

## ПРИКЛАДНАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОРГАНИЗАЦИИ, ПЛАНИРОВАНИЯ И СИНТЕЗА СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА РЕГИОНАЛЬНОГО ГАЗОСНАБЖЕНИЯ

© Л. И. Нефедов, М. В. Шевченко

*В статье разработаны модели прикладной информационной технологии, которая позволяет реализовать обобщенные и частные модели организации, планирования и синтеза системы мониторинга регионального газоснабжения. Кроме того, проведен анализ методов принятия многокритериальных решений в условиях нечеткости исходных данных и предложены схемы компромисса на основе функций принадлежности*

**Ключевые слова:** мониторинг, прикладная информационная технология, организация, планирование, синтез, система, региональное газоснабжение

*The models for applied information technology, which allows to realize the generalized and partial models of organization, planning and synthesis of regional gas supply monitoring system has been designed. In addition, methods of multi-criteria decision-making in the conditions of fuzziness of initial data have been analyzed and a compromise scheme on the basis of membership functions has been proposed*

**Keywords:** monitoring, applied information technology, organization, planning, synthesis, system, regional gas supply

### 1. Введение

Эффективность функционирования систем газотранспортного комплекса Украины во многом зависит от возможностей автоматизации принятия решений. В настоящий момент для лиц, принимающих решения (ЛПР), при реализации их практических умений самостоятельно находить решения конкретных технических задач за минимально возможное время во многом определяется степенью применения прикладных информационных технологий. Высокий уровень сложности расчетных задач, связанных с организацией, планированием и синтезом систем мониторинга, обуславливает сложность соответствующих вычислительных алгоритмов и их реализаций в связи с большим количеством возможных комбинаций при принятии решений. Поэтому на проведение соответствующих вычислений в этой предметной области требуется достаточно много времени и средств.

В настоящий момент отсутствуют прикладные информационные технологии, в которые был бы уже заложен некоторый набор готовых и апробированных алгоритмов для принятия решений по организации, планированию и синтезу систем мониторинга регионального газоснабжения. Это связано с тем, что принятие решений для обеспечения этих процессов имеют ряд особенностей, связанных с транспортируемым продуктом и сопровождающими его технологическими процессами. Следовательно, можно сделать вывод о необходимости разработки новых прикладных информационных технологий, которые будут учитывать основные принципы организации, планирования и синтеза системы мониторинга, модели и методы принятия решений по организации, планированию и синтезу систем мониторинга регио-

нального газоснабжения (СМРГ).

### 2. Анализ последних исследований и публикаций и выделение нерешенных ранее частей общей проблемы

В настоящий момент разрабатываемые прикладные информационные технологии охватывают различные области науки, техники и образования [1–3]. Их разнообразие позволяет решать задачи разной направленности и оценивать принятые решения.

Мониторинг представляет собой в общем случае непрерывное комплексное наблюдение за системой, измерение показателей и анализ функционирования системы [4, 5]. Из чего можно сделать вывод, что при организации, планировании и синтезе систем мониторинга регионального газоснабжения возникают узкоспециализированные вопросы, требующие от ЛПР больших временных затрат при принятии решения по организации, планированию и синтезу.

Существующие в данный момент прикладные информационные технологии в газотранспортной области, представлены, в основном, либо SCADA-системами и направлены на реализацию функций интерфейса оператора/диспетчера [6], либо компьютерными системами для анализа и управления режимами внутри газотранспортной системы [7]. Они не позволяют решать задачи организации, планирования и синтеза СМРГ.

### 3. Цель и задачи исследования

Цель статьи – повышение эффективности принятия решений при организации, планировании и синтезе СМРГ за счет разработки прикладной информационной технологии, что позволит снизить затраты на организацию, планирование и синтез СМРГ.

Для достижения цели предлагается решить следующие задачи:

- проанализировать основные научные проблемы в области исследования прикладных информационных технологий и сформулировать основные требования;
- разработать функциональные модели прикладной информационной технологии организации, планирования и синтеза СМРГ;
- реализовать разработанные модели в виде интерфейса пользователя.

#### **4. Разработка функциональных моделей прикладной информационной технологии**

В общем случае прикладные информационные технологии, основываясь на стандартных моделях, методах и средствах допускают формулировку, постановку и реализацию поставленных задач в терминах предметной области пользователя. Совершенствование данного класса технологий направлено на обеспечение автоматизированного формирования модели предметной области и погружения ее в стандартную инструментальную среду [8].

