

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ ПОДДЕРЖКА ПРИ УПРАВЛЕНИИ ПЕРСОНАЛОМ РАЗВИВАЮЩЕГОСЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Гвоздев Владимир Ефимович

Д.т.н., профессор, зав. Кафедрой «Техническая кибернетика»,

e-mail: wega55@mail.ru

Черняховская Лилия Рашитовна

Д.т.н., профессор, e-mail: lrchern@yandex.ru

Мухаметьянова Регина Ильфатовна

Инженер, e-mail: lequel@mail.ru

ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический университет
им. С. Орджоникидзе», 450008 г. Уфа, ул. К. Маркса, 12

Аннотация. Интеллектуальная поддержка принятия решений в процессе развития промышленного предприятия основана на менеджменте знаний, направленном на совершенствование бизнес-процессов и обеспечение конкурентных преимуществ предприятия. В современных условиях развития высоких технологий возрастает значимость управления персоналом, соответствующего долгосрочной стратегии развития предприятия. В данной статье рассматриваются задачи управления эффективностью персонала, для решения которых предлагается применить как математические методы оптимизации, так и методы искусственного интеллекта, такие, как интеллектуальный анализ данных, онтологический анализ и принятие решений с использованием базы знаний.

Ключевые слова: интеллектуальная поддержка принятия решений, управление персоналом, онтология.

Цитирование: Гвоздев В.Е., Черняховская Л.Р., Мухаметьянова Р.И. Интеллектуальная поддержка при управлении персоналом развивающегося промышленного предприятия // Информационные и математические технологии в науке и управлении. 2019. № 1 (13). С. 30–37. DOI: 10.25729/2413-0133-2019-1-03

Введение. Оценка эффективности управления персоналом основана на информации о работниках: квалификационные характеристики (опыт, знания, компетенции), интеллектуальные способности к развитию, медицинские и психологические параметры, производительность труда и др. При этом нужно учитывать появление новых для российского менеджмента направлений в управлении персоналом, осуществляемых с применением информационных технологий (тестирование, тренинг, свободный режим работы, дистанционное управление персоналом). Анализ информации с применением корпоративных знаний позволяет определять проблемные ситуации, выявлять потребности в корректировке производительности труда и качества работы персонала, принимать решения для обеспечения высокой эффективности работы с персоналом. Результаты оценки и прогнозирования эффективности работы сотрудников имеют практическую ценность для принятия решений по подбору соответствующего персонала, разработке программ обучения

и развития посредством естественного и безопасного воздействия на потенциал работающего, разработке стратегии управления человеческими ресурсами.

1. Обзор существующих исследований и постановка задачи.

Производственные предприятия для сохранения конкурентных позиций обновляют технику и внедряют новые технологии, в соответствии с чем предъявляются более высокие требования к сотрудникам, которые участвуют в реализации решений. Следовательно, для поддержания высокого уровня производительности труда, рабочий ресурс должен соответствовать техническому уровню предприятия. В управлении современными промышленными предприятиями решаются задачи управления персоналом, сложность которых определяется территориальной удаленностью подразделений предприятия, применением аутсорсинга в управлении кадрами, неопределенностью факторов, влияющих на принятие управленческих решений. Для обоснованности и точности принятия решений предлагается разработать распределенную систему поддержки принятия решений, включающую интегрированную онтологию. Анализ результатов исследований в области разработки систем поддержки принятия решений (СППР) в планировании, мониторинге, обработке данных, а также оценке эффективности и качества деловых процессов показывает, что современные СППР включают интеллектуальные компоненты: онтологию, правила и прецеденты принятия решений, алгоритмы логического вывода [2, 6–8]. В то же время недостаточно внимания уделяется взаимодействию этих интеллектуальных компонентов, семантической интеграции и преобразованию различных моделей представления знаний, а также проблемам информационного и логического поиска требуемых данных.

