинга регионального газоснабжения является обеспечение аналитиков и экспертов эффективным инструментом для проведения оперативного анализа данных, которые получены из множества источников и накоплены за достаточно долгий период (данные характеризуют объект автоматизации в исторической перспективе) по выбранным критериям [7].

Взаимодействие компонентов автоматизированного банка данных (АБД) между собой и внешней средой осуществляется с помощью средств программного обеспечения.

©Л. И. Нефедов, М. В. Шевченко, М. В. Гавриш.2015

Рассмотрим структуру информационного обеспечения синтеза СМРГ организационной системы (рис. 1), которое реализовано в виде АБД, включающего в себя базы данных (БД) различной направленности и систему управления БД (СУБД), регулирую-

щую механизм доступа к ним (запись, объединение, выдачу и удаление информации) в зависимости от запросов.

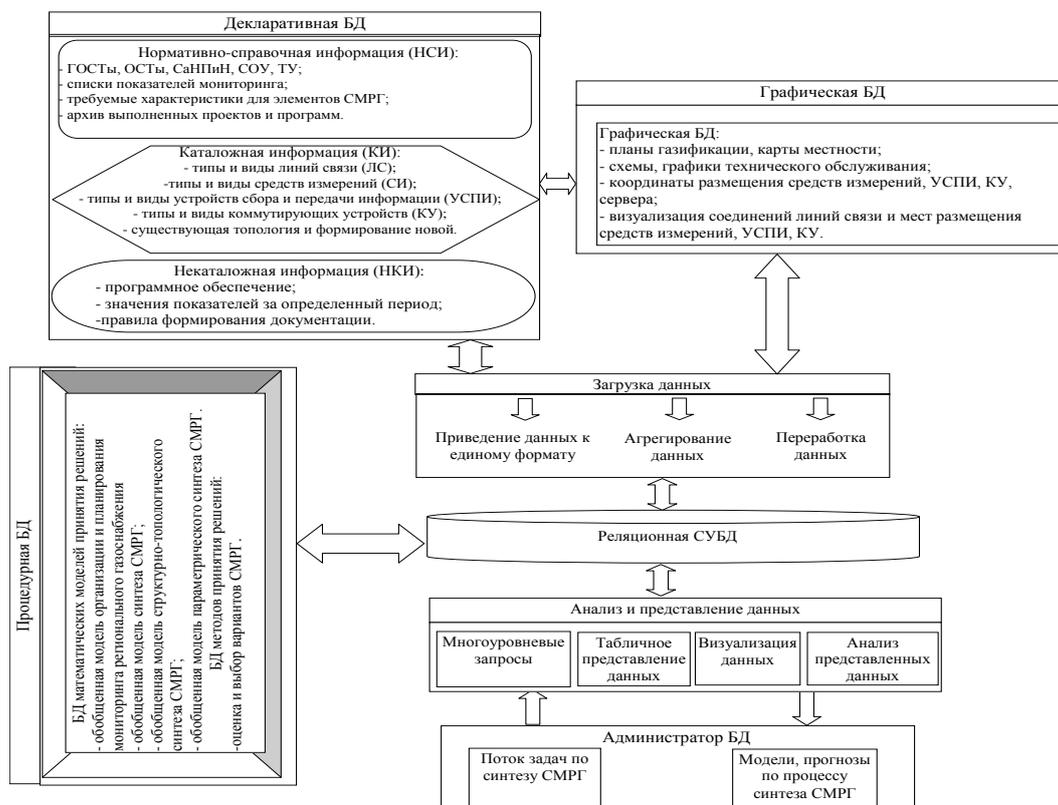


Рис. 1 – Структура информационно-справочного обеспечения

В зависимости от типа хранящейся информации, отражающей разные свойства объектов и процессов мониторинга и синтеза СМРГ, БД подразделяются на декларативные, графические и процедурные [8].