Согласно [9] основная задача прикладных информационных технологий – рациональная организация того или иного вполне конкретного информационного процесса. Осуществляется это путем адаптации к данному конкретному применению одной или нескольких базовых информационных технологий, позволяющих наилучшим образом реализовать отдельные фрагменты этого процесса. Поэтому основными научными проблемами в области исследования прикладных информационных технологий можно считать следующие:

1. Разработка методов анализа, синтеза и оптимизации прикладных информационных технологий.
2. Создание теории проектирования информационных технологий различного вида и практического назначения.
3. Создание методологии сравнительной количественной оценки различных вариантов построения информационных технологий.
4. Разработка требований к аппаратно-программным средствам автоматизации процессов реализации информационных технологий.

Прикладная информационная технология (ПИТ) организации, планирования и синтеза системы мониторинга регионального газоснабжения предназначена:

- для комплексной автоматизации повседневной деятельности всех служб газотранспортных предприятий и организаций на основе безбумажной технологии;
- для формирования отчетной документации;
- для получения и обработки аналитической

информации

- для организации, планирования синтеза системы мониторинга и стационарных объектов региональной системы газоснабжения (РСГ).

Все, входящие в ПИТ программы, рассчитаны на работу в распределенной компьютерной сети, но могут быть и централизованы.

ПИТ организации, планирования и синтеза СМРГ, как и любая другая, должна отвечать следующим требованиям [8]:

- обеспечивать декомпозицию всего процесса обработки информации на этапы (фазы), процедуры, операции, действия;

- включать весь набор элементов, необходимых для достижения поставленной цели;

- иметь регулярный характер. Этапы, действия, операции технологического процесса могут быть стандартизированы и унифицированы, что позволит более эффективно осуществлять целенаправленное управление информационными процессами.

Структура ПИТ позволяет на существующей РСГ решать задачи организации, планирования и синтеза и комплексного анализа качества отдельных участков и уровней РСГ и предоставляемых информационных услуг на основе мониторинга их состояния, и выявления сильных и слабых сторон их технического оснащения.

С помощью ПИТ организации, планирования и синтеза СМРГ проводится оценка и выбор рациональных решений в многокритериальной ситуации для частных задач исследования, в том числе и в условиях нечетких исходных данных. ПИТ организации, планирования и синтеза СМРГ содержит автоматизированный банк данных, включающий в себя базы данных различной направленности и систему управления, позволяющую осуществить размещение и выбор типов и видов устройств, топологию, тип и вид линий связи для синтеза СМРГ. Разработанная в [10] информационная технология автоматизированного синтеза содержит этап оценки результатов, который в ПИТ организации, планирования и синтеза СМРГ реализуется использованием средств геометрического моделирования, позволяющих наглядно отобразить результаты решения задач по синтезу СМРГ. А также производить автоматизированный вывод результатов по некоторым параметрам РСГ – значениям снимаемых показателей организации, планирования и синтеза в точках контроля, координаты точек контроля, местонахождению устройств, сбора и передачи информации (УСПИ) и коммутирующих устройств (КУ), их стоимостные и функциональные характеристики.

Обобщенная структура ПИТ организации, планирования и синтеза СМРГ газотранспортного предприятия представлена на рис. 1. Рассмотрим ее основные элементы и их характеристики.