2. Структура и взаимодействие компонентов системы поддержки принятия решений. Разработка и применение соответствующих алгоритмов интеллектуальной поддержки принятия решений и предоставление рекомендаций в удобном для пользователей формате выполняются на основе взаимодействия интегрированной онтологии и программной среды *MATLAB*, что позволяет не только осуществлять информационный поиск, но и выполнять аналитическую поддержку принятия решений [1]. На рис. 1 представлена обобщенная схема распределенной интеллектуальной системы поддержки принятия решений.

Онтология есть явно понимаемая концептуализация, то есть совокупность понятий в рассматриваемой предметной области и отношений между понятиями [9]. Формально предметная онтология состоит из множества терминов предметной области, организованных в таксономию, их определений и атрибутов, а также связанных с ними аксиом и правил вывода [10]. Онтология предметной области представлена как набор элементов:

$$Onto^{App} = \langle C, Pr, V, I, R, A, D \rangle,$$

где $C = \{C_1, C_2, \dots, C_N\}$ – множество классов сущностей,

$Pr = \{Pr_1, Pr_2, \dots, Pr_M\}$ – свойства сущностей,

$V = \{V_1, V_2, \dots, V_K\}$ – значения свойств,

$I = \{I_1, I_2, \dots, I_L\}$ – множество экземпляров класса,

R – множество отношений $\{R_1, R_2, \dots, R_n\}$,

$A = \{A1, A2, \dots, AQ\}$ – множество аксиом,

$D = \{D1, D2, \dots, DH\}$ – множество алгоритмов вывода на онтологии [5].

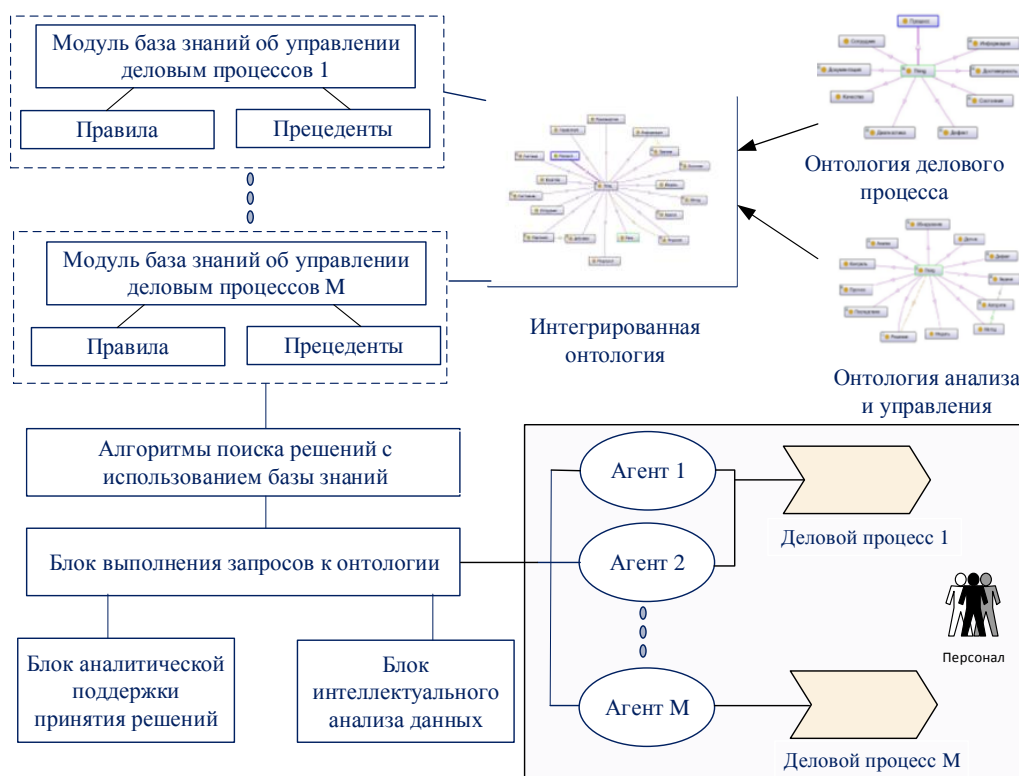


Рис. 1. Обобщенная схема распределенной интеллектуальной системы поддержки принятия решений

