

УДК 334.021

**Л.В. Маркарян**

## **ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ЭВОЛЮЦИОННОГО СОГЛАСОВАНИЯ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ФОРСАЙТ- ПРОЕКТОВ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

*Предложен новый экспертный метод прогнозирования МЭС (метод эволюционного согласования решений). МЭС представлен как способ организации коллективной работы людей для принятия единого согласованного решения. Показаны правила взаимодействия и сетевая компьютерная программа для реализации экспертного метода. Предложена модель применения данного метода для форсайт-проектов в промышленности.*

*Ключевые слова: промышленность, форсайт-проект, экспертный метод, МЭС (метод эволюционного согласования решений), итерации, экспертное оценивание, слабо- и неструктурированные задачи, прогнозирование.*

---

**Д**ля промышленных регионов ключевым фактором долгосрочного социально-экономического развития являются технологии. Поэтому для обеспечения конкурентоспособности территории необходимы своевременные меры по повышению технологического уровня развития промышленности. Развитие информационных технологий, усложнение современного производства, усиление внимания к системе комплексного управления качеством привели к тому, что в центре внимания в организации стало не поведение индивида, а деятельность многофункциональных управленческих команд и рабочих групп, которая направлена на решение комплексных проблем и заданий.

В качестве основной методологии исследования оценки долгосрочного спроса со стороны крупных промышленных компаний региона на результаты НИР как в целом по отраслям, а также выявление приоритетных направлений научно-технологического развития компаний выбирают форсайт, отличительной чертой которого

является нацеленность на выявление технологических и инновационных прорывов.[1]

Методология форсайт вобрала в себя десятки традиционных и достаточно новых экспертных методов. При этом происходит их постоянное совершенствование, отработка приемов и процедур, что обеспечивает повышение обоснованности предвидения перспектив научно-технического и социально-экономического развития. Обычно в каждом из форсайт-проектов применяется комбинация различных методов, в числе которых экспертные панели, метод Дельфи, SWOT-анализ, мозговой штурм, построение сценариев, технологические дорожные карты, анализ взаимного влияния и др.[4]

Для реализации таких форсайт-проектов развивается новая информационная технология – метод эволюционного согласования решений (МЭС).

МЭС – это способ организации коллективной работы людей, создающих совместно единый проект с зара-

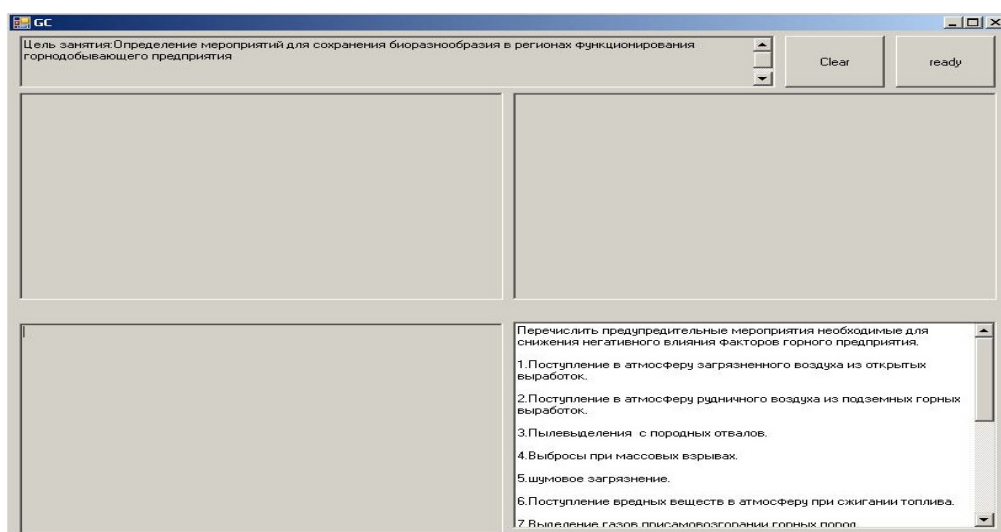
нее заданной целью по правилам, основанным на принципах классического генетического алгоритма. Метод эволюционного согласования решений представляет собой, по существу, некий аналог мозгового штурма, в котором роль координатора выполняют правила взаимодействия [5], разработанные по аналогии с операторами генетических алгоритмов. В отличие от классической работы [3] и множества порожденных ею других работ, где генетические алгоритмы применяются для компьютерного решения сложных оптимизационных задач, операции скрещивания, мутации, оценки и отбора вариантов выполняют люди. Компьютерные программы служат только для обмена вариантами решений и оценки вклада каждого эксперта в общее согласованное решение. Правила МЭС сформулированы в виде инструкций для организации коллективной работы участников проекта и их взаимодействия.

Данный метод эволюционного согласования решений может быть ис-

пользован для решения слабо - и неструктурированных задач, т.к. для решения слабоструктурированных задач с относительным характером анализируемой информации широко применяются экспертные методы при условии наличия достаточной базы знаний экспертов по определенной конкретной проблеме.

*Слабо структурированные задачи* связаны с решением многофакторных моделей, например, выработка стратегии технического перевооружения предприятия, создание новых производственных комплексов, технологическая подготовка производства. Решение подобных проблем зачастую требует использования системного подхода. *Неструктурированные задачи* характеризуются отсутствием полноты информации, например, построение плана социально-экономического развития предприятия, прогнозирование рынка и др.

