УДК 004.89
doi:10.18720/SPBPU/2/id24-529

Искандеров Юрий Марсович [1],
гл. науч. сотр. – руководитель лаборатории, д-р техн. наук, профессор;
Аль Отаиби Фахад Хамед М. [2],
аспирант

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ПОДДЕРЖКИ ПРИ ОЦЕНКЕ АЛЬТЕРНАТИВ ДЛЯ ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНОГО РЕШЕНИЯ СЛАБОСТРУКТУРИРОВАННЫХ ЗАДАЧ

[1] Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский центр РАН, iskanderov.y@iias.spb.su;
[2] Россия, Санкт-Петербург, Высшая школа экономики, Санкт-Петербургский филиал, f.alotaybi@hse.ru

Аннотация. В статье рассмотрена возможность и необходимость применения системы интеллектуальной поддержки (СИП) при оценке альтернатив при осуществлении выбора решения слабоструктурированных задач. Представлен подход, использование которого гарантированно приводило бы к удовлетворению потребностей (цели, требования и ожидания) всех заинтересованных сторон в эффективном функционировании объекта управления. Изложены особенности. Показано, что в рассматриваемом подходе алгоритм оценки альтернатив в СИП может быть реализован на основе

методов системного анализа. Отмечена роль ключевого элемента СИП – базы знаний, в которой сконцентрирована информация о проблемной ситуации.

Ключевые слова: объект управления, система интеллектуальной поддержки, оценка альтернатив, выбор оптимального решения, слабоструктурированная задача, проблемная ситуация, база знаний.

Yury M. Iskanderov [1],
Chief Researcher – Head of Laboratory, Doctor of Technical Sciences;
Fahad Hamed M. Al Otaibi [2],
Postgraduate Student

USING AN INTELLIGENT SUPPORT SYSTEM IN EVALUATING ALTERNATIVES TO SELECT AN OPTIMAL SOLUTION TO WEAKLY STRUCTURED PROBLEMS

[1] St. Petersburg Federal Research Center of RAS, St. Petersburg, Russia, iskanderov.y@iias.spb.su;
[2] St. Petersburg Branch, Higher School of Economics, St. Petersburg, Russia, f.alotaybi@hse.ru

Abstract. The article discusses the possibility and necessity of using an intellectual support system (ISS) when evaluating alternatives when choosing solutions to semi-structured problems. An approach is presented, the use of which would be guaranteed to lead to the satisfaction of the needs (goals, requirements and expectations) of all interested parties in the effective functioning of the management object. It is shown that in the approach under consideration, the algorithm for evaluating alternatives in ISS can be implemented based on systems analysis methods. The role of the key element of the ISS is noted – the knowledge base, in which information about the problem situation is concentrated.

Keywords: control object, intellectual support system, evaluation of alternatives, selection of the optimal solution, semi-structured task, problem situation, knowledge base.

Введение

В настоящее время актуальной проблемой является разработка и создание современных и эффективных методов и средств, позволяющих обеспечить интеллектуальную поддержку при оценке альтернатив для выбора оптимального решения. Процесс принятия решений является нетривиальным, сложным процессом, который затрагивает значительное количество параметров и характеристик различной природы таких объектов управления как транспортные, энергетические, производственные системы и т. д., и требует высокого уровня подготовки соответствующих специалистов. Особенно затруднена оценка альтернатив при решении слабоструктурированных задач, с которыми повсеместно и постоянно сталкиваются современные системы управления [1–5].

Указанные задачи управления отличаются следующими особенностями [6, 7]:

– принимаемые решения относятся к будущему;

– имеется широкий диапазон альтернатив;

– информация о внешней среде и связях между параметрами управленческих процессов не полна и не всегда точна;

– принимаемые решения требуют больших вложений ресурсов и сопряжены с элементами риска;

– не полностью определены требования, относящиеся к стоимости и времени решения;

– задача внутренне сложна вследствие того, что для ее решения необходимо комбинирование различных ресурсов;

– наиболее важная информация может быть получена только с помощью экспертов.

Слабоструктурированные задачи чаще всего возникают при обосновании управленческих решений, которые связаны с внесением существенных качественных изменений в работу объектов управления при возникновении новых организованно-технических и финансово-экономических проблем [6, 7].

Функционирование системы интеллектуальной поддержки

Одним из наиболее релевантных средств решения отмеченных задач может стать система интеллектуальной поддержки (СИП) [1–5]. Такая СИП необходима для принятия обоснованного решения, выполнение которого гарантировано приводило бы к удовлетворению потребностей (цели, требования и ожидания) всех заинтересованных сторон в эффективном функционировании объекта управления. Семантическое ядро подобной СИП в общем виде может быть представлено следующим образом (см. рис. 1).