Интегрированная онтология рассматривается как глобальная концептуализация, представляющая общую информацию о процессах, реализуемых на предприятии, с целью поддержки запросов высокого уровня и коммуникации между сотрудниками. Под агентом здесь понимается сотрудник предприятия, работающий с определенной информацией, или программа, предназначенная для выполнения поисковых запросов в соответствующей онтологии (так как онтология есть модель представления знаний, доступная для понимания программными агентами). Блок выполнения запросов к онтологии осуществляет трансляцию запросов с использованием языков SPARQL и OWL-DL и передает результаты запросов модулю аналитической поддержки принятия решений и модулю интеллектуального анализа данных. На рис. 2 показан фрагмент интегрированной онтологии поддержки принятия решений.

Интеграция ранее созданных онтологий осуществляется с помощью процедур слияния онтологий. Для разработки онтологии поддержки принятия решений ранее были созданы отдельно онтология анализа и управления персоналом, а также онтология деловых процессов. Далее производится процесс слияния разработанных онтологий в онтологическом редакторе *Protégé*. Слияние разработанных онтологий в одну в редакторе онтологии *Protégé* осуществлено посредством выбора на вкладке «*Refactor*» пункта «*Merge ontologies...*» и выполнения шагов взаимодействия с диалоговым окном создания онтологий.

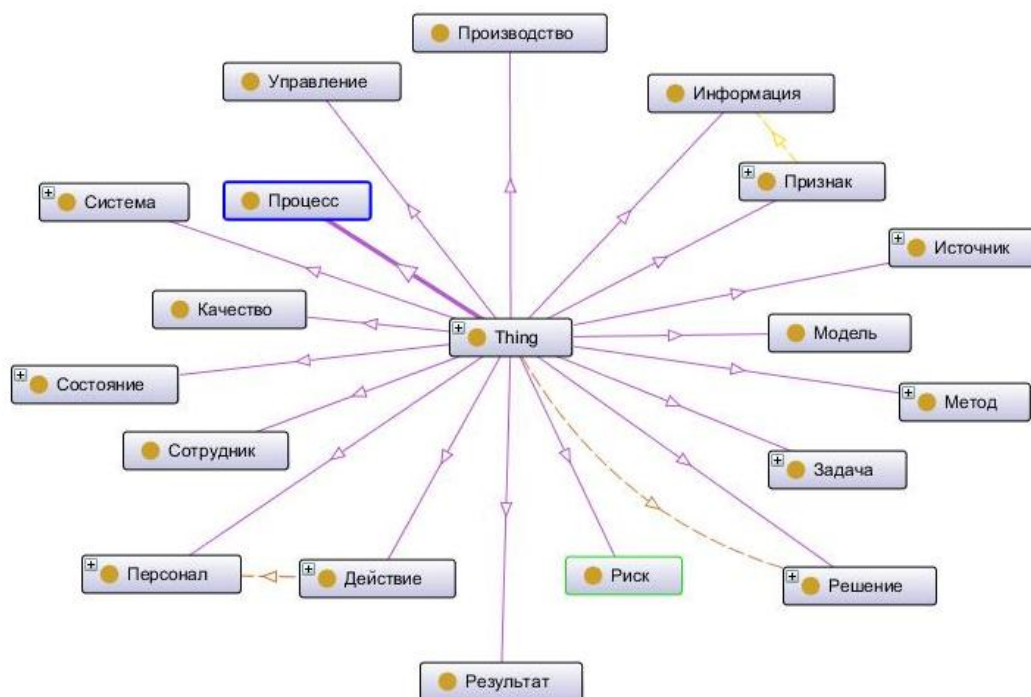


Рис. 2. Фрагмент интегрированной онтологии поддержки принятия решений

3. Разработка базы знаний системы поддержки принятия решений. Выбор модели представления знаний определяется следующими соображениями:

- ограниченными временными ресурсами управления;
- количеством и разнообразием примеров в рассматриваемой предметной области;
- особенностями экспертных знаний в предметной области и наличием квалифицированных экспертов;
- требованиями к организации диалога пользователя (управляющего) с системой поддержки принятия решений.

