УДК 681.51

Н.Ю.ТРОПИНОВА
Санкт-Петербургский государственный горный институт (технический университет)

УПРАВЛЕНИЯ ПОТОКАМИ ГАЗА В КОЛПИНСКОМ ЛИНЕЙНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОМ УПРАВЛЕНИИ

Целью данной работы является создание методики построения в нечеткой среде базы знаний информационно-аналитического комплекса диспетчерского управления потоками газа в виде аналитического выражения оценки вероятности выхода системы за допустимые пределы. В настоящее время главным в принятии решений является квалификация оперативно-диспетчерского персонала, программных средств поддержки принятия решений пока не существует. Принятие любого решения по своей сути является многомерной задачей, причем факторное пространство содержит «нечеткую» информацию. Методика построения информационно-аналитического комплекса предусматривает в качестве основного шага – создание базы знаний принятия решения в виде аналитического выражения. Уравнение необходимо для построения нечеткого логического регулятора в интеллектуализированной АСУ принятия решений при управлении потоками газа, а также может быть использовано при создании «советчика диспетчеру» и тренажера.

The purpose of this work is to work out a technique to create an information and analytical set of dispatch controls of gas flows in the form of an analytic expression of probability estimation of system's marginal error in conditions of uncertain data. In present conditions the main aspect in decision making is qualification of the operating department personnel, as no software to support decision making is available. Decision making is essentially a many-dimensional problem, especially considering fuzzy nature of input data. The technique of information and analytical set creation as its first stage foresees compiling an analytically expressed database of decision making experience in gas flow control. Equations can be used as the basis to build up a fuzzy logic regulator in an intellectualized automatic control system of decision making in gas flow control as well as advisers to the dispatcher and as a training simulator.

При управлении потоками газа в магистральном газопроводе в реальном времени одной из важнейших задач является принятие решений диспетчером. В настоящее время при принятии решений диспетчер опирается на собственный опыт и квалификацию. Программных средств поддержки принятия решений пока не существует, хотя, например, SCADA-системы позволяют качественно собирать и визуализировать информацию, а также создавать базы данных. Принятие любого решения подразумевает наличие базы знаний в виде алгоритма обработки поступившей информации либо в виде аналитического выражения.

Принятие любого решения по своей сути является многомерной задачей, причем факторное пространство содержит, как правило, вместе с количественной еще и «нечеткую» (качественную, словесную, вербальную) информацию [1]. Таким образом, процедура принятия решения диспетчером находится в типичных условиях «нечеткости» и относится к трудноформализуемым, когда обычные математические методы бессильны и приходится обращаться к элементам теории нечетких множеств [1, 3].

Целью данной работы является создание методики построения в нечеткой среде базы знаний информационно-аналитического комплекса диспетчерского управления в виде аналитического выражения оценки вероятности выхода системы за допустимые пределы.

Деятельность диспетчерского персонала проявляется в формах: прямого воздействия; контроля и регулирования; оперативного управления (в том числе дистанционно-

Санкт-Петербург. 2004

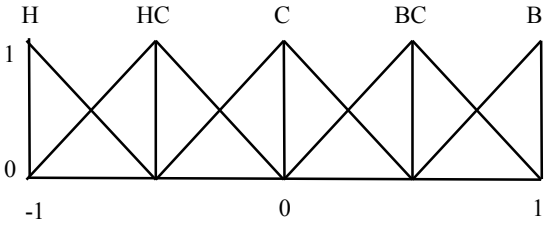


Рис.1. Вероятность выхода системы за допустимые пределы
Н – низкая; НС – ниже среднего; С – средняя;
В – выше среднего; В – высокая

го); планирования и прогнозирования; анализа проблемной ситуации (деятельность в нештатных и аварийных ситуациях); анализа, регистрации и передачи информации; организационной работы [2].

Поскольку принятие решения осуществляется в нечеткой среде, где большую долю информации о ситуации на данный момент времени несут качественные переменные, для определения вероятности выхода системы за допустимые пределы (Y) воспользуемся аппаратом лингвистических переменных по методу Спесивцева – Дроздова [1, 3] (рис.1).

Эксперт (группа экспертов) определяет факторное пространство, в котором, по его мнению, отображается или протекает изучаемое явление. Так, применительно к управлению потоками газа, а точнее, количественной оценке эксплуатационного состояния газотранспортной системы, эксперт рассчитывает вероятность выхода системы за допустимые пределы (Y). В таком понимании Y выступает как обобщенный параметр оценки состояния системы в целом. В качестве входных, определяющих поведение Y, были выбраны факторы x_1-x_7, представленные на рис.2 в виде лингвистических переменных.