Традиционные системы обработки данных (СОД) с детализированными данными, которым присуща OLTP (оперативная транзакционная обработка), предназначены для выполнения этапа автоматизации в организациях. Этот этап обычно состоит в наведении порядка в процессах рутинной обработки данных. Они используются на нижнем – операционном уровне управления. СОД не предназначены для длительного сохранения данных, по мере старения данные перезагружаются в каталожную и нормативно-справочную информацию декларативной БД и исключают из процедурной и графической БД – таким образом, происходит обмен между разными типами баз данных.

Главным требованием к информационному обеспечению автоматизированного синтеза СМРГ является обеспечение аналитиков и экспертов эффективным инструментом для проведения оперативного анализа данных, которые получены из множества источников и накоплены за достаточно долгий период (данные характеризуют объект автоматизации в исторической перспективе) по выбранным критериям [9].

Декларативная БД содержит в себе следующие разделы по существующей системе транспорта газа:

- нормативно-справочная информация (НСИ), отражающая следующие аспекты: стандарты и требу-

емые характеристики к системе транспорта газа на каждом из уровней; стандарты и характеристики газораспределительных пунктов (ГРП), шкафных регуляторных пунктов (ШРП), компрессорных станций и т.д. для каждого из участков СМРГ, средств измерений (СИ), устройств сбора и передачи информации (УСПИ), коммутирующих устройств (КУ), диспетчерских пунктов (нормативные показатели оборудования, их габаритные размеры и количество); требуемые характеристики сопроводительного (пассивного) оборудования системы мониторинга (короба, розетки, шкафы и стойки); характеристики размещения ГРП, диспетчерских пунктов (ДП) и линий связи (ЛС). Кроме того, в соответствии с действующими ГОСТами, список снимаемых при мониторинге показателей и архив выполненных проектов и программ, что несет скорее справочную информацию о выполненных работах и полученных результатах;

- каталожная информация (КИ) по отдельным принимаемым решениям: каталоги ЛС; каталоги средств измерений (СИ); каталоги УСПИ; каталоги КУ; схемы типовых топологий и конфигураций для сетевых соединений СМРГ, задаваемые матрицами инцидентности; каталоги периферийных (пассивных) устройств; библиотеки с описанием структуры СМРГ каждого участка и каждого уровня в существующем объекте; библиотеки с описанием СМРГ, с указанием конкретных показателей СИ, УСПИ, КУ и ЛС, полученных в результате мониторинга;

– некаталожная информация (НКИ), состоящая из следующих разделов:

1) описания моделей объектов СМРГ, которое содержит следующие базы: свойств - критериев и ограничений, а также их характеристик, включая классификационные признаки;

2) описание программного обеспечения, в котором происходит работа как системы мониторинга, так и администратора, с описанием протоколов и интерфейсов;

3) описания необходимой графической и текстовой документации и правил ее формирования.

Процедурная БД содержит БД математических моделей принятия решений, в которой находится информация об основных критериях, ограничениях, которые используются при синтезе СМРГ и их взаимодействии внутри модели, а также БД методов принятия решений, в которой приведены методы и последовательность их применения при принятии решений на всех этапах синтеза СМРГ.

Опираясь на концепцию хранилищ, при разработке информационного обеспечения для процедурной БД и декларативной БД при обмене данными предусмотрена функция загрузки данных, позволяющая приводить к единому, удобному как для пользователя, так и для самого процесса синтеза, формату процедурную, декларативную и графическую части БД и выполняет некоторые функции представленных выше трех систем (интеллектуальный анализ данных (Data Mining), OLAP, хранилищ данных).

Графическая БД одержит информацию о топологии и местах размещения (координатах) элементов СМРГ, которые представлены матрицами инцидентности, являющиеся, в свою очередь, таблицами, визуальное представление соединений СИ, УСПИ, КУ и ДП между собой с выводом готового документа по СМРГ после синтеза.

Взаимодействие компонентов АБД между собой и внешней средой осуществляется с помощью реляционной СУБД и средств программного обеспечения.

Реализация разработанного информационно-справочного обеспечения осуществляется посредством современных технологий.

Рынок программного обеспечения имеет в своем распоряжении большое число разнообразных по своим функциональным возможностям коммерческих программных средств (баз данных) общего назначения, а также средств их окружения практически для всех массовых моделей персональных компьютеров и для разных операционных систем [10].

