

24. Про інститути спільного інвестування (пайові та корпоративні інвестиційні фонди) [Електронний ресурс]: Закон України від 15.03.2001 № 2299-III. — Режим доступу: \www/URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/2299-14>. — 19.01.2016. — Загол. з екрану.
25. Красовская, О. В. Венчурное финансирование: мировые тенденции и ситуация в Украине [Текст] / О. В. Красовская. — К.: Конус-Ю, 2013. — 108 с.

#### РОЗВИТОК ІННОВАЦІЙ ШЛЯХОМ ІНТЕГРАЦІЇ СТАРТАП-ПРОЄКТІВ

Стаття присвячена проблемам інноваційного розвитку України. Спираючись на досвід держави Ізраїль в галузі високих технологій, досліджено елементи стартап-екосистеми. Представлено життєвий цикл стартап-проєкту. Розглянуто інформацію про українських акселераторів/інкубаторів, кількості НДДКР

і вчених, законодавство про інноваційну діяльність. Описано стадії фінансування стартап-проєкту. Запропоновано модель підтримки розвитку інновацій.

**Ключові слова:** інноваційний розвиток, стартап, екосистема, інновації, бізнес-модель.

*Ровинская Настасья Юрьевна, аспирант, кафедра менеджмента, Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского «Харьковский авиационный институт», Украина, e-mail: asyaxai@mail.ru.*

*Ровінська Настасья Юрїївна, аспірант, кафедра менеджменту, Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут», Україна.*

*Rovinska Nastasia, Zhukovsky National Aerospace University «Kharkiv Aviation Institute», Ukraine, e-mail: asyaxai@mail.ru*

УДК 656.56/681.5:004.78

DOI: 10.15587/2312-8372.2016.59864

Шевченко М. В.

## РАЗРАБОТКА МЕТОДА ОРГАНИЗАЦИИ И ПЛАНИРОВАНИЯ МОНИТОРИНГА РЕГИОНАЛЬНОГО ГАЗОСНАБЖЕНИЯ

*В статье, в результате исследования проблемы организации и планирования мониторинга, сформулирована основная постановка задачи мониторинга, проанализированы разработанные ранее математические модели, и предложены основные этапы процессов организации и планирования. Все это позволило разработать метод организации и планирования мониторинга, который может составить основу систем принятия решений для мониторинга регионального газоснабжения.*

**Ключевые слова:** мониторинг, организация, планирование, метод, региональное газоснабжение.

### 1. Введение

В условиях современного состояния системы газоснабжения Украины все большее внимание следует уделять контролю всей трубопроводной системы, по которой происходит транспорт газа. Поскольку имеют место производственно-технологические потери природного газа, как нормированные, так и сверхнормативные, а также в связи с нестандартными условиями эксплуатации из-за устаревшего оборудования, своевременная информация, как о состоянии газопровода, так и о транспортируемом продукте, приобретает все большее значение. При решении проблем связанных с наблюдением, контролем и своевременной регистрацией показателей в системах такого типа, на первый план выходит синтез систем мониторинга, которые обеспечат непрерывное комплексное наблюдение за системами регионального газоснабжения, измерение показателей и анализ функционирования системы в реальном времени. Процессы организации и планирования предшествуют синтезу и во многом определяют его.

Следовательно, разработка методов, которые позволят структурировать организацию и планирование мониторинга регионального газоснабжения является актуальной в данный момент.

### 2. Анализ литературных источников

Согласно [1, 2], основными этапами, предшествующими синтезу, являются организация и планирование. Организация и планирование, как процессы имеют широкую область применения и в производстве, и в научных исследованиях, и даже в учебном процессе [3, 4]. Что касается организации и планирования мониторинга вообще, и в проблематике газотранспортных систем в частности, вопрос о разработке моделей, методов и алгоритмов этих процессов недостаточно раскрыт. В работе [5] предложены математические модели для организации мониторинга оценки качества процессов транспорта газа на компрессорной станции по многим критериям с учетом ограничений на выделенный бюджет по проведению всех оценок и количество оценок каждого показателя. Однако, метод решения, который бы раскрыл последовательность действий при принятии решений, для задач организации и планирования не рассматривался.

В [6] по итогам проведенного анализа и предложенной классификации, основное внимание уделено методикам финансового анализа при построении систем мониторинга деятельности предприятия, проблематика самой организации мониторинга при этом не рассматривается. В работах [7, 8] подчеркивается значимость этапов организации и планирования при создании систем монито-

ринга, предлагаются основные принципы для реализации этих процессов. Однако, конкретизация касается именно практической стороны применения организации и планирования при создании систем мониторинга, математические основы и методы решения не рассматриваются.