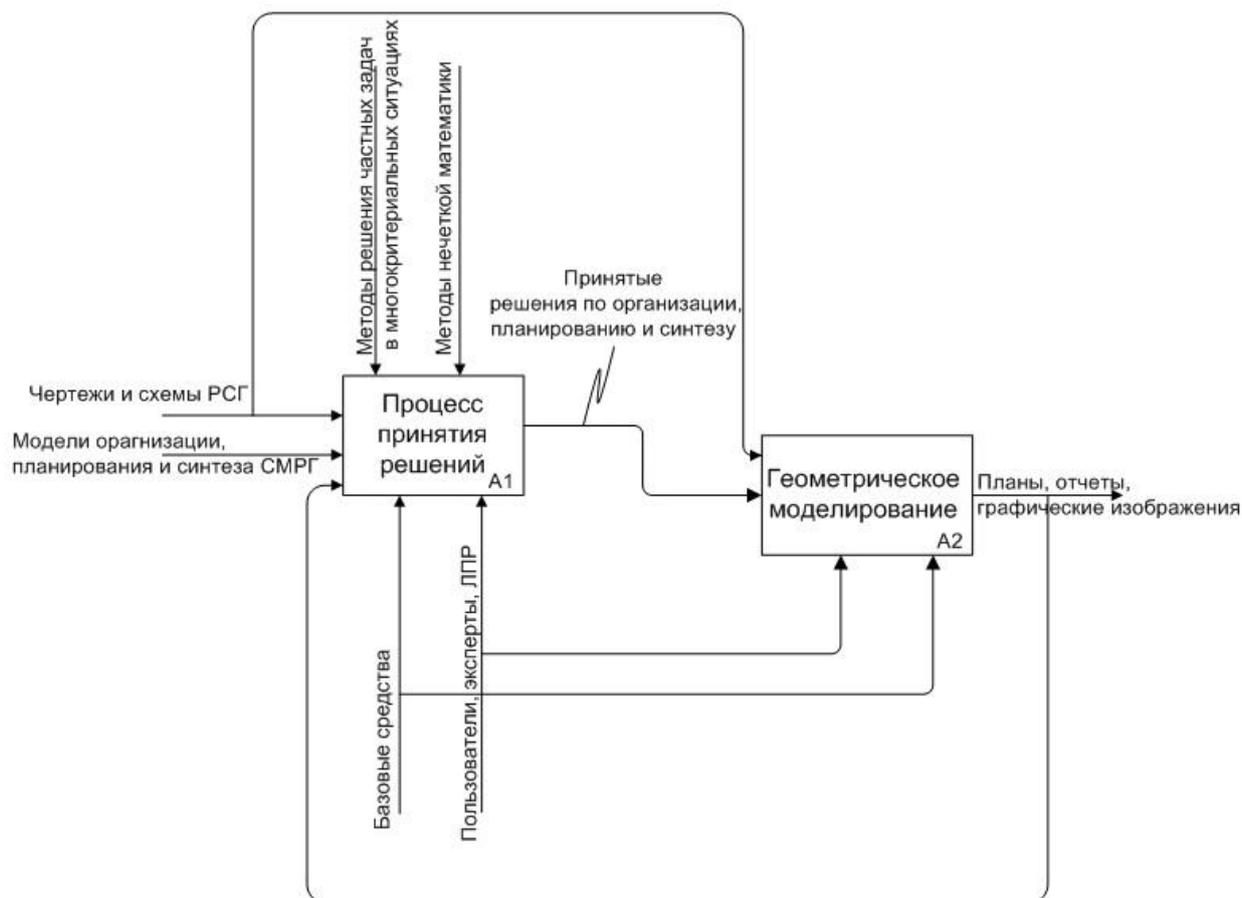


Рис. 1. Обобщенная модель ПИТ организации, планирования и синтеза СМРГ

Функционирование ПИТ основано на взаимодействии базовых средств процессов организации, планирования и синтеза, средств принятия решений на отдельных этапах синтеза, а также средств геометрического моделирования для визуальной оценки принятых решений и, при необходимости, их последующей корректировки.

В состав базовых средств входят:

- информационное обеспечение, которое содержит нормативно справочную информацию всех этапов синтеза;
- базовая система команд для выполнения процедур моделирования;
- язык диалоговых окон;
- схема создания приложений, создания и ведения базы данных, что обеспечивает наполнение базы данных необходимой информацией, актуализацию данных и их корректировку;
- исполнительную систему, систему управления базами данных.

Средства принятия решений отдельных этапов процессов в СМРГ реализуют (рис. 2):

- принятие решений по организации мониторинга РСГ;
- принятие решений по планированию мониторинга РСГ;
- принятие решений по синтезу СМРГ.

В решение задач по организации мониторинга входят следующие:

- определение точек контроля и контролируемых в них показателей;
- размещение и выбор типа средств измерений для системы мониторинга.

В решение задач по планированию мониторинга входит определение количества снимаемых показаний за смену.