Рассмотрим группу программных продуктов, в которую входят:

- dBASE IV, компании Borland International;
- Microsoft Access 2000;
- Microsoft Excel 2000;
- Microsoft FoxPro for Windows, корпорации Microsoft Corp;
- Paradox for Windows, компании Borland.

Для выбора программного средства обоснованы следующие критерии: производительность (ПР), обеспечение безопасности базы данных (ББД), работа в средах со многими пользователями (МП), доступ к данным SQL (ДД), инструментальные средства разра-

ботки прикладных программ (ИСПП), обеспечение целостности данных (ЦД).

Производительность БД оценивается: временем выполнения запросов; скоростью поиска информации в неиндексированных полях; временем выполнения операций импортирования базы данных из других форматов; скоростью создания индексов и выполнение таких массовых операций, как восстановление, вставка, удаление данных; числом параллельных обращений к данным при использовании базы многими пользователями; временем генерации отчета.

Результат выбора программного обеспечения для реализации информационно-справочного обеспечения. Считая критерии для выбора программного обеспечения равной важности рассмотрим задачу выбора наиболее подходящего программного обеспечения (ПО). Из множества ПО отобрано 5, которые образуют следующее множество альтернатив:

$$X = \{x_1, x_2, x_3, x_4, x_5\}, \quad (1)$$

где x_1 - dBASE IV; x_2 - Microsoft Access 2000; x_3 - Microsoft Excel 2000; x_4 - Microsoft FoxPro for Windows; x_5 - Paradox for Windows.

Оценивать будем по следующим 9 равнозначным критериям, которые образуют множество:

$$C = \{C_1, C_2, C_3, C_4, C_5, C_6, C_7, C_8, C_9\}, \quad (2)$$

где C_1 - обеспечение безопасности базы данных; C_2 - обеспечение ЦД; C_3 - время выполнения запросов; C_4 - скорость поиска информации в неиндексированных полях; C_5 - время выполнения операций импортирования базы данных из других форматов; C_6 - скорость создания индексов и выполнение таких массовых операций, как восстановление, вставка, удаление данных; C_7 - число параллельных обращений к данным при использовании базы многими пользователями; C_8 - время генерации отчета; C_9 - доступ к данным SQL.

Каждому критерию из множества C может быть поставлено в соответствие нечеткое множество [11]:

$$A(C_i) = (\mu_{C_i}(x_1), \mu_{C_i}(x_2), \dots, \mu_{C_i}(x_j)), \quad (3)$$

где $\mu_{C_i}(x_j)$ – оценка альтернативы x_j ($j = \overline{1, m}$) по критерию C_i ($i = \overline{1, n}$). Другими словами, она выступает степенью соответствия альтернативы выдвигаемым требованиям по критерию C_i . Решением исходной задачи будет такая альтернатива X_j , которая в наибольшей мере отвечает требованиям всей совокупности критериев. Примем допущение, что решающее правило D выбора наилучшей альтернативы лежит на пересечении соответствующих нечетких множеств:

$$D = A(C_1) \cap A(C_2) \cap A(C_3) \dots \cap A(C_i). \quad (4)$$

В соответствии с определением операции пересечения [11] нечетких множеств функция принадлежности искомого решения находится как

$$\mu_D(x_j) = \min_{i=1,m} (\mu_{A(C_i)}(x_j)), j = \overline{1,m}. \quad (5)$$

Следовательно, в качестве наилучшей (рациональной) должна быть выбрана такая альтернатива x^* , для которой значение функции принадлежности $\mu_D(x_j)$ окажется максимальным

$$\mu_D(x^*_j) = \max_{j=1,m} (\mu_D(x_j)). \quad (6)$$

Именно эта альтернатива является решением исходной задачи выбора программного обеспечения, поскольку в наибольшей степени удовлетворяет всем критериям в совокупности.

Определив степень соответствия каждого из отобранных ПО установленным критериям, сформируем следующую совокупность (таблица 1), описывающих соответствие по каждому критерию.