### 3. Объект, цель и задачи исследования

*Объект исследования* — система регионального газоснабжения.

Таким образом, *целью статьи* является повышение функциональности и снижения стоимости системы мониторинга регионального газоснабжения (СМРГ) за счет разработки метода организации и планирования мониторинга, что позволит структурировать процесс многокритериального принятия решений в условиях нечеткости исходных данных.

Для достижения цели необходимо решить следующие задачи:

- проанализировать ранее разработанные основные математические модели организации и планирования мониторинга регионального газоснабжения;
- определить основные этапы принятия решений в условиях неопределенности исходных данных;
- выделить основные схемы компромисса в зависимости от информации о важности критериев;
- разработать метод организации и планирования мониторинга регионального газоснабжения.

### 4. Метод организации и планирования мониторинга регионального газоснабжения

При организации и планировании мониторинга необходимо решить следующие задачи [9]:

1. Определить участки системы регионального газоснабжения (СРГ) и контрольные точки измерения на каждом из выделенных участков. Другими словами ответить на вопрос — где измеряем.
2. Определить измеряемые при мониторинге показатели и единицы измерения. Ответить на вопрос — что измеряем.
3. Определить основные методики и средства измерения для показателей мониторинга. Ответить на вопрос — как и чем измеряем.
4. Определить периодичность (шаг) снятия показаний со средств измерений.

Для решения данных задач были разработаны обобщенные и частные математические модели организации и планирования мониторинга [9–11], которые позволяют охватить процесс организации и планирования достаточно полно, и обеспечивают процесс принятия решений в различных ситуациях для задач разной вычислительной сложности. Кроме того, разработана частная математическая модель планирования оценки контролируемых показателей в территориально-распределенной системе мониторинга транспорта газа [12], которая позволяет спланировать мониторинг транспорта газа.

Общая постановка задачи организации и планирования мониторинга формулируется следующим образом. Известно:

- множество уровней СРГ  $Urv = \{Urv_E\}$ , где  $E = \overline{1,3}$ , где 3 — количество уровней, для которых необходимо проводить мониторинг;

- множество возможных участков СРГ  $Uch = \{Uch_{En}\}$ , где  $n = \overline{1, n^E}$ , где  $n^E$  — номер участка каждого из трех уровней  $E = \overline{1,3}$  системы регионального газоснабжения;

- множество возможных точек контроля  $G = \{g : g = \overline{1, g^n}\}$ , где  $g^n$  — число точек, в которых могут быть установлены средства измерений показателей мониторинга газа на каждом из участков;

- множество возможных показателей мониторинга  $P^G = \{p : p = \overline{1, p^g}\}$ , где  $p^g$  — число показателей мониторинга в каждой из точек контроля;

- множество типов средств измерений  $T_S = \{s : s = \overline{1, s^p}\}$ , где  $s^p$  — число типов средств измерений  $p$ -го показателя.

Необходимо определить:

- рациональное подмножество точек контроля  $G^R = \{g : g = \overline{1, g^{nr}}\}$ , где  $g^{nr}$  — число рациональных точек контроля, при этом рациональные подмножество выделяется на подмножестве допустимых значений  $G^D = \{g : g = \overline{1, g^{nd}}\}$ , которое, в свою очередь, является подмножеством множества возможных точек контроля, т. е.  $G^R \subset G^D \subset G$ ;

- рациональное подмножество показателей мониторинга в выбранных точках контроля  $P^{GR} = \{p : p = \overline{1, p^{gr}}\}$ , где  $p^{gr}$  — число рациональных показателей мониторинга в выбранных точках контроля, которое также выделяется на подмножестве допустимых показателей мониторинга  $P^{GD} = \{p : p = \overline{1, p^{gd}}\}$ , и является подмножеством множества возможных показателей мониторинга, т. е.  $P^{GR} \subset P^{GD} \subset P^G$ ;

- рациональное подмножество типов средств измерений  $T_S^R = \{s : s = \overline{1, s^{sr}}\}$ , где  $s^{sr}$  — число рациональных типов средств измерений для выбранных показателей, которое выделяется на подмножестве допустимых типов средств измерений  $T_S^D = \{s : s = \overline{1, s^{sd}}\}$ , при этом  $T_S^R \subset T_S^D \subset T_S$ ;

- рациональное количество измерений за смену (задача планирования)  $A^R = \{a : a = \overline{1, a^{nr}}\}$ , где  $a^{nr}$  — число рациональных измерений для выбранных показателей, которое выделяется на подмножестве допустимого количества измерений  $A^D = \{a : a = \overline{1, a^{nd}}\}$ , при этом  $A^R \subset A^D \subset A$ , где  $A$  — множество возможных измерений за смену (8 часов).