В решение задач по синтезу СМРГ входят следующие:

- выбор вида средств измерений в точках контроля;
- размещение устройств сбора и передачи информации для системы мониторинга;
- размещение коммутирующих устройств для системы мониторинга;
- выбор топологии, типов и видов линий связи для синтеза системы мониторинга;
- выбор типа и вида устройств сбора и передачи информации для системы мониторинга;
- выбор типа и вида коммутирующих устройств для системы мониторинга.

Перечисленные выше задачи позволяют последовательно находить решения для организации и планирования мониторинга, структурно-топологического и параметрического синтеза СМРГ на основе разработанных ранее моделей и методов. На рисунке 3 приведена модель ПИТ решения задач по синтезу СМРГ. Результаты каждого этапа синтеза являются входными данными для последующего этапа.

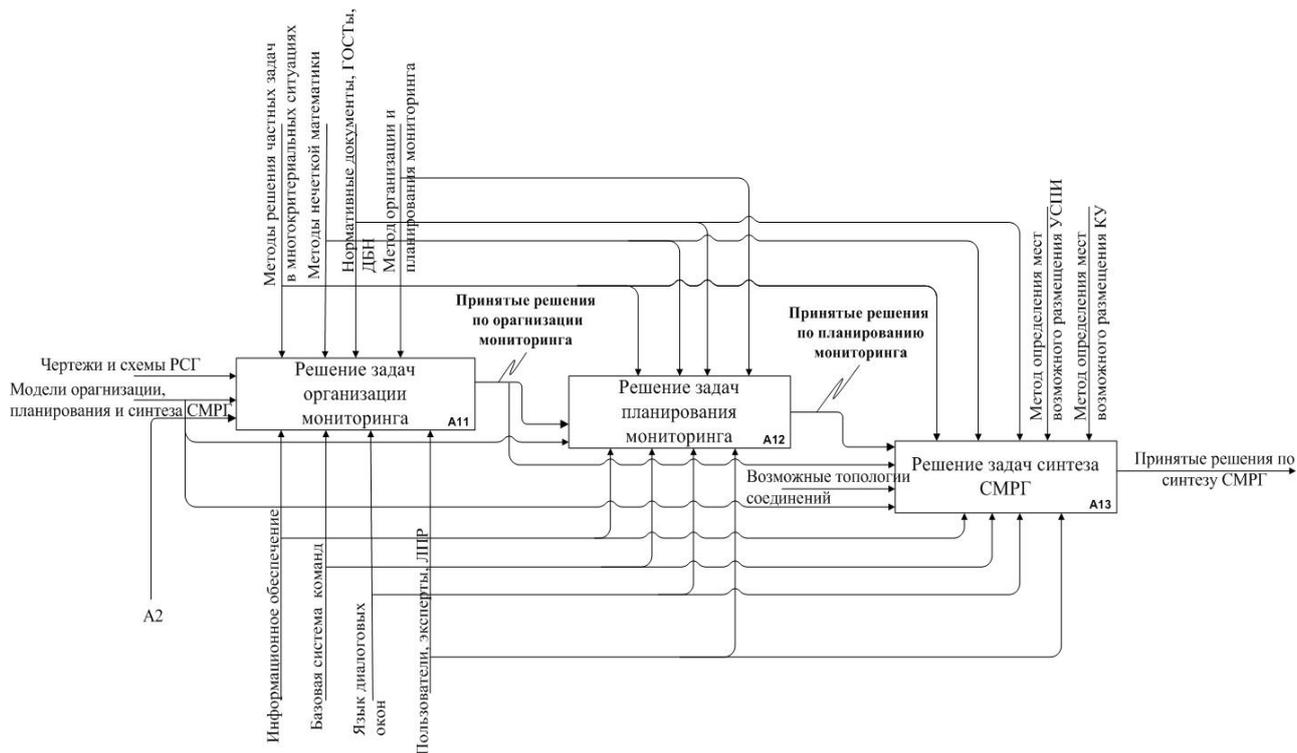


Рис. 2. Модель процесса принятия решений

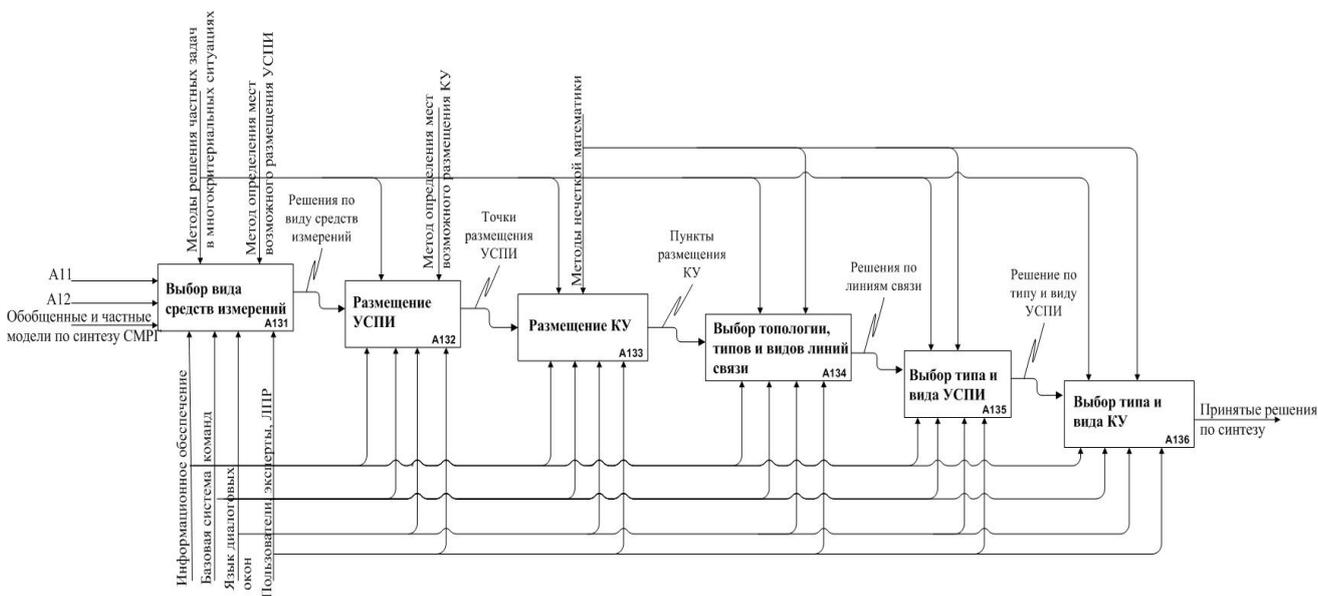


Рис. 3. Модель средств принятия решений по синтезу СМРТ

Средства геометрического моделирования осуществляют (рис. 4):

- геометрическое моделирование газопровода в системе регионального газоснабжения с возможностью разбивки по уровням и участкам, моделирование и определение координат местонахождения точек контроля, и линий связи СМРТ средств измерений;

- размещение выбранных устройств сбора и передачи информации и выбранных коммутирующих устройств, линий связи СМРТ в соответствии с международными нормативными документами, ГОСТами, ДБН, СанПин и т. д.;

- визуальный просмотр моделируемых элементов и размещаемых объектов газопровода в двухмерной (2D) и трехмерной проекциях (3D).