Применяя правило выбора искомой альтернативы, найдем пересечение этих множеств, которое будет иметь вид как представлено в табл. 1.

Таблица 1 - Описание функции принадлежности по каждому критерию

| Частные функции принадлежности альтернатив | Значения частных функций принадлежности альтернатив | | | | | | | | | Минимальные значения $\mu_D(x_j)$ |
|--|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------------------------------|
| | A(C1) | A(C2) | A(C3) | A(C4) | A(C5) | A(C6) | A(C7) | A(C8) | A(C9) | |
| $\mu(x_1)$ | 0,5 | 0,7 | 0,6 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | 0,4 | 0,8 | 0,6 | 0,1 |
| $\mu(x_2)$ | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,3 | 0,3 | 0,4 | 0,3 | 0,5 | 0,7 | 0,3 |
| $\mu(x_3)$ | 0,6 | 0,8 | 0,5 | 0,4 | 0,2 | 0,2 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,2 |
| $\mu(x_4)$ | 0,2 | 0,5 | 0,3 | 0,5 | 0,3 | 0,2 | 0,7 | 0,7 | 0,5 | 0,2 |
| $\mu(x_5)$ | 0,4 | 0,2 | 0,6 | 0,6 | 0,3 | 0,1 | 0,4 | 0,6 | 0,2 | 0,1 |

Или

$D = \{(x_1; 0,1), (x_2; 0,3), (x_3; 0,2), (x_4; 0,2), (x_5; 0,1)\}$, на основе сравнения между собой полученных функций принадлежности каждой из альтернатив, можно сделать вывод о том, что наилучшей альтернативой является x_2 - Microsoft Access 2000.

Обсуждение результатов выбора программного обеспечения для реализации информационно-справочного обеспечения и его практическая реализация. Следует отметить, что в рассматриваемой задаче выбора ПО все критерии C_i предполагались равноправными, т.е. имели одинаковую важность. Однако в практике многокритериального принятия решений чаще встречаются ситуации, когда критерии имеют разные весовые коэффициенты и в условиях нечеткой информации как о значениях самих критериях, так и их весовых коэффициентов необходимо решать оптимизационную задачу и находить максимум целевой функции. В этом случае, в условиях нечеткой информации, следует использовать методы, которые приведены в [12].

С помощью выбранного программного средства была реализована ER-модель, структуры информационно-справочного обеспечения, которая представляет собой реляционную базу данных об объектах мониторинга, в частности об участках системы регионального газоснабжения, их местонахождении и основных характеристиках. Сегмент (часть) ER-модели представлен на рис. 2. Кроме того, данная ER-модель отражает наполнение базы данных в соответствии с приведенной на рис. 1 структурой информационно-справочного обеспечения. Ключевое место в структуре базы данных, представленной в виде ER-модели, занимает сущность «Газопровод», атрибуты которой соответствуют технической информации, хранящейся в архиве, а также содержат ссылку на основные составляющие СМРГ: участки, точки контроля, средства измерений и т.д. Описание основных сущностей приведено в табл. 2.

Дальнейшие исследования направлены на практическую реализацию и внедрения разработанной ER-модели в виде базы данных программно-методического комплекса в выбранном ПО.

Таблица 2 – Описание ключевых сущностей реляционной базы данных

| № | Название сущности | Описание |
|---|--------------------|---|
| 1 | Газопровод | Информация о газопроводах, их местоположении и участках |
| 2 | Журнал решений | Информация о принятых решениях по результатам мониторинга газопровода |
| 3 | Журнал мониторинга | Содержит информацию о результатах проведенного мониторинга |
| 4 | Журнал ремонта | Содержит информацию о выполненных ремонтах с указанием срока проведения, планируемых и фактических затратах |
| 5 | Оборудование | Содержит информацию об основном оборудовании, которое используется при мониторинге |
| 6 | Участки | Содержит информацию об участках СМРГ, их индексах и установленном оборудовании и точках контроля |