При решении задачи организации и планирования выделим следующие этапы:

- начальный этап организации мониторинга (1) — на котором необходимо определить подмножества допустимых решений  $G^D$ ,  $P^{GD}$  и  $T_S^D$ ;

- завершающий этап организации мониторинга (2) — на котором на подмножествах допустимых решений будут выделены соответствующие подмножества рациональных решений  $G^R$ ,  $P^{GR}$  и  $T_S^R$ ;

- этап планирования мониторинга (3) — на котором на множестве возможных измерений за смену будут выделено подмножество допустимых, а из них рациональное количество измерений за смену, при этом данные полученные на завершающем этапе организации будут входными данными для этого этапа. Метод организации и планирования мониторинга (рис. 1) с учетом приведенных в [9, 11] функцио-

нальной и математических моделей заключается в следующем:

1.1 Задать исходные данные: план газификации, уровни СРГ ( $E = \overline{1,3}$ ), условия окружающей среды. После чего, на основании мнений экспертов о линейных участках газопровода в плане газификации выделяют участки на каждом из уровней ( $n = \overline{1, n^E}$ ), присваивают индексы участкам, определяют характеристики для каждого участка.

1.2 На основании выделенных на шаге 1.1 характеристик, определить множество возможных точек контроля  $G$  — минимальное и максимальное значения которых задано в интервальном виде.

1.3 Определить подмножество допустимых точек контроля  $G^D$  в условиях нечеткости исходных данных. Для этого используется критерий оптимизма-пессимизма Гурвица:

$$x_0 = \arg \max_{1 \leq i \leq n} \left[ \alpha \min_{1 \leq j \leq m} f(x_i, s_j) + (1 - \alpha) \max_{1 \leq j \leq m} f(x_i, s_j) \right], \quad (1)$$

где  $\alpha$  — коэффициент пессимизма (может определяться методами экспертного оценивания или компараторной идентификации),  $f(x_i, s_j)$  — функция цели, которая определена на множестве альтернатив  $x_i \in X$  и множество состояний окружающей среды  $s_j \in S$  [13].

После того, как определено подмножество допустимых точек контроля, необходимо выделить подмножество допустимых показателей мониторинга на множестве возможных  $P^G = \{p: p = \overline{1, p^g}\}$ .

1.4 Задать множество возможных показателей мониторинга  $P^G = \{p: p = \overline{1, p^g}\}$ , основываясь на соответствующих нормативных документах [14, 15].

1.5 Используя метод анализа иерархий определить подмножество  $P^{GD}$  допустимых показателей мониторинга на каждом участке для каждого уровня.

1.6 Задать множество возможных типов средств измерений  $T_S = \{s: s = \overline{1, s^p}\}$ , беря за основу нормативные документы [14, 15] и предложения рынка.

1.7 На основании метода анализа иерархий определить подмножество  $T_S^D = \{s: s = \overline{1, s^{pd}}\}$  допустимых типов средств измерений рассматриваемого участка СРГ.

После того, как определили множества допустимых точек контроля, допустимых показателей, которые будут в них измеряться, и допустимое множество типов средств измерений переходим ко второму этапу. При этом сведения, полученные на первом этапе (начальном) будут входными данными для завершающего этапа организации мониторинга.

2.1 Сформировать список критериев и ограничений для выбора точек контроля и показателей мониторинга согласно модели [11].

Для того, чтобы на подмноестве допустимых точек контроля и измеряемых показателей выделить подмножество рациональных необходимо на шагах 2.2–2.3 выбрать схему компромисса, определить вес критериев для модели определения рациональных точек контроля  $G^R$  и измеряемых показателей мониторинга  $P^{GR}$  [11], определить значения частных критериев в условиях нечеткости исходных данных.

В многокритериальных задачах такого типа значения частных критериев задаются в интервальном виде, а статистическая информация о характере распределения значений внутри интервала неизвестна. В этом случае экспертно назначается функция принадлежности значений внутри интервала. Значения частного критерия будут представлены в виде нечеткого числа, при этом модальное значение функции принадлежности, при котором она равна 1 не обязательно будет находиться в середине интервала [16]. При этом весовые коэффициенты могут быть заданы как в детерминированном виде, так и в фаззифицированном. Для случая, когда значения критериев заданы в виде интервала (нечетких чисел), а весовые коэффициенты — детерминировано, необходимо провести дефаззификацию для частных критериев и найти точечные значения оценки альтернатив. В случае, когда значения критериев заданы точно, а значения весовых коэффициентов интервально (в виде нечетких чисел), согласно [16] необходимо провести детерминизацию нечетких значений весовых коэффициентов относительной важности частных критериев.

