

ЭКОНОМИКА

УДК 622.012.013:005.584.1

Н.И. Абрамкин, д-р техн. наук, проф., (Россия, Москва, МГГУ),

Р.А. Захарова, асп., (Россия, Москва, МГГУ),

А.Н. Абрамкина, асп., (Россия, Москва, МГГУ)

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО И ЭКОНОМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ГОРНОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Изложены методологические основы технологического и экономического мониторинга технологических систем угольных шахт на основе регуляризирующего байесовского подхода.

Ключевые слова: горнотехнические системы, технологический и экономический мониторинг, угольные шахты.

В современных условиях функционирования технологических систем действующих шахт угольных компаний в условиях разноплановой неопределенности методологической основой для создания высокоэффективных и работоспособных моделей мониторинга, аудита и управляющих решений может служить **регуляризирующий байесовский подход (РБП)**. Его преимущества состоят в его способности обеспечивать получение устойчивых оценок и моделей в условиях достаточных выборок, разнотипной информации, значительной неточности данных и нечеткости знаний об объекте управления (ОУ), условиях управления (УУ) и внешней среде. Как правило, в задачах математического моделирования сложных систем априорных знаний недостаточно, и привлекают имеющиеся статистические (динамические и детерминированные) сведения и данные. В математической постановке задачи моделирования ОУ, УУ и среды, как и всего процесса принятия решений, следует рассматривать как некорректные обратные задачи восстановления модельной зависимости по статистическим данным, требующие применения регуляризирующих схем для обеспечения сходимости и устойчивости их решений. Регуляризирующие свойства РБП обеспечиваются введением математического аппарата создания, преобра-

зования и передачи шкал с динамическими ограничениями (ШДО), на которых происходит получение, хранение, преобразование, передача и интерпретация данных и знаний, необходимых для формирования моделей ОУ, УУ и среды. Причем с каждой новой порцией информации происходят преобразование и интеграция ее на соответствующих ШДО, и модели уточняются. Таким образом, в результате подобных преобразований на ШДО в качестве решений могут быть получены оценки состояния, решения о соответствии критериям, модельные представления процессов и ситуаций, выводы, рекомендации, таблицы и карты риска.

Первоочередным и одним из самых сложных вопросов является создание модели оцениваемого объекта. Основными факторами, учитываемыми в модели технологического и экономического мониторинга, являются производственные (S_a), природные (S_b) и социально-экономические (S_c) факторы угольного региона при наличии обобщенного списка ограничений $\{O\}$. К числу ограничений по управлению могут быть отнесены ограничения из-за противодействия других компонентов технологических угольных систем региона, существующих законодательств, ресурсно-техничко-экономических и пространственно-временных ограничений.

В данной концепции для создания методологической и информационно-технологической платформ ИАС (информационно-аналитической системы) предлагаются возможности регуляризирующего байесовского подхода (РБП) и технологий на его основе.

Отличительной стороной методологии на основе РБП является ее обобщающая индуктивно-дедуктивная логика, которая позволяет рассматривать объект в системе среды его функционирования, активно взаимодействующей и развивающейся вместе с объектом, что обеспечивает отражение всей совокупности свойств такой сложной технологической системы, какой является производственно – технологическая структура угледобывающего предприятия.

Схема принятия решений на основе методологии РБП является обобщением четких схем принятия решений и правил логического вывода, а также технологий, построенных на их основе, давая возможность получения управляющих решений при недостоверных, неполных, неточных априорных или поступающих в процессе измерений данных и информации. Причем технологии РБП, называемые *байесовскими интеллектуальными технологиями (БИТ)*, обеспечивают автоматический контроль достоверности и точности данных, а также адекватности знаний (в частности, моделей на основе формализмов методологии БИТ). В практическом воплощении это комплексы статистических показателей и характеристик данных и знаний. Важным свойством методологии БИТ является возможность обобщения информации на основе структур сопряженных лингвистических шкал, различной информации, представленной в разнообразной фор-

ме: числовой, семантической, аналитической, графической, лингвистической.

Предложенная методология БИТ и конкретные методики и алгоритмы на ее основе позволяют разрабатывать информационные технологии решения задач мониторинга сложных объектов и принятия управленческих решений, гарантирующих получение результатов с требуемым качеством на основании всего объема априорных сведений об объекте и среде его функционирования и отличающихся своей полнотой, объективностью и оптимальностью в конкретных условиях мониторинга и природопользования при значительной априорной неопределенности.