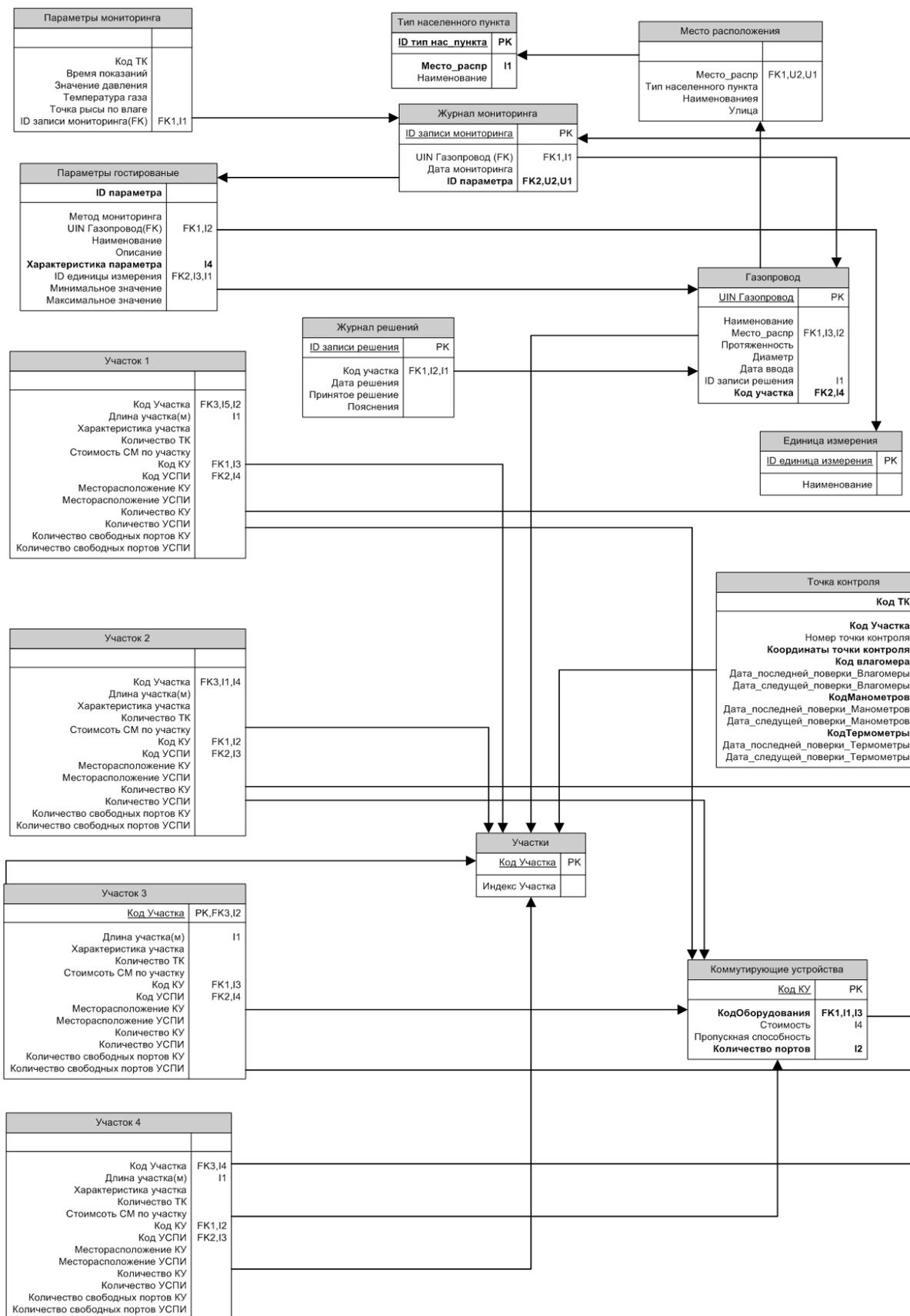


Рис. 2 – Сегмент ER-модели базы данных

Выводы. Разработанная информационная система позволяет автоматизировать работу подразделений системы регионального газоснабжения при монито-

ринге транспорта газа, за счет этого появляется возможность повысить функциональность всей СМРГ.

Впервые разработана модель выбора программного обеспечения для реализации информационно-

справочной системы, которая в отличие от существующих позволяет учитывать нечеткость информации.