База знаний системы поддержки принятия решений включает правила и прецеденты проблемных ситуаций.

Системный подход к организации поддержки принятия решений в проблемных ситуациях предполагает анализ данных о проблемных ситуациях и выявление присутствующих в них детерминированных и вероятностных структур.

Для того, чтобы перейти от разрозненных описаний проблемных ситуаций к поддержке принятия решений, необходимо осуществить переход от данных к знаниям на основе методов интеллектуального анализа данных (ИАД). Методы ИАД позволяют автоматизировать процесс выявления метазнаний, определяющих организацию предметных знаний, выявляющих наличие скрытых закономерностей, отношений между элементами предметных знаний. При решении рассматриваемой проблемы поддержки принятия решений в проблемных ситуациях методы интеллектуального анализа данных используются для выявления знаний из данных о проблемных ситуациях. Интеллектуальный анализ данных, содержащихся в прецедентах проблемных ситуаций, проводится с целью установления соответствия между классами прецедентов проблемных ситуаций и управляющими решениями [3, 4]. Таким образом, становится возможным построить альтернативные модели

типовых вариантов процесса развития проблемных ситуаций и принятия управляющих решений и сохранять их в базе знаний.

Постановка задачи создания продукционных правил соответствует формальному представлению онтологии, включающему классы сущностей и прецеденты как экземпляры классов сущностей.

Прецеденты есть конкретные экземпляры объектов или событий, принадлежащие данной предметной области управления процессами на предприятии. Иерархия классов онтологии включает класс «Проблемная ситуация», подклассами которой являются классы типовых проблемных ситуаций (ПС), требующих принятия решений, например «ПС назначения сотрудника на работу», «ПС аттестация сотрудника», «ПС оценки выполнения работы», «ПС выбор вида обучения сотрудника» и др. Рассмотрим некоторый i -й класс ПС, включающий множество экземпляров классов $Case_i$ как прецедентов ПС:

$$Case_i = \{Case_{1i}, Case_{2i}, \dots, Case_{ki}, Case_{Ki}\}, k=1, \dots, K.$$

Таким образом, прецедент $Case_{ki}$ есть совокупность следующих объектов:

$$Case_{ki} = \langle Case_name_{ki}, C_i, \{X_{kil}\}, D_r, E_r \rangle,$$

где $Case_name_{ki}$ – название прецедента (идентификатор); C_i – класс проблемной ситуации, к которой относится прецедент; $\{X_{kil}\}$ – множество значений признаков описания прецедента, относящегося к классу C_i ; $l = 1, \dots, L$, D_r – подмножество управляющих решений, содержащихся в прецеденте; E_r – множество оценок эффективности принятых решений $r = 1, \dots, R$. Для каждого l -го признака k -го прецедента i -го класса ПС определены: тип признака $type_x_{kil}$, соответствующий типу класса ПС, и вес признака w_x_{kil} , вектор весов признаков обычно нормируется.

Задача обучения по прецедентам формулируется с применением алгоритма интеллектуального анализа данных ID3. Для реализации алгоритма ID3 было выбрано программное средство See5. Несмотря на то, что алгоритм ID3 строит простое дерево решений, совсем не очевидно, что с помощью этих деревьев можно эффективно классифицировать неизвестные примеры. Поэтому алгоритм ID3 был протестирован на контрольных примерах и реальных приложениях. Тесты подтвердили его хорошую работоспособность.

Результатом обучения является множество продукционных правил вида «Если - То», основанных на, сформированном ID3, дереве решений.