Пусть S – модель сложного объекта, в данном проекте – модель угледобывающего предприятия из комплексной схемы, представленного в рамках методологии РБП в виде сопряженных шкал (гиперкуба), где I_j – число моделируемых свойств объектов, J – число объектов (угольных предприятий и организаций, а также техногенных объектов, таких, как линии передач электроэнергии, тепла, горячей воды, транспортных путей доставки угля и др.):

$$S = \{ s_{ij} \}, i=1, \dots, I_j, j = 1, \dots, J, \quad (1)$$

Условно адекватная модель технологической схемы угольной шахты с учетом указанных факторов на основе методологии байесовских интеллектуальных технологий (БИТ) может быть записана в виде

$$S_{\mathcal{E}l} = S_{al} * S_{bl} * S_{cl} \{ O_{\mathcal{E}l} \}, \quad (2)$$

где $*$ – символ композиции (аналогичный действию соединения в реляционной алгебре).

Символ «1» обозначает временную зависимость $S_{\mathcal{E}l} = S_{\mathcal{E}}$ при $t = t_1$.

Эта модель может быть записана в виде совокупного результата БИТ

$$\{ S_{\mathcal{E}} \{ MX \}_l \}_l = \{ \operatorname{argmin} C [\mathcal{E}_l (\{ x \}_l y_l)] \}, \quad (3)$$

где \mathcal{E} – алгоритм решения задачи формирования управленческих рекомендаций; y_l – условие реализации уравнения (2).

Основные требования к модели определяются свойствами самого техногенного объекта. Иерархичность структуры модели в соответствии с уровнями иерархии объекта и их взаимосвязь отражается в горизонтальном и вертикальном направлениях. В горизонтальном направлении объединяются разнородные объекты или характеристики одного объекта технологической системы, вертикальное направление составляют уровни иерархии признаков характеристик или состояния технологической системы угольных шахт, например, показатели состояния.

Для моделей БИТ требование иерархичности выполняется и модель $S_{\mathcal{E}}$ представляется в виде формальной записи:

$$S_{\mathcal{E}l} = (*S_{\mathcal{E}il}^0 * (* (*S_{\mathcal{E}jl}^0); j=1, m, n), \quad (4)$$

где n и m определяют количество уровней иерархии объекта (угольной шахты) в горизонтальном и вертикальном направлениях соответственно.

Метрологическая обеспеченность модели объекта отражается в форме комплексов статистических характеристик (MX) в виде

$$\{MX\}_{\mathcal{E}l} = \{MX\}_{al} * \{MX\}_{bl} * \{MX\}_{cl}; \quad (5)$$

$$\{MX\}_{\mathcal{E}l} = \{ \mathcal{E}_l; T\mathcal{E}_l; P_{\mathcal{E}l} \}, \quad (6)$$

где \mathcal{E}_l - точность результата; $T\mathcal{E}_l$ - надежность, определяемая по уровням ошибок 1 - го и 2 - го рода; $P_{\mathcal{E}l}$ - байесовская апостериорная достоверность результата.

Верхний уровень иерархии таких подсистем экспертных систем (ЭС) отдельных компонент угольной шахты является ЭС шахтосистемных характеристик, представляющих свойства угольной шахты в целом. Такой подход позволяет обобщать данные и знания о составляющих угольную шахту объектах в интегральные знания об угольной шахте. Каждый природный объект или среда может быть представлен тремя основными группами факторов: собственных характеристик угольной шахты S_{ol} , естественно-природных характеристик среды функционирования S_{el} и антропогенных факторов (S_{al}). Модель типа МДО БИИ такого $OM S_l$ имеет вид

$$S_l^{(o)} = S_{ol}^{(o)} * S_{el}^{(o)} * S_{al}^{(o)} \{O\}_1, \quad (7)$$

КМХ такой модели - вид

$$\{MX\}_l^{(o)} = \{MX\}_{ol}^{(o)} * \{MX\}_{el}^{(o)} * \{MX\}_{al}^{(o)}. \quad (8)$$

С учетом указанных выше типов задач, решаемых в процессе мониторинга, модель может быть представлена в виде

$$S_l^{(OM)} = S_l^{(o)} * S_l^{(x)} * S_l^{(f)} * S_l^{(d)} \{O\}_l^{(xtd)}; \quad (9)$$

$$\{O\}_l^{(xtd)} = \{O\}_l^{(x)} * \{O\}_l^{(f)} \{O\}_1^{(d)}, \quad (10)$$

где $S_l^{(x)}$; $\{O\}_l^{(x)}$; $S_l^{(f)}$; $\{O\}_l^{(f)}$; $S_l^{(d)}$; $\{O\}_1^{(d)}$ - модели и ограничения статистических данных, знаний и решений, используемых при решении задач мониторинга для соответствующих составляющих модели.