Разработанная база данных на основе предлагаемой ER-модели и выбранного программного обеспечения позволяет реализовать систему поддержки принятия решений, способную обеспечить правильное решение по итогам проводимого мониторинга о техническом состоянии газопроводов и состоянии транспортируемого продукта. Практическая новизна предложенной ER-модели базы данных заключается в том, что она в отличие от существующих содержит информацию о результатах мониторинга, позволяет генерировать соответствующие отчеты и визуализировать отдельные элементы СМРГ. Все это в конечном итоге снизит риск возникновения аварийной ситуации и оптимизирует бюджет инвестиций в эксплуатацию газовых сетей.

Список литературы: 1. *Остроух, А. В.* Розробка автоматизованої навігаційної системи диспетчерського контролю та обліку роботи транспорту нафтовидобувних підприємств [Текст] / *А. В. Остроух, А. Б. Николаев, Д. Б. Єфименко, С. В. Жанказієв*//Нафтова і газова промисловість. – №3. – 2012. – С. 45–49. 2. *Нефедов, Л. И.* Выбор СУБД в условиях нечеткой информации [Текст] / *Л. И. Нефедов, Ю. А. Петренко, А. Б. Биньковская* // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – № 1/2 (55). – 2012. – С. 4–6. 3. *Биньковская, А. Б.* Информационное обеспечение синтеза компьютерной сети офисов транспортных систем [Текст] / *А. Б. Биньковская* // Информационно-керуючі системи на залізничному транспорті. – №1. – 2014. – С. 78–82. 4. *Ломакин, В. В.* Инструментальные средства поддержки принятия решений при диагностировании технического состояния газопроводов на территории Белгородской области [Электронный ресурс] / *В. В. Ломакин, В. А. Несвоев*. – Режим доступа: <http://www.irsit.ru/files/article/295.pdf>. 5. Государственные строительные нормы Украины. ДБН В. 2.5-20-2001. Газоснабжение. Инженерное оборудование зданий и сооружений. Госстрой Украины [Текст]. – К., 2001. – 192 с. 6. НПАОП 60.3-1.03-04. Правила технической эксплуатации газорозподільних станцій магістральних газопроводів. Нормативно-правовий акт з охорони праці. Держнаглядохоронпраці України [Текст]. – К., 2004. – 92 с. 7. *Нефедов Л. И.* Структурная модель информационной технологии автоматизированного синтеза системы управления качеством добычи, переработки и транспорта газа [Текст] / *Л. И. Нефедов, М. В. Шевченко, О. Н. Кудырко* //Науковий вісник Херсонської державної морської

академії. – 2014. – №1(10). – С. 289–296. 8. *Джексон, Г.* Проектирование реляционных баз данных с использованием микроЭВМ [Текст] / Пер. с англ. – М.: Мир, 1991. – 252 с. 9. *Мейер, Д.* Теория реляционных баз данных [Текст] / *Д. Мейер*. – М.: Мир, 1987. – 608 с. 10. *Харрингтон, Д.* Проектирование реляционных баз данных. Просто и доступно [Текст] / *Д. Харрингтон*. – М.: Лори, 2003. – 230 с. 11. *Пономарев, А. С.* Нечеткие множества в задачах автоматизированного управления и принятия решений: учеб. пособие [Текст] / *А. С. Пономарев*. – Харьков: НТУ ХПИ, 2005. – 232 с. 12. Методы и модели принятия решений в условиях многокритериальности и неопределенности: монография [Текст] / [Э. Г. Петрова, Н. А. Брынза, Л. В. Колесник, О. А. Писклакова]; под ред. Э. Г. Петрова. – Херсон: Гринь Д.С., 2014. – 192 с.