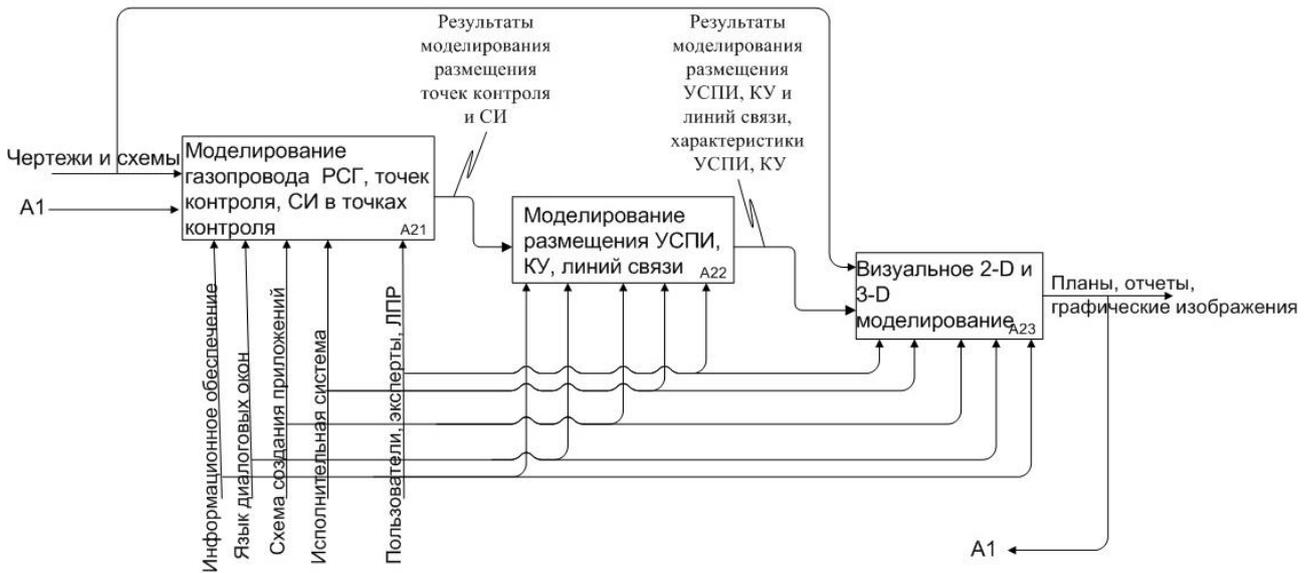


Рис. 4. Модель средств геометрического моделирования ПИТ

Согласно приведенным задачам, для достижения цели на следующем этапе необходимо реализовать разработанные модели ПИТ организации, планирования и синтеза СМРГ с помощью базовых средств.

**5. Результаты исследования**

Для реализации ПИТ был разработан интерфейс пользователя, реализованный на основе кнопочной формы и диалоговых окон, при помощи которых отслеживаются основные этапы организации, планирования и синтеза СМРГ при информационном

взаимодействии пользователей и персонального компьютера.

Пользователь нажимает на кнопочной форме в зависимости от этапа процесса синтеза СМРГ соответствующую кнопку (рис. 5).

Путем применения методов многокритериальной оптимизации и методов нечеткой математики, а также используя разработанные ранее математические модели [4, 10, 11] формируется отчет о проделанной работе, который записывается и может быть получен в виде отчета, например по участку РСГ (рис. 6).