КМХ модели имеет вид

$$\{MX\}_l^{(OM)} = \{MX\}_l^{(o)} * \{MX\}_l^{(x)} * \{MX\}_l^{(f)} * \{MX\}_l^{(d)}. \quad (11)$$

По методологии БИИ технологическая схема угольной шахты может быть представлена моделью, являющейся решением основного уравнения БИИ, (с учетом структурных составляющих локальных технологических систем и объектов) в виде

$$S\mathcal{E}_l = *(S\mathcal{E}_{il}^z \{O\}^{(c)} \mathcal{E}_{il}^{(c)}), j=1, c; \quad (12)$$

и КМХ, определяющим ее качество,

$$\{MX\}_{\mathcal{E}l}^{(co)} = * \{MX\}_{\mathcal{E}ij}^{(co)}, j=1, z; \quad (13)$$

где $S\mathcal{E}_l^{(c)}$ - модель компонентов смеси - локальных технологических систем (предприятий добычи угля, отдельных подсистем угольных шахт и т.д.).

Топологическую взаимосвязь устанавливает пространственная модель угольной шахты

$$S\mathcal{E}_l^{(T)} = S\mathcal{E}_{il}^T \{O\}^{(T)} \mathcal{E}_{il}, i=1, z, \quad (14)$$

что для модели МДО может быть записано в виде композиции структурной и топографической моделей технологической системы угольной шах-

ты

$$S\mathcal{E}_i^{(CT)} = S\mathcal{E}_i^{(C)} * S\mathcal{E}_i^{(T)} \{O\}\mathcal{E}_i^{(CT)}; \quad (15)$$

с КМХ вида

$$\{MX\}\mathcal{E}_i^{(CT)} = \{MX\}\mathcal{E}_i^{(c)} * \{MX\}\mathcal{E}_i; \quad (16)$$

Модель данного вида может быть использована как для прогнозирования состояния шахтного фонда угольных компаний или отдельной угольной шахты (при времени прогноза $t > t_0$), так и для восстановления ретроспективы развития их и исторического прошлого ($t < t_0$).

Измеримые признаки формируют из модели объекта мониторинга модель объекта измерения. Для физической реализации измерений по модели необходимо наличие измерительных шкал, адекватно отражающих свойства модели ОИ. Концепция такой шкалы в виде шкалы с динамическими ограничениями, позволяющая максимально полно реализовать познавательную функцию ИИС, довольно подробно разработана и реализована в системах БИТ.

Согласно целям мониторинга, кратко сформулированным выше, результатами его могут быть:

- значение параметра;
- аналитический вид функциональной зависимости;
- системы аналитических зависимостей, определяющих состояние

ОМ;

- лингвистические значения и выражения, определяющие выводы и решения

относительно свойств и их состояний для технологических систем угольных шахт;

- рекомендации по обеспечению устойчивого функционирования технологических систем угольных шахт.

Учет априорной информации разного типа производится в процессе построения сопряженных числовых и лингвистических шкал БИИ для определения состояния основных показателей и состояния объекта в соответствии с моделями данного вида.

Устойчивость решений некорректной задачи восстановления состояния техногенного объекта, каким является угольная шахта, по данным мониторинга обеспечивается регуляризирующими свойствами алгоритмов БИИ.

Уникальные способности байесовского регуляризирующего подхода, методов БИИ и построенных на их основе информационных технологий к получению, накоплению и использованию новых знаний в процессе мониторинга и принятия решений создает основу для построения развивающихся моделей объектов и ситуаций, информационных технологий и средств мониторинга угледобывающей среды и систем поддержки принятия инвестиционных решений.

На основании всех приведенных рассуждений основное уравнение

для процесса мониторинга качества работы действующих угольных шахт как измерительного процесса, можно представить в виде

$$S_l = S_l^{ux} * S_l^{uf} * S_l^{ud} \{O\}_l, \quad (17)$$

где символы *ux*, *uf*, *ud* означают этапы сбора статистических данных, получения знаний и принятия решений об угольной шахте соответственно.