Bibliography (transliterated):1. *Ostroukh, A., Nikolaiev, A., Yefymenko, D., Zhankaziiev, S.* (2012). Rozrobka avtomatyzovanoi navihatsiinoi systemy dyspetcherskoho kontroliu ta obliku roboty transportu naftovydobuvnykh pidpriemstv. Naftova i hazova promyslovist, 3, 45–49. 2. *Nefedov, L., Petrenko, Yu., Binkovskaya, A.* (2012). Vybory SUBD v usloviyakh nechetkoj informacii. Vostochno-Evropejskij zhurnal peredovykh tekhnologij, 1/2 (55), 4–6. 3. *Binkovskaya, A.* (2014). Informacionnoe obespechenie sinteza kompjuternej seti ofisov transportnykh sistem. Informatsiino-keruiuchi systemy na zaliznychnomu transporti, 1, 78–82. 4. *Lomakin, V., Nesvoev, V.* (2013). Instrumentalnye sredstva podderzhki prinyatiya reshenij pri diagnostirovanii tekhnicheskogo sostoyaniya gazoprovodov na territorii Belgorodskoj oblasti. Available at: <http://www.irsit.ru/files/article/295.pdf>. 5. Gosudarstvennye stroitelnye normy Ukrainy DBN V. 2.5-20-2001. (2001). Gazosnabzhenie. Inzhenerne oborudovanie zdaniy i sooruzheniy. Gosstroy Ukrainy [Gas supply. Engineering equipment of buildings and structures. Gosstroy of Ukraine], 192. State building codes Ukraine [in Ukraine]. 6. NPAOP 60.3-1.03-04. (2004). Pravyla tekhnichnoi ekspluatatsii hazorozpodilnykh stantsii mahistralnykh hazoprovodiv. Normativno-pravovyi akt z okhorony pratsi, 92. Derzhnahliadokhoronpratsi Ukrainy [in Ukraine]. 7. *Nefedov, L., Shevchenko, M., Kudyrko, O.* (2014). Strukturnaya model informacionnoj tekhnologii avtomatizirovanogo sinteza systemy upravleniya kachestvom dobychi, pererabotki i transporta gaza. Naukovyi visnyk Khersonskoi derzhavnoi morskoi akademii, №1(10), 289–296. 8. *Dzhekson, G.* (1991). Proektirovanie relyacionnykh baz dannykh s ispolzovaniem mikroEVM, 252. 9. *Mejer, D.* (1987). Teoriya relyacionnykh baz dannykh, 608. 10. *Kharrington, D.* (2003). Proektirovaniye relyatsionnykh baz dannykh. Prosto i dostupno, 230. 11. *Ponomarev, A.* (2005). Nечetkiye mnozhestva v zadachakh avtomatizirovanogo upravleniya i prinyatiya resheniy, 232. 12. *Petrov, E., Brynza, N., Kolesnik, L., Pisklakova, O.* (2014). Metody i modeli prinyatiya resheniy v usloviyakh mnogokriterialnosti i neopredelennosti, 192.

Поступила (received) 20.12.2015.

Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

Шевченко Марія Валеріївна – кандидат технічних наук, доцент, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, доцент кафедри «Автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій»; Петровського, 25, г. Харків, Україна, 61002; e-mail: mshevchenko81@gmail.com.

Shevchenko Mariia - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of automation and computer-integrated technologies, Kharkiv National Automobile and Highway University; str. Petrovskogo, 25, Kharkiv, Ukraine, 61002; e-mail: mshevchenko81@gmail.com.

Нефедов Леонід Іванович – доктор технічних наук, професор, завідує кафедрою «Автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій», Харківський національний автомобільно-дорожній університет; Петровського, 25, г. Харків, Україна, 61002; E-mail: nefedovli@rambler.ru.

Nefedov Leonid – Doctor of Technical Science, Professor, Department of automation and computer-integrated technologies, Kharkiv National Automobile and Highway University; Petrovskogo, 25, Kharkov, Ukraine, 61002, E-mail: nefedovli@rambler.ru.

Гавриш Марія Валентинівна – студент-магістр, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, кафедра «Автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій»; Петровського, 25, г. Харків, Україна, 61002; e-mail: lobko_93@mail.ru.

Havrysh Mariia – student, Kharkiv National Automobile and Highway University; Petrovskogo, 25, Kharkov, Ukraine, 61002, tel.: (057) 738-77-92; E-mail: lobko_93@mail.ru.