Рис. 5. Кнопочная форма пользователя

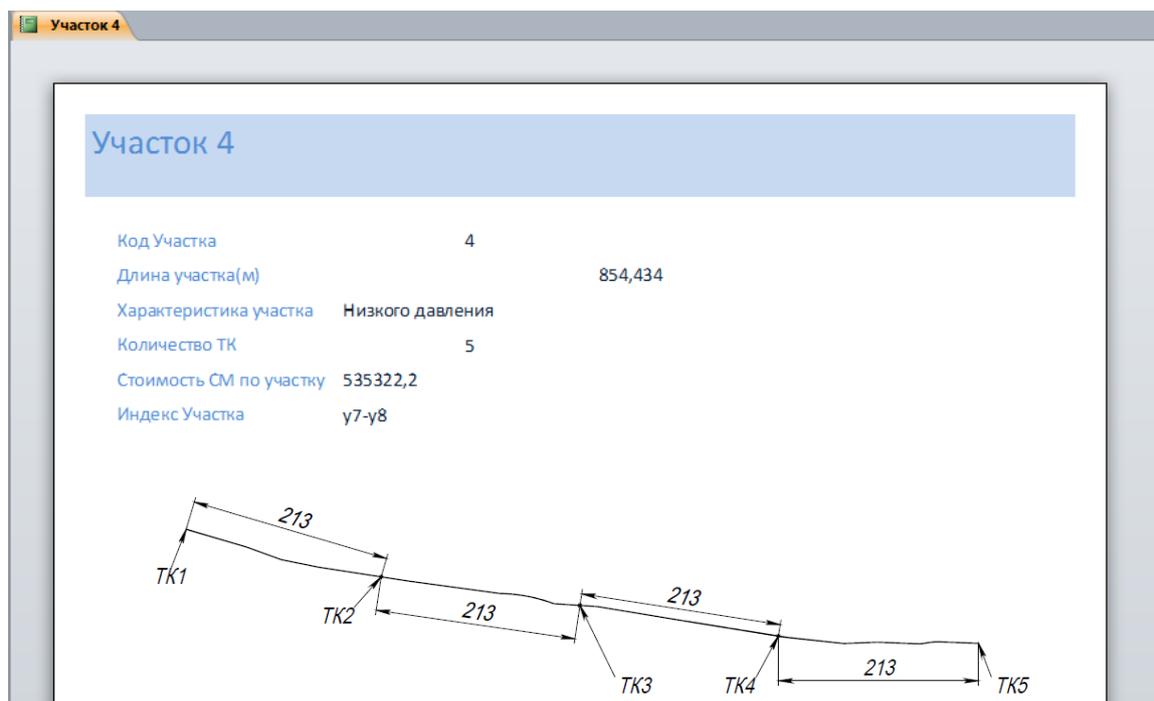


Рис. 6. Результат выполнения запроса по участку

Если полученные результаты не удовлетворяют пользователя на данном этапе процесса, необходимо провести корректировку модели путем изменения критериев и ограничений и применения методов оптимизации в нечетких условиях (например, выбрать другую схему компромисса).

При выборе линий связи и пути кратчайшего присоединения средств измерений к УСПИ, УСПИ к КУ и КУ к серверу осуществляется графическая интерпретация (визуализация) полученных результатов, на основании которой принимается решение.

Модели и алгоритмы всего процесса синтеза (включая базы данных по каждому процессу) реализованы в программной среде Microsoft Access, в комбинации с программным средством SolidWorks2001. Расчеты проводятся как в SolidWorks2001 – определение возможных точек контроля, координат выбранных точек контроля, длин участков, их графическая визуализация, визуализация топологий соединений, так и в Microsoft Excel – принятие решений по выбору рациональных точек контроля, показателей, типов средств измерений, определение количества измерений за смену, структурно-топологическому и параметрическому синтезу.

При реализации разработанных моделей организации, планирования и синтеза СМРГ, которые подаются на вход ПИТ ЛПР, оперируют нечеткими исходными данными, что требует от него использования альтернативных методов принятия решений в условиях нечеткой информации.

#### 6. Выводы и перспективы дальнейших исследований

Таким образом, в статье приведены разработанные функциональные модели прикладной информационной технологии, которая на основе выбран-

ных базовых программных средств позволяет реализовать обобщенные и частные модели организации, планирования и синтеза системы мониторинга регионального газоснабжения.

При дальнейших исследованиях предложенную ПИТ следует усовершенствовать в направлении выбора схем компромисса при принятии решений в многокритериальных ситуациях.

#### Литература

1. Петренко, Ю. А. Компьютерная технология синтеза системы офисов по управлению программы [Текст] / Ю. А. Петренко // Информационно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2014. – № 6. – С. 72–78.
2. Чинакал, В. О. Компьютерные технологии управления в технических системах. Учебно-методический комплекс [Текст] / В. О. Чинакал. – М.: РУДН, 2013. – 212 с.
3. Абраменко, И. Г. Компьютерные технологии в автоматизированных системах управления электроснабжения [Текст] / И. Г. Абраменко, А. И. Кузнецов; под общ. ред. И. Г. Абраменко. – Харьков: ХНАГХ, 2008. – 143 с.
4. Shevchenko, M. The generalized model of organization and planning of regional gas supply monitoring [Text] / M. Shevchenko // Odes'kyi Politechnichnyi Universytet. Pratsi. – 2015. – Issue 3. – P. 31–35. doi: 10.15276/opu.3.47.2015.09
5. Monitoring and Evaluation and Management Information Systems (MIS). Module 4 [Electronic resource]. – Available at: <http://www.pathfinder.org/publications-tools/pdfs/Strengthening-You-Organization-A-Series-of-Modules-and-Reference-Materials-for-NGO-and-CBO-Managers-and-Policy-Makers-Monitoring-and-Evaluation-and-MIS.pdf>
6. Андреев, Е. Б. Автоматизация технологических процессов добычи и подготовки нефти и газа: Учебное пособие для вузов [Текст] / Е. Б. Андреев, А. И. Ключников, А. В. Кротов и др. – М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2008. – 399 с.
7. Кучмистенко, О. В. Аналіз режимів функціонування української газотранспортної системи як об'єкта

управління [Текст] / О. В. Кучмистенко // Нафтогазова енергетика. – 2013. – № 1 (19). – С. 68–80.

8. Советов, Б. Я. Информационные технологии [Текст]: учеб. / Б. Я. Советов, В. В. Цехановский. – 3-е изд. – М.: Высш. шк., 2006. – 263 с.