Для случая, когда значения частных критериев и их весовые коэффициенты заданы в фаззифицированном виде (интервально) — функцию полезности также необходимо определить в фаззифицированном виде. В качестве схем компромисса для принятия решений можно выделить следующие: аддитивная полезность (когда известны весовые коэффициенты), последовательно применяемые критерии, максиминная и минимаксная схема, оценка Кобба-Дугласа [16, 17]. Алгоритм выбора схемы компромисса приведен в [17]. После этого, можно определить рациональные точки контроля и измеряемые в них рациональные показатели.

2.4 Сформировать список критериев и ограничений для модели определения типов средств измерений. Определить весовые коэффициенты критериев и их значения в условиях нечеткости исходных данных для модели определения рациональных типов средств измерений  $T_S^R$  в каждой из выбранных точек контроля для измерения рациональных показателей мониторинга. Список критериев и ограничений формируется согласно модели, приведенной в [11].

2.5 Определить схему компромиссов как функцию полезности критериев для выбора типов средств измерений в условиях нечеткости исходных данных. В случае, когда и весовые коэффициенты критериев и значения самих критериев заданы интервально — функция полезности также будет определяться в фаззифицированном виде, как это было описано на шагах 2.2–2.3. На основании найденных значений функции полезности, определяют рациональные типы средств измерений.

Информация, полученная на первом и втором этапах предложенной структуры является входными данными для этапа планирования.

На следующем этапе (3) метода производится планирование количества измерений за смену с выбранных рациональных средств измерений на каждом из участков СРГ.

На шаге 3.1 для участка, на котором будет определяться периодичность измерений, необходимо задать рациональные типы средств измерений, точки контроля, показатели, которые в них измеряются, а также длительность смены.