Из всего числа потенциальных возможных характеристик состояния системы эксперт выбрал только семь. Здесь представлены унимодальные нечеткие числа L-R-типа как терм-множества на универсуме своих шкал. При этом лингвистические переменные, как следует из рис.2, могут быть количественными, полуколичественными и качественными. Идея применения лингвистических переменных позволяет их представлять в одинаковой шкале.

Методика построения информационно-аналитического комплекса предусматривает в качестве основного шага – создание базы знаний принятия решения в виде аналитического выражения (полинома). При этом количественная оценка эксплуатационного состояния газотранспортной системы выступает как обобщенный параметр оценки состояния системы.

Построение обобщенного параметра оценки состояния системы проводится по специально построенной матрице [1], где каждая строка имеет импликативную форму типа «Если…, то…», реализующую правило: ситуация – решение (действие). Например, одна из строк матрицы читается так: «**Если** x_1 – критическое изменение давления магистрального газопровода *небольшое* и x_2 – критическое изменение давления на выходе ГРС *небольшое* и x_3 – степень влияния административного ресурса *незначительна* и x_4 – перебора планового потребления газа *нет* и x_5 – наличия ЧС *нет* и x_6 – масштаб проведения ремонтных работ *небольшой* и x_7 – уровень технического состояния системы *высокий*, **то** вероятность выхода системы за допустимые пределы *средняя*».

Матрица реализует собой полный или дробный факторный эксперимент [1]. Обработка данных ведется по стандартным методам теории планирования экспериментов с получением полиномиального уравнения, куда входят только значимые коэффициенты. Применительно к условиям Колпинского управления результирующее уравнение имеет вид

$$Y = 0{,}43 + 0{,}058x_1 + 0{,}033x_4 + 0{,}048x_5 +$$
$$+ 0{,}014x_6 + 0{,}033x_7 - 0{,}011x_5x_7 -$$
$$- 0{,}014x_4x_7 - 0{,}023x_4x_5 - 0{,}027x_1x_7 -$$
$$- 0{,}036x_1x_5 - 0{,}020x_1x_4 + 0{,}011x_1x_4x_5.$$

Построенное уравнение отражает мнение высококвалифицированного специалиста (диспетчера) или группы специалистов по управлению потоками газа в Колпинском