Для удобства использования данного метода в практике обучения разработана сетевая программа,



**Окно сетевой программы МЭС**

предназначенная для коллективного решения различных задач, а также проверки полученных знаний. Окно сетевой программы, предназначенной для согласованного принятия решений различных задач, а также проверки полученных знаний представлено на рисунке.

В окне программы имеются 5 текстовых полей и 2 кнопки. В верхнем текстовом поле записана цель проекта. В нижнем правом окне изначально загружен шаблон для заполнения его участниками (экспертами) команды. Это может быть, например, заранее подготовленная анкета для сбора информации, недописанный консолидированный текст, или свободное текстовое поле.

Применения МЭС возможно в двух режимах работы: при синхронном и асинхронном способах обмена вариантами.

Для оптимизации МЭС и ускорения процесса выхода на консолидированное решение предлагается использовать асинхронную процедуру обмена вариантами решений. Это связано с тем, что при синхронной работе экспертов время наиболее быстро работающих экспертов используется неэффективно - они вынуждены ждать, когда медленно работающие эксперты закончат свою очередную итерацию. Для устранения данного негативного эффекта, было предложен асинхронный способ обмена вариантами.

Правила взаимодействия были сформулированы следующим образом: эксперт, закончивший работу над своим вариантом, посылает его на сервер и переходит из режима работы в режим ожидания. Сервер, посылая имеющийся у него чужой вариант решения эксперту, находящемуся в режиме ожидания. Эксперт, получив чу-

жий вариант решения, переходит в режим работы.

При подборе экспертов, входящих в состав экспертной группы, должны быть учтены следующие их характеристики: компетентность, отношение к экспертизе, конформизм (неустойчивость мнения), аналитичность и широта мышления, конструктивность мышления (прагматизм), коллективизм и самокритичность.

В целях минимизации расходов на исследования стремятся привлечь минимальное число экспертов  $N_{\min}$  при условии обеспечения ошибки результата исследования не более  $b$ , где  $0 < b < 1$ . Формула для расчета минимального числа экспертов имеет следующий вид (Бестужев-Лада):[2]

$$N_{\min} = 0,5(3/b + 5) \quad (1)$$

При этом должна наблюдаться стабилизация средней оценки прогнозируемой характеристики. О достижении этой стабилизации свидетельствует тот факт, что включение или исключение эксперта из группы не изменяет относительную оценку искомой величины более чем на  $b$ .

Для оценки согласованности мнений экспертов можно использовать дисперсионный коэффициент конкордации:

$$W = \frac{12S}{m^2(n^3 - n) - m \sum_{j=1}^m T_j} \quad (2)$$

$$\text{где } T_j = \sum_{k=1}^{H_j} (h_k^3 - h_k). \quad (3)$$

В формулах (2) и (3)  $T_j$  — показатель связанных (одинаковых) рангов в  $j$ -итерации,  $H_j$  - число групп равных рангов в  $j$ -ой итерации;  $h_k$  - число равных рангов в  $k$ -ой группе связанных рангов при итерации  $j$ -ым экспертом,  $n$  - число объектов,  $m$  - число экспертов,  $S$  - сумма квадратов от-

клонений всех оценок рангов каждого объекта экспертизы от среднего значения;

$$S_j = \sum_{i=1}^n (\sum_{j=1}^m r_{ij} - \bar{r})^2, \quad (4)$$

где  $r_{ij}$  - ранг, присваиваемый  $j$ -ым экспертом  $i$ -ому объекту;  $\bar{r}$  - средний ранг, равный:

$$\bar{r} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n r_i. \quad (5)$$

Если коэффициент конкордации равен 1, то все ранжировки экспертов одинаковы,  $W = 0$ , если все ранжировки различны, то есть совершенно нет совпадений. Мнения экспертов согласованы, если  $W > 0,6$ .

Достоинством МЭС являются:

- мобилизация большого количества участников для достижения ка-

чественно новых результатов в сфере науки и технологий;

- согласование решений экспертов в условиях дефицита времени и экономии расходов при координации в группах;

- сетевая форма организации МЭС позволяет подключать к работе экспертов, находящихся на далеких расстояниях от промышленных предприятий, консолидируя в чрезвычайных условиях лучший экспертный потенциал;

- внесение асинхронных принципов взаимодействия экспертов в МЭС позволяет на 20-40 % сократить время необходимое для принятия консолидированного решения;

- наряду с получением консолидированного решения, имеется возможность оперативно оценить творческий потенциал экспертов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Толмачев Д.Е., Ульянова Е.А. Попова Т.А. Научно-технологическое развитие промышленных компаний Уральского региона: текущее состояние и перспективы. 2. Созинов В.А., Масленникова С.Г. Исследование систем управления. Учеб. пособие. – Владивосток: Изд-во ВГУЭС, 2004. – 292 с.
2. Турчин В.Ф. Феномен науки. Кибернетический подход к эволюции. – М.: Наука, 1993, 295с. (1-е изд.). М.: ЭТС, 2000, 368с. (2-е изд.).
3. Дьяченко К.И. Обоснование инновационных технических решений при проектировании угольной шахт. Автореферат. 2010 г.
4. Маркарян Л.В. Экспертный метод прогнозирования при разработке целевых программ и планов / Информатизация и управление / Сборник статей-2011г. ГИАБ.- М.; Издательство "Горная книга"-2011г.с 464-469. **ГИАБ**

## КОРОТКО ОБ АВТОРЕ

Маркарян Лаура Виликовна – старший преподаватель, кафедра «Автоматики и управления в технических системах», Московский государственный горный университет, laura.alex@mail.ru.