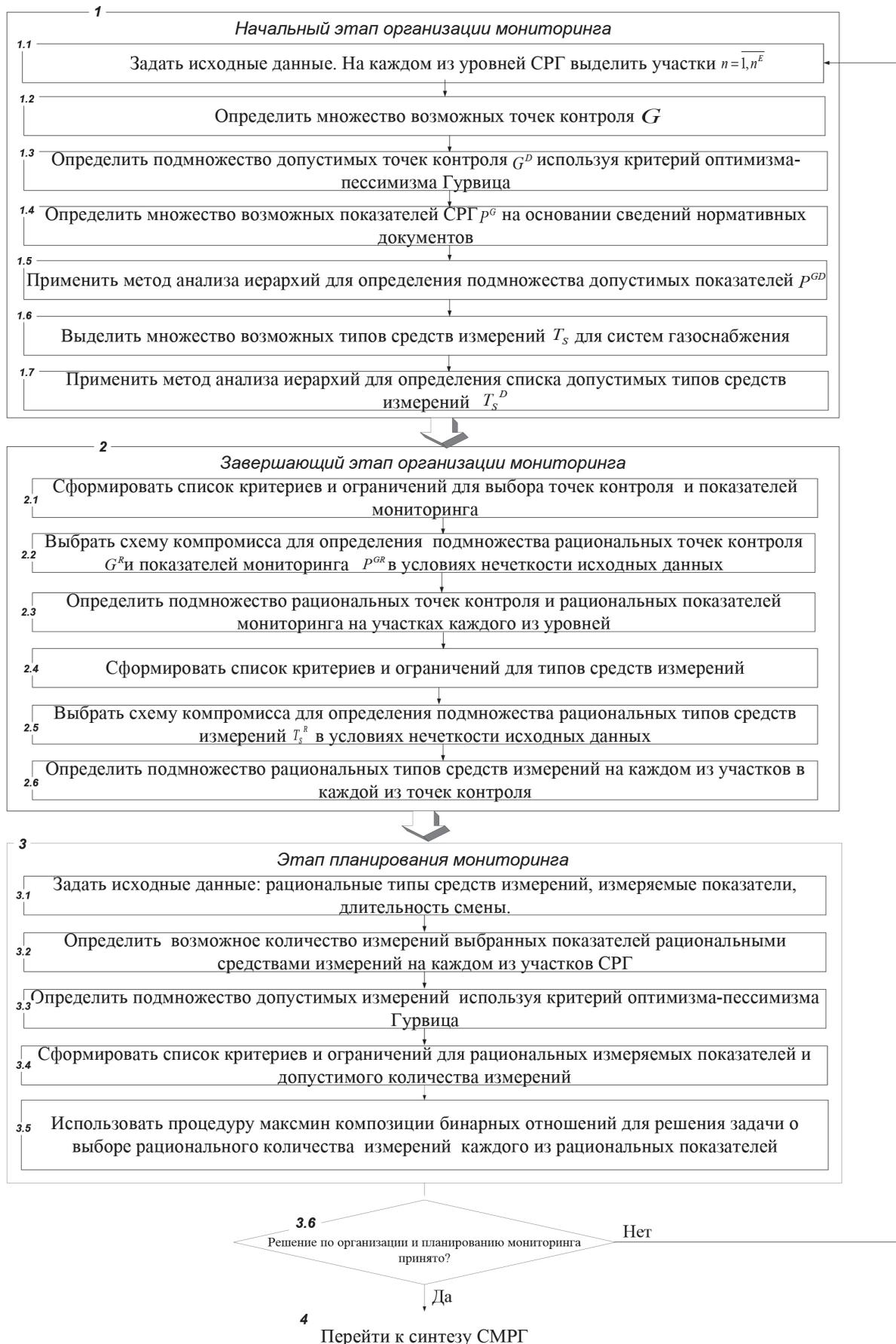


Рис. 1. Структура метода организации и планирования мониторинга

3.2 На основании [14, 15] и проведенного анализа возможностей выбранных типов средств измерений определить множество  $A$ , которое определяет возможное количество измерений показаний за смену  $A = \{a : a = 1, a^n\}$ , где  $a^n$  — количество измерений за одну смену (8 часов) на участке  $n$  СРГ.

3.3 Определить подмножество допустимых измерений  $A^D$  в условиях нечеткости исходных данных. Для этого используется критерий оптимизма-пессимизма Гурвица, как это проводилось на шаге 1.3.

3.4 Согласно разработанным ранее моделям [9, 12], выделить и сформировать список основных критериев и ограничений для модели планирования количества измерений с помощью выбранных рациональных типов средств измерений.

3.5 Для того, чтобы определить какой показатель сколько раз будет измеряться (рациональное количество измерений  $A^R$ ) необходимо произвести оценку целесообразности измерений для каждого из рациональных показателей в соответствии со значениями, полученными для подмножества допустимых измерений  $A^D$ . Для этого предлагается использовать принцип максим-композиции бинарных отношений [18, 19]. Таким образом, на шаге 3.5 необходимо:

- выделить бинарные нечеткие отношения [18, 19] значений функции принадлежности для модели определения рационального количества измерений каждого показателя мониторинга в точках контроля на каждом из участков. В качестве критериев, по которым будет проводиться свертка — использовать критерии приведенные, в модели [9];
- определить функции принадлежности по каждому из значений подмножества  $A^D$  по выбранным критериям разработанной модели [9, 12];
- провести максим-композицию бинарных отношений [18, 19] и по полученным значениям функций принадлежности определить рациональное количество измерений показателей на каждом из участков СРГ.

После того, как на шаге 3.6 установлено, что все решения по всем участкам всех уровней системы мониторинга регионального газоснабжения приняты, можно перейти к этапу синтеза системы мониторинга регионального газоснабжения (4).

Таким образом, в результате применения разработанного метода организации и планирования мониторинга, можно получить рациональные в условиях нечетких исходных данных решения по выбору точек контроля, показателей в каждой из точек и типам средств измерений, а также спланировать количество измерений каждого показателя. Все эти сведения являются исходными данными при принятии решений по структурно-топологическому синтезу системы мониторинга.

### 5. Результаты применения разработанного метода в части планирования

Рассмотрим решение задачи планирования количества измерений показателей на участке СРГ высокого давления. Разработанным в данной статье методом решим задачу планирования для примера, приведенного в [9], где для участка газопровода региональной системы газоснабжения высокого давления были получены следующие рациональные значения:

- три показателя — давление, температура, точка росы влаги газа;
- тип средства измерений — измерительные комплексы, позволяющие измерять 3 и более показателей мониторинга;
- для количества измерений (за смену) с помощью критерия Гурвица определены следующие допустимые значения, представленные интервалом: для давления и температуры — [16; 24; 27; 28; 37], для точки росы влаги газа — [1; 7; 9; 10; 16], что было приведено в работе [9].

Таким образом, получим табл. 1 по множеству допустимого количества измерений для каждого из показателей.