Правила $R_q \in Rule$, где $q = 1, \dots, Q$, определены в следующей форме:

$$\langle S, a_1, U_1, \dots, a_n, U_n; P_1, \dots, P_m; b, U_b, S' \rangle,$$

S' – ситуация, возникающая в результате принятого решения; S – исходная ПС; $a_i \in A$ есть предпосылки ПС, $n \geq 1$; $U_i \in U$ – требуемые оценки степени уверенности в предпосылках; b – заключение с оценкой степени уверенности U_b ; $P_j \in P$, где $j = 1, \dots, m$ есть предикаты, $m \geq 1$.

Например, правила для подбора персонала формируются по результатам интеллектуального анализа данных (ИАД) и создаются в онтологии с применением языка Semantic Web Rule Language.

Заключение. Результаты оценки и прогнозирования эффективности работы сотрудников имеют практическую ценность для принятия решений по подбору соответствующего персонала, разработке программ обучения и развития посредством

естественного и безопасного воздействия на потенциал работающего, разработке стратегии управления человеческими ресурсами.

Благодарности. Работа поддержана грантом РФФИ 18-00-00238 «Методы и модели поддержки принятия решений при управлении инновационными проектами на основе инженерии знаний».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гаврилова Т.А., Муромцев Д.И. Интеллектуальные технологии в менеджменте: инструменты и системы: Учеб. пособие, 2-е изд. СПб.: Изд-во С.-Петербур. гос. ун-та. 2008. 488 с.
2. Люгер Дж. Искусственный интеллект: стратегии и методы решения сложных проблем: Пер. с англ. М.: Издательский дом «Вильямс». 2003. 864 с.
3. Никулина Н.О., Черняховская Л.Р. Модели информационной поддержки принятия решений с использованием систем электронным документооборотом: учебное пособие. Уфа: Уфимский государственный авиационный технический университет. 2009. 134 с.
4. Поддержка принятия решений при стратегическом управлении предприятием на основе инженерии знаний. Монография / Л.Р. Черняховская, Е.Б. Старцева, П.В. Муксимов, А.И. Малахова, К.А. Макаров. Уфа: АН РБ, Гилем. 2010. 128 с.
5. Тузовский А.Ф., Чириков С.В., Ямпольский В.З. Системы управления знаниями (методы и технологии). Под общ. ред. В.З. Ямпольского. Томск: Издательство научно-технической литературы. 2005. 260 с.
6. Anderlik S., Stumptner R., Freudenthaler B. and Fritz M. A Proposal for Ontology-based Integration of Heterogeneous Decision Support Systems for Structural Health Monitoring // The 12th International Conference on Information Integration and Web Based Applications & Services (iiWAS2010). 2010.
7. Cheyer A., Park J., Giuli R. IRIS: Integrate, Relate, Infer, Share // Proc. of Semantic Desktop Workshop at the ISWC, Galway, Ireland, November 6, 2005, CEUR Workshop Proceedings, ISSN 1613-0073. Available at: http://ceur-ws.org/Vol-175/17_park_iris_final.pdf (accessed 09.04.2019)
8. Cruz I. F., Xiao H., Lab A. The Role of Ontologies in Data Integration // International Journal of Engineering Intelligent Systems for Electrical Engineering and Communications. CRL Publishing, Leicester. 2005. 13(4). Pp. 245–252.
9. Gruber T.R. A Translation Approach to Portable Ontology Specifications // Knowledge Acquisition. 1993. 5(2). Pp. 199–220.
10. Guarino N., Giaretta P. Ontologies and Knowledge Bases: Towards a Terminological Clarification. In book: Towards very large knowledge bases: knowledge building and knowledge sharing. ISO Press, Amsterdam. 1995. Pp. 25–32.