Комплекс метрологических характеристик, соответствующий процессу мониторинга, записывается следующим образом:

$$\{MX\}_l^{(ux)} = \{MX\}_l^{(uf)} * \{MX\}_l^{(ud)} * \{MX\}_l. \quad (18)$$

Для системы технологического и экономического управления на угольном предприятии согласно предлагаемой концепции можно записать уравнение моделирования в виде композиции систем управления производством, качеством, персоналом, финансами и инвестициями:

$$S_{\text{эу}} = S_1 * S_2 * S_3 * S_4 * S_5 * S_6 * S_7 * O. \quad (19)$$

На принципах РБП построены различные ИТ мониторинга качества работы действующих угольных шахт, позволяющие производить технологический, экономический и экологический мониторинг угольных объектов с требуемым качеством и обеспечением всех перечисленных выше требований.

Список литературы

1. Моррис У.Т. Наука об управлении. Байесовский подход. М.: Мир, 1971.
2. До Гриняев С. Нечеткая логика в системах управления// "Компьютерра". 2001. Вып. 38. <http://offline.computerra.ru/2001/415/13052/>.
3. Леоненков А. В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH. СПб.: БХВ Петербург, 2005.
4. Рассел С., Норвиг П. Искусственный интеллект: современный подход, 2-е издание. М.: Издательский дом "Вильямс", 2006.
5. Нейлор К. Как построить свою экспертную систему. М.: Энергоатомиздат, 1991.
6. Леоненков А. В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH. СПб.: БХВ Петербург, 2005.
7. Хабаров С.П. Экспертные системы (конспект лекций). <http://firm.trade.spb.ru/serp/index.htm>.
8. Гриняев С. Нечеткая логика в системах управления// "Компьютерра". 2001. Вып. 38. <http://offline.computerra.ru/2001/415/13052/>.
9. Гвишиани Д.М., Лисичкин В.А. Прогностика. М.: Знание, 1968.
10. Куприянов В.В., Фомичева О.Е. Интеллектуализация технологий автоматизированных систем. М.: МГГУ, 1994.
11. Рассел С., Норвиг П. Искусственный интеллект: современный подход, 2-е издание.

N.I. Abramkin, R.A. Zaharova, A.N. Abramkina

METHODOLOGICAL BASIS OF TECHNOLOGICAL AND ECONOMICAL MONITORING MINING SYSTEMS

Methodological basis of technological and economic monitoring technological systems of coal mines at the basis of regularizing Bayesian approach are stated in this article.

Получено 12.11.12

УДК 005.95:005.591.4:005.963:005.572

А.Л. Беседин, д-р экон. наук (Россия, Москва, Центр подготовки управленческих кадров Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ),

Ю.В. Замотаева, ведущий специалист (Россия, Москва, Всероссийский теплотехнический научно-исследовательский институт)

УПРАВЛЕНИЕ ИЗМЕНЕНИЕМ КАДРОВОГО ПОТЕНЦИАЛА ПРИ ИННОВАЦИОННОМ РЕФОРМИРОВАНИИ ПРЕДПРИЯТИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИБКОЙ ИНТЕГРИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ КОРПОРАТИВНОГО ОБУЧЕНИЯ И КОНСАЛТИНГА

Рассматриваются концептуально-методологические аспекты построения гибких интегрированных систем корпоративного обучения и консалтинга как основы профессиональной управленческой поддержки инновационного реформирования предприятий.

Ключевые слова: консалтинг, интегрированные системы, инновационное реформирование.

Для современного общества сегодня характерно всеобъемлющее расширение сферы конкурентных отношений в деловом мире, обусловленных стремительным технологическим и социальным прогрессом. Отмеченное обстоятельство с неизбежностью приводит к тому, что в настоящее время с учетом особенностей изменения макро- и микроэкономических факторов национальной экономики России фактически перед всеми отечественными предприятиями встает проблема кардинальной инновационной реструктуризации их деятельности. Особую актуальность данный вопрос приобретает с учетом вступления России во Всемирную торговую организацию (ВТО). При этом предприятия, чтобы «остаться в седле», сегодня должны приложить максимум усилий для неустанного поиска новых методов управления, программ и проектов, концепций и руководителей, способных справиться с высоким темпом перемен и новыми требованиями к деловой активности.

Собственно, речь идет о том, что предприятия и организации должны в кратчайшие сроки стать конкурентоспособными на мировом уровне,