Таблица 1

Множество допустимых измерений для показателей мониторинга

Показатели	Количество измерений				
Давление	16	24	27	28	37
Температура	16	24	27	28	37
Точка росы влаги газа	1	7	9	10	16

Проведем оценку показателей по предложенной процедуре максим-композиции. Согласно [18, 19], введем бинарные нечеткие отношения показателей мониторинга  $P^{GRb} = \{<p^{gr}, k_j>, \mu_{p^{gr}}(<p^{gr}, k_j>)\}$ , и для допустимого количества измерений за смену (8 часов)  $A^{Rb} = \{<k_j, a^{nd}>, \mu_{A^D}(<k_j, a^{nd}>)\}$  и где  $k_j$  — критерии модели определения точек и показателей мониторинга согласно модели [11], где  $k_j \in K$ . Поскольку рассматривается участок, укомплектованный одним типом средств измерений, который при этом позволяет измерять несколько показателей, — задача упрощается. Значения функций принадлежности для максим-композиции бинарных отношений представлены в табл. 2 и табл. 3. В приведенных бинарных нечетких отношениях:  $a^{nd} = \{a_1, \dots, a_5\}$  — допустимое количество измерений;  $k_j = \{k_1, k_2, k_3\}$  — критерии оценки (согласно [9] используем три критерия);  $p^{gr} = \{p_1, p_2, p_3\}$  — рациональные показатели мониторинга.

Таблица 2

Нечеткое отношение  $P^{GRb}$

Показатели	Критерии	Значения функций принадлежности		
		$k_1$	$k_2$	$k_3$
$p_1$ (давление)		0,8	0,8	0,3
$p_2$ (температура)		0,7	0,5	0,3
$p_3$ (точка росы влаги газа)		0,7	0,6	0,3

Таблица 3

Нечеткое отношение  $A^{Rb}$

$k_j$	$a^{nd}$	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_4$	$a_5$
		$k_1$	$k_2$	$k_3$		
Значения функций принадлежности	$k_1$	0,9	0,6	0,5	0,4	0,3
	$k_2$	0,3	0,4	0,5	0,7	0,6
	$k_3$	0,4	0,5	0,7	0,8	1

При этом в табл. 2 приведено нечеткое отношение  $P^{GRb} = \{<p^{gr}, k_j>, \mu_{p^{gr}}(<p^{gr}, k_j>)\}$ , устанавливающее уровень требований  $k$  к показателям в соответствии

с критериями, а в табл. 3 – нечеткое отношение  $A^{Rb} = \{<k_j, a^{nd}>, \mu_{AD}(<k_j, a^{nd}>)\}$ , устанавливающее степень удовлетворенности количества измерений на участках высокого давления предъявляемым к ним критериям.

В соответствии с [18, 19] функция принадлежности композиции бинарных нечетких отношений  $P^{GRb}$  и  $A^{Rb}$  определяется выражением:

$$\mu_{P^{GRb} \otimes A^{Rb}}(<p^{gr}, a^{nd}>) = \max_{k_j \in K} \{ \min \{ \mu_{P^{GR}}(<p^{gr}, k_j>), \mu_{AD}(<k_j, a^{nd}>) \} \},$$

используя которое методом полного перебора проводится процедура максмин-композиции бинарных отношений. Для чего производится «свертка»  $\mu_{P^{GRb} \otimes A^{Rb}}(<p^{gr}, a^{nd}>)$  и таким образом определяются рациональные значения количества измерений по каждому показателю. Процесс «свертки» происходит путем «умножения» строки на столбец с использованием операций  $\wedge(\min)$  и  $\vee(\max)$  следующим образом:

$$\begin{aligned} \mu_{P^{GRb} \otimes A^{Rb}}(<p_1, a_1>) &= (0,8 \wedge 0,9) \vee (0,8 \wedge 0,3) \vee (0,3 \wedge 0,4) = 0,8 \vee 0,3 \vee 0,3 = 0,8; \\ \mu_{P^{GRb} \otimes A^{Rb}}(<p_1, a_2>) &= (0,8 \wedge 0,7) \vee (0,8 \wedge 0,4) \vee (0,3 \wedge 0,5) = 0,7 \vee 0,5 \vee 0,5 = 0,7; \\ &\dots\dots \\ \mu_{P^{GRb} \otimes A^{Rb}}(<p_2, a_1>) &= 0,7; \\ &\dots\dots \\ \mu_{P^{GRb} \otimes A^{Rb}}(<p_3, a_5>) &= 0,6. \end{aligned}$$

В результате расчетов получим табл. 4, где представлены функции принадлежности по количеству измерений для каждого из показателей, согласно критериям.

лей мониторинга в точках контроля каждого из участков в условиях многокритериальности и неопределенности. Однако, учитывая, что принятие решений осуществляется в этом случае методом полного перебора вариантов, у данной процедуры появляется особенность. Она заключается в том, что при оперировании большими массивами информации (когда размерность задачи оценивается входной длиной значений до  $n = 60$  [20, 21]), а временная сложность задачи находится в пределах до  $2^n$  [21, 22], тогда для решения задачи планирования количества снятия показаний выбранными средствами измерений в точках мониторинга следует выбрать метод случайного поиска.