**INTELLIGENT SUPPORT IN THE PERSONNEL MANAGEMENT
OF A DEVELOPING INDUSTRIAL ENTERPRISE**

Vladimir E. Gvozdev

Dr., Professor, Head. Laboratory «Technical Cybernetics»

e-mail: wega55@mail.ru

Liliya R. Chernyahovskaya

Dr., Professor Laboratory «Technical Cybernetics»

e-mail: lrchern@yandex.ru

Regina I. Mykhametyanova

Engineer Laboratory «Technical Cybernetics»

e-mail: lequel@mail.ru

Ufa State Aviation Technical University them. S. Ordzhonikidze ,
12, K. Marks str., 450008, Ufa, Russia

Abstract. Intellectual decision support in the development of an industrial enterprise is based on knowledge management, aimed at improving business processes and ensuring the competitive advantages of an enterprise. In modern conditions of development of high technologies, the importance of personnel management, the corresponding long-term strategy for the development of the enterprise. This article discusses the tasks of personnel efficiency management, for solving which it is proposed to apply both mathematical optimization methods and artificial intelligence methods, such as data mining, ontological analysis and decision making using the knowledge base.

Keywords: intellectual decision support, personnel management, ontology.

References

1. Gavrilova T.A., Myromtcev D.I. *Intellektual'nyye tekhnologii v menedzhmente: instrumenty i sistemy: Uchebnoye posobiye, 2-ye izd.* [Intellectual technologies in management: tools and systems: Tutorial, 2nd ed. SPb.: Izd-vo S.-Peterb. gos. un-ta = St. Petersburg: Publishing house of Saint Petersburg State University. 2008. 488 p. (in Russian)]
2. Luger G. *Iskusstvennyy intellekt: strategii i metody resheniya slozhnykh problem [Artificial Intelligence. Structures and Strategies for Complex Problem Solving].* Moscow. Publishing house «Williams». 2003. 864 p. (in Russian)]
3. Nikylyina N.O., Chernyahovskaya L.R. *Modeli informatsionnoy podderzhki prinyatiya resheniy s ispol'zovaniyem sistem elektronnykh dokumentooborotom: uchebnoye posobiye [Models of information decision support using electronic document management systems: tutorial].* Ufa: Ufimskiy gosudarstvennyy aviatsionnyy tekhnicheskii universitet = Ufa: Ufa State Aviation Technical University. 2009. 134 p. (in Russian)]
4. *Podderzhka prinyatiya resheniy pri strategicheskoy upravlenii predpriyatiyem na osnove inzhenerii znaniy [Decision support in strategic enterprise management based on knowledge engineering]* / Edited by L.R. Chernyahovskaya. Ufa. AN RB, Gilem. 2010. 128 p. (in Russian)]
5. Tyzovskii A.F., Chirikov S.V., Yampolskii V.Z. *Sistemy upravleniya znaniyami (metody i tekhnologii) [Knowledge management system (methods and technologies)]* / Edited by

- Yampolskii V.Z. Tomsk. Izdatel'stvo nauchno-tehnicheskoy literatury = Publishing House of Scientific and Technical Literature. 2005. 260 p. (in Russian)
6. Anderlik S., Stumptner R., Freudenthaler B. and Fritz M. A Proposal for Ontology-based Integration of Heterogeneous Decision Support Systems for Structural Health Monitoring // The 12th International Conference on Information Integration and Web Based Applications & Services (iiWAS2010). 2010.
 7. Cheyer A., Park J., Giuli R. IRIS: Integrate, Relate, Infer, Share // Proc. of Semantic Desktop Workshop at the ISWC, Galway, Ireland, November 6, 2005, CEUR Workshop Proceedings, ISSN 1613-0073. Available at: http://ceur-ws.org/Vol-175/17_park_iris_final.pdf (accessed 09.04.2019)
 8. Cruz I. F., Xiao H., Lab A. The Role of Ontologies in Data Integration // International Journal of Engineering Intelligent Systems for Electrical Engineering and Communications. CRL Publishing, Leicester. 2005. 13(4). Pp. 245–252.
 9. Gruber T.R. A Translation Approach to Portable Ontology Specifications // Knowledge Acquisition. 1993. 5(2). Pp. 199–220.
 10. Guarino N., Giaretta P. Ontologies and Knowledge Bases: Towards a Terminological Clarification. In book: Towards very large knowledge bases: knowledge building and knowledge sharing. ISO Press, Amsterdam. 1995. Pp. 25–32.