9. Понятие прикладной информационной технологии [Электронный ресурс]. – Информационные технологии в образовании. – Режим доступа: <https://sites.google.com/site/ododlzd/samostoatelnaa-rabota/6-glava-prikladnye-informacionnyie-tehnologii/lekcija-1-ponatie-prikladnoj-informacionnoj-tehnologii>

10. 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. – С. 289–296.

11. Нефедов, Л. И. Модель структурно-топологического синтеза системы мониторинга качества добычи газа [Текст] / Л. И. Нефедов, М. В. Шевченко, О. Н. Кудырко // ScienceRise. – 2014. – № 2 (2). – С. 61–67. – Режим доступа: <http://journals.urau.ua/sciencerrise/article/view/27269/24448>

#### References

1. Petrenko, Ju. A. (2014). Komp'juternaja tehnologija sinteza sistemy ofisov po upravleniju programmami. Informacijno-kerujuchi sistemi na zaliznichnomu transporti, 6, 72–78.

2. Chinakal, V. O. (2013). Komp'juternye tehnologii upravlenija v tehniceskijh sistemah. Uchebno-metodicheskij kompleks. Moscow: RUDN, 212.

3. Abramenko, I. G., Kuznecov, A. I.; Abramenko, I. G. (Ed.) (2008). Komp'juternye tehnologii v avtomatizirovannyh sistemah upravlenija jelektrosnabzhenija. Kharkiv: HNAGH, 143.

4. Shevchenko, M. (2015). The generalized model of organization and planning of regional gas supply monitoring. Odes'kyi Politechnichnyi Universytet. Pratsi, 3, 31–35. doi: 10.15276/opu.3.47.2015.09

5. Monitoring and Evaluation and Management Information Systems (MIS). Module 4. Available at: <http://www.pathfinder.org/publications-tools/pdfs/Strengthening-You-Organization-A-Series-of-Modules-and-Reference-Materials-for-NGO-and-CBO-Managers-and-Policy-Makers-Monitoring-and-Evaluation-and-MIS.pdf>

6. Andreev, E. B., Kljuchnikov, A. I., Krotov, A. V. et al (2008). Avtomatizacija tehnologicheskijh processov dobychi i podgotovki nefti i gaza: Uchebnoe posobie dlja vuzov. Moscow: OOO «Nedra-Biznescentr», 399.

7. Kuchmystenka, O. V. (2013). Analiz rezhymiv funkcionuvannja ukrai'ns'koi' gazotransportnoi' systemy jak ob'jekta upravlinnja. Naftogazova energetyka, 1 (19), 68–80.

8. Sovietov, B. Ja., Cehanovskij, V. V. (2006). Informacionnyie tehnologii. Moscow: Vyssh. shk., 263.

9. Ponjatje prikladnoj informacionnoj tehnologii. Informacionnyie tehnologii v obrazovanii. Available at: <https://sites.google.com/site/ododlzd/samostoatelnaa-rabota/6-glava-prikladnye-informacionnyie-tehnologii/lekcija-1-ponatie-prikladnoj-informacionnoj-tehnologii>

10. Nefedov, L. I., Shevchenko, M. V., Kudyрко, O. N. (2014). Strukturnaja model' informacionnoj tehnologii avtomatizirovannogo sinteza sistemy upravlenija kachestvom dobychi, pererabotki i transporta gaza. Naukovij visnik Hersons'koi derzhavnoi mors'koi akademii, 1, 289–296.

11. Nefedov, L. I., Shevchenko, M. V., Kudyрко, O. N. (2014). Model of structural-topological synthesis of gas extraction quality monitoring system. ScienceRise, 2 (2), 61–67. Available at: <http://journals.urau.ua/sciencerrise/article/view/27269/24448>

*Дата надходження рукопису 24.03.2016*

**Нефедов Леонід Іванович**, доктор технічних наук, професор, кафедра автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, вул. Петровського, 25, м. Харків, Україна, 61002  
E-mail: nefedovli@rambler.ru

**Шевченко Марія Валеріївна**, кандидат технічних наук, доцент, кафедра автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, вул. Петровського, 25, м. Харків, Україна, 61002  
E-mail: BECHA\_MV@mail.ru