Разработанный метод позволяет осуществлять процессы организации и планирования комплексно, с учетом особенностей мониторинга в системе регионального газоснабжения в условиях нечеткости исходных данных.

Модели, которые следует использовать на каждом из этапов метода, были предложены ранее в работах [9–11], таким образом разработанный метод организации и планирования мониторинга регионального газоснабжения является продолжением проведенных исследований и позволил структурировать процесс применения обобщенной и частных моделей.

**7. Выводы**

В результате проведенных исследований получены следующие выводы:

1. Анализ проведенных ранее исследований и разработанных математических моделей позволил определить основные этапы организации и планирования мониторинга регионального газоснабжения.

**Таблица 4**

Результат максмин-композиции нечетких отношений  $P^{GRb}$  и  $A^{Rb}$  для участка высокого давления

$a^{nd}$	$a_1$		$a_2$		$a_3$		$a_4$		$a_5$	
	Значения функции принадлежности	Количество измерений								
$p_1$	0,8	16	0,6	24	0,5	27	0,6	28	0,6	37
$p_2$	0,7	16	0,6	24	0,5	27	0,5	28	0,5	37
$p_3$	0,7	1	0,6	7	0,5	9	0,6	10	0,6	16

**6. Обсуждение результатов проведенных расчетов по разработанному методу**

По результатам приведенных расчетов определили, что рациональным значением количества измерений для показателя  $p_1$  следует принять периодичность измерений равную 16 раз за смену, для  $p_2$  – также 16 раз за смену, для  $p_3$  – 1 раз за смену. Следует отметить, что решения принимались в условиях, когда эксперты не располагают информацией о важности критериев и в этом случае значения функций принадлежности для разного количества измерений по одному показателю может совпасть (например, это было для  $p_1$  в первой строке табл. 4). Здесь следует положиться на мнение экспертов и пожелания заказчика.

Рассмотренная процедура максмин-композиции позволяет провести оценку периодичности измерений показате-

2. Впервые разработан метод организации и планирования мониторинга регионального газоснабжения, который, в отличие от существующих, позволяет в условиях нечеткой информации повысить функциональность системы мониторинга регионального газоснабжения за счет структуризации процесса принятия решений на этапах организации и планирования, а также применения методов нечеткой математики. Разработанный метод может составить основу систем принятия решений для мониторинга регионального газоснабжения.

3. Получили дальнейшее развитие методы и модели принятия решений в условиях многокритериальности и неопределенности, а также процедура максмин-композиции бинарных отношений за счет распространения их на новый класс объектов – организацию и планирование регионального газоснабжения.