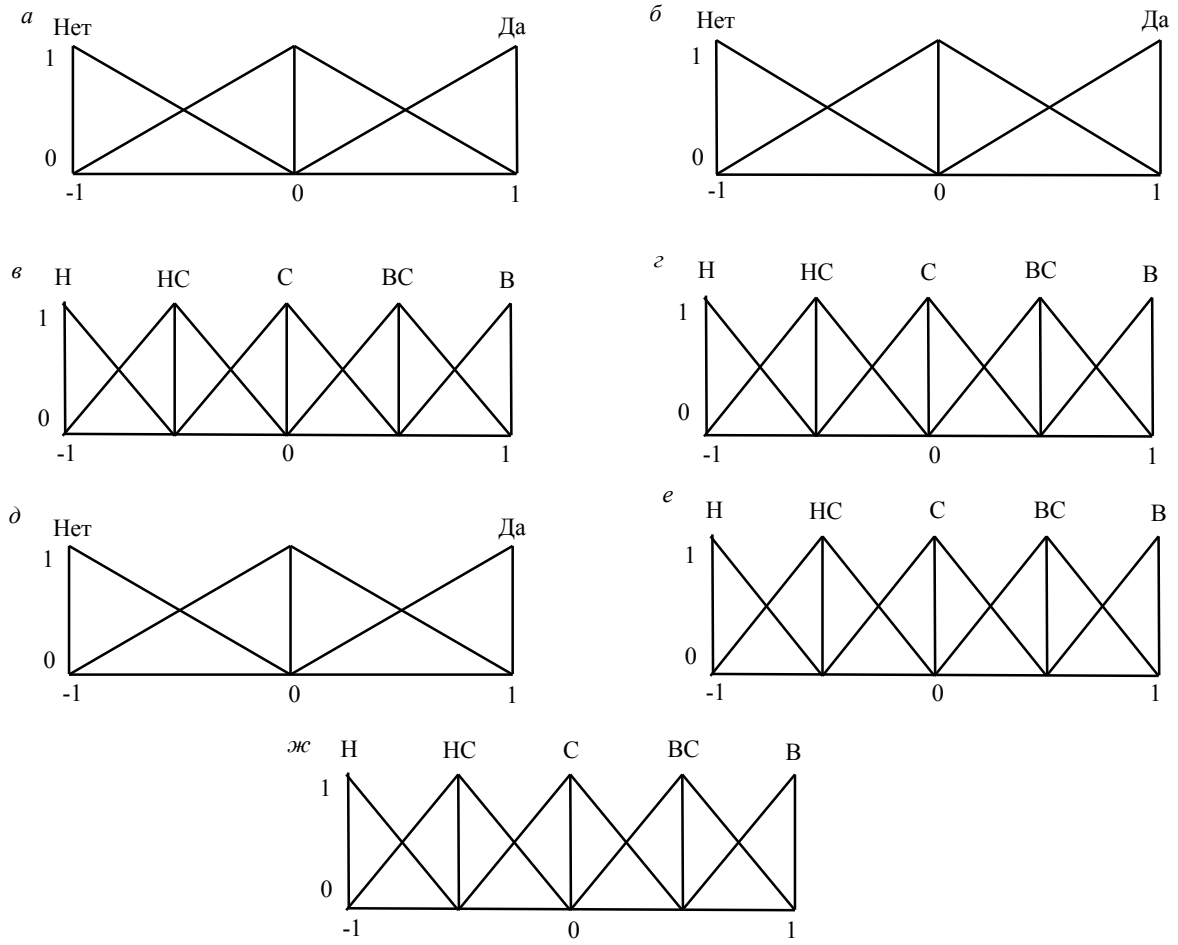


Рис.2. Факторное пространство:
а – x_1 – критическое изменение давления в магистральном газопроводе (качественная переменная);
б – x_2 – критическое изменение давления на газораспределительной станции (качественная переменная);
в – x_3 – степень влияния административного ресурса (полуколичественная переменная, баллы); *г* – x_4 – перебор планового потребления газа (количественная переменная); *д* – x_5 – наличие ЧС (качественная переменная);
е – x_6 – масштаб проведения ремонтных работ (шкала баллов, полуколичественная переменная);
ж – x_7 – уровень технического состояния системы (количественная переменная, баллы)

управлении, выступающего в качестве эксперта (группы экспертов). Наличие существенной нелинейности уравнения свидетельствует, во-первых, о сложности самого процесса принятия решения; во-вторых, о высокой квалификации экспертов. В данном случае параметр *Y* является действительно обобщенным понятием, поскольку реализуется в семифакторном пространстве.

Уравнение может выступать в качестве базы знаний для построения нечеткого логического регулятора в интеллектуализированной АСУ принятия решений. Наличие базы знаний в аналитическом виде позволяет тиражировать ее, а также использовать для помощи диспетчеру и его тренировки. Методика построения *Y* в данном случае вынуждает эксперта мыслить системно, а количество предлагаемых ситуаций при этом ограничено [3].

Внедрение современных компьютерных комплексов и информационно-аналитических систем обеспечит диспетчерский персонал инструментом, который позволит решить целый ряд оптимизационных задач [2]:

- распределения потоков газа по газотранспортной системе;
- распределения нагрузки между компрессорными станциями газопровода;

• распределения нагрузки между компрессорными цехами на многоцеховых компрессорных станциях;

• распределения нагрузки между газоперекачивающими агрегатами в компрессорном цехе.

Предложенная методика принятия решения для управления потоками газа на Колпинском ЛПУ обладает следующими преимуществами:

1) построена математическая модель работы эксперта;

2) возможно прогнозирование;

3) допустимо управление рисками;

4) модель экономична по времени создания;

5) возможно тиражирование знаний эксперта;

6) модель универсальна.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Артамонов В.С.* Элементы превентивного управления рисками при эксплуатации системных объектов / В.С.Артамонов, И.П.Кардашев, В.Б.Моторин / Под общей ред. А.В.Спесивцева. СПб: Изд-во СПбГПУ, 2003.

2. *Посягин Б.С.* Информационно-аналитический комплекс диспетчерского управления потоками газа ЕСГ России // Газовая промышленность. 2002. № 9.

3. *Спесивцев А.В.* Управляющие модели металлургических процессов с использованием нечетких множеств / А.В.Спесивцев, А.В.Дроздов С.В.Негрей // Цветные металлы. 1996. № 11.

Научный руководитель д.т.н. проф. *Р.М.Проскуряков*