## Литература

1. Нефедов, Л. И. Системная концепция синтеза системы мониторинга регионального газоснабжения [Текст] / Л. И. Нефедов, М. В. Шевченко // Науковий вісник Херсонської державної морської академії. — 2015. — № 1(12). — С. 275–285.
2. Шевченко, М. В. Структурная модель управления качеством добычи, переработки и транспорта газа [Текст] / М. В. Шевченко // Праці Одеського політехнічного університету. — 2014. — № 1(43). — С. 273–281. doi:10.15276/opus.1.43.2014.46
3. Антропов, В. А. Организация научных исследований в университете: проблемы планирования [Электронный ресурс] / В. А. Антропов, А. Г. Шеломенцев // Вестник УГУЭС. Наука, образование, экономика. Серия: Экономика. — 2014. — № 4(10). — Режим доступа: \www/URL: http://cyberleninka.ru/article/n/organizatsiya-nauchnyh-issledovaniy-v-universitete-problemy-planirovaniya
4. Чичкина, В. Д. Организация и планирование производства [Текст]: учеб. пособие / В. Д. Чичкина. — Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2012. — 186 с.
5. Нефедов, Л. И. Модели организации мониторинга оценки качества бизнес-процесса транспорта газа на компрессорной станции [Текст] / Л. И. Нефедов, А. А. Шевченко // Вестник НТУ «ХПИ». Серия: Информатика и моделирование. — 2008. — № 24. — С. 94–98.
6. Шаталова, Т. Н. Анализ методов мониторинга промышленного предприятия [Текст] / Т. Н. Шаталова, Т. В. Жирнова // Вестник Самарского экономического университета. Экономика. — 2012. — № 1(87). — С. 93–97.
7. Kusek, J. Z. Ten Steps to a Results Based Monitoring and Evaluation System [Text] / J. Z. Kusek, R. C. Rist. — Washington: World Bank, D.C., 2004. — 268 p. doi:10.1596/0-8213-5823-5
8. Module 4 [Electronic resource] / Monitoring and Evaluation and Management Information Systems (MIS). — Available at: \www/URL: 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
9. Shevchenko, M. The generalized model of organization and planning of regional gas supply monitoring [Text] / M. Shevchenko // Odes'kyi Politechnichniy Universytet. Pratsi. — 2015. — № 3(47). — P. 52–62. doi:10.15276/opus.3.47.2015.09
10. Шевченко, М. В. Разработка обобщенной модели организации мониторинга транспорта газа [Текст] / М. В. Шевченко // Технология приборостроения. — 2015. — № 1. — С. 35–40.
11. Шевченко, М. В. Разработка частных моделей организации мониторинга системы регионального газоснабжения [Текст] / М. В. Шевченко // Технологический аудит и резервы производства. — 2015. — № 6/2(26). — С. 40–46. doi:10.15587/2312-8372.2015.56827
12. Нефедов, Л. И. Модель планирования оценки контролируемых показателей в территориально-распределенной системе мониторинга транспорта газа [Текст] / Л. И. Нефедов, М. В. Шевченко, О. В. Василенко // Вестник НТУ «ХПИ». — 2009. — № 43. — С. 120–125.
13. Крючковский, В. В. Введение в нормативную теорию принятия решений. Методы и модели [Текст]: монография / В. В. Крючковский, Э. Г. Петров, Н. А. Соколова, В. Е. Ходаков; под ред. Э. Г. Петрова. — Херсон: Гринь Д. С., 2013. — 284 с. ISBN 978-617-7123-23-0.
14. ДБН В. 2.5-20-2001. Газоснабжение. Инженерное оборудование зданий и сооружений [Текст] / Государственные строительные нормы Украины. — К.: Госстрой Украины, 2001. — 192 с.
15. ГОСТ 5542-87. Газы горючие для промышленного и коммунально-бытового назначения. Технические условия [Электронный ресурс]. — Дата введения: 1988-01-01. — Режим доступа: \www/URL: http://www.complexdoc.ru/pdf/ГОСТ%205542-87/gost\_5542-87.pdf
16. Петров, Э. Г. Методы и модели принятия решений в условиях многокритериальности и неопределенности [Текст]: монография / Э. Г. Петров, Н. А. Брынза, Л. В. Колесник, О. А. Писклакова; под ред. Э. Г. Петрова. — Херсон: Гринь Д. С., 2014. — 192 с. ISBN 978-617-7243-15-0.
17. Нефедов, Л. И. Методологические основы синтеза офисов по управлению программами и проектами [Текст]: монография / Л. И. Нефедов, Ю. А. Петренко, М. В. Шевченко, А. Б. Биньковская. — Х.: ХНАДУ, 2012. — 296 с.
18. Раскин, Л. Г. Нечеткая математика. Основы теории. Приложения [Текст] / Л. Г. Раскин, О. В. Серая. — Х.: Парус, 2008. — 352 с. ISBN 978-966-8482-82-3.
19. Павлов, А. Н. Принятие решений в условиях нечеткой информации [Текст]: учеб. пособие / А. Н. Павлов, Б. В. Соколов. — СПб., 2006. — 72 с. ISBN 5-8088-0162-1.
20. Бескоровайный, В. В. Модификация метода направленного перебора для оптимизации топологии систем с регулярным распределением элементов [Текст] / В. В. Бескоровайный, Е. В. Соболева // Системи обробки інформації. — 2013. — № 1(108). — С. 12–16.
21. Гэри, М. Вычислительные машины и труднорешаемые задачи [Текст]: пер. с англ. / М. Гэри, Д. Джонсон. — М.: Мир, 1982. — 416 с.
22. Cormen, H. T. Introduction to Algorithms [Text] / T. H. Cormen, C. E. Leiserson, R. L. Rivest, C. Stein. — Ed. 3. — The MIT Press, 2009. — 1313 p.

## РОЗРОБКА МЕТОДУ ОРГАНІЗАЦІЇ І ПЛАНУВАННЯ МОНІТОРИНГУ РЕГІОНАЛЬНОГО ГАЗОПОСТАЧАННЯ

У статті, в результаті дослідження проблеми організації та планування моніторингу, сформульовано основну постановку задачі моніторингу, проаналізовано розроблені раніше математичні моделі, та запропоновано основні етапи процесів організації та планування. Все це дозволило розробити метод організації та планування моніторингу, який може скласти основу систем прийняття рішень для моніторингу регіонального газопостачання.

**Ключові слова:** моніторинг, організація, планування, метод, регіональне газопостачання.

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

*Шевченко Марія Валеріївна, кандидат технічних наук, доцент, кафедра автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна.*

*Shevchenko Mariia, Kharkiv National Automobile and Highway University, Ukraine, e-mail: BECHA\_MV@mail.ru*