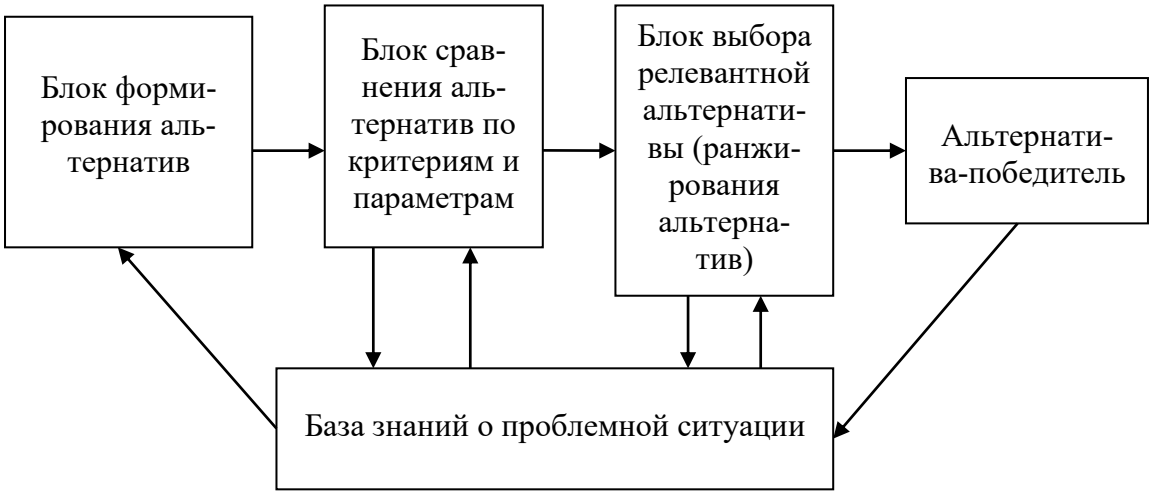

Рис.1. Семантическое ядро СИП

Алгоритм оценки альтернатив в СИП может быть реализован на основе методов системного анализа [7]. Так как на начальном этапе, как правило, не существует формальной (математической) модели, полностью

отражающей свойства и характеристики проблемной ситуации, то методы системного анализа позволяют рационально использовать субъективные суждения участников процесса принятия решений и обеспечивают объединение количественных методов оценки и сравнения многокритериальных альтернатив с экспертными процедурами.

Одним из самых известных методов является метод анализа иерархий [7]. Этот метод в наибольшей мере подходит для слабоструктурированных и неструктурированных задач, когда основная часть данных основана на предпочтениях лица, принимающего решение (ЛПР).

Ключевым элементом СИП является база знаний (БЗ), в которой сконцентрирована информация о проблемной ситуации, формализованно которая может характеризоваться кортежем вида:

$$< \boldsymbol{L}, \boldsymbol{A}, \boldsymbol{K}, \boldsymbol{X}, \boldsymbol{F}, \boldsymbol{G}, \boldsymbol{D}, \boldsymbol{T}, \boldsymbol{A^*} >,$$

где $\boldsymbol{L}$ − лицо, принимающее решение (ЛПР); $\boldsymbol{A}$ − множество возможных альтернативных вариантов; $\boldsymbol{K}$ − множество возможных критериев выбора; $\boldsymbol{X}$ − множество методов измерения предпочтений ЛПР (например, использование различных шкал); $\boldsymbol{F}$ − отображение множества возможных альтернатив в множество критериальных оценок (исходов); $\boldsymbol{G}$ − система предпочтений ЛПР; $\boldsymbol{D}$ − решающее правило, отражающее систему предпочтений ЛПР; $\boldsymbol{T}$ − постановка задачи (например, выбрать лучшую альтернативу или упорядочить весь набор альтернатив); $\boldsymbol{A^*}$ − искомое решение (точечное или множественное).

Функционирование СИП осуществляется следующим образом.

В блоке формирования альтернатив создается исходное множество возможных альтернативных вариантов решения на основе информации о проблемной ситуации, содержащейся в базе знаний, а также за счет автоматизированного ввода данных, осуществляемого экспертами.

В блоке сравнения альтернатив по каждому из определенных критериев присваиваются балльные оценки от 1 до 5 – $\boldsymbol{a^k_i}$, где $\boldsymbol{k}$ – порядковый номер альтернативы, $\boldsymbol{i}$ – порядковый номер критерия.

При этом 5 баллов присваивается альтернативе, полностью соответствующей описанию проблемной ситуации (ПС), 4 – в целом соответствующей ПС, 3 – частично соответствующей ПС, 2 – в основном несоответствующей ПС, 1 – полностью несоответствующей ПС.

В итоге каждая альтернатива получает суммарную оценку, выраженную в баллах, по следующей формуле:

$$\boldsymbol{T_k} = \sum_{i=1}^{N} \boldsymbol{p_i a_i^k}, \quad (1)$$

где $\boldsymbol{N}$ – общее количество критериев, $\boldsymbol{p_i}$ – вес $\boldsymbol{i}$-го критерия, причем

$$\sum_{i=1}^{N} \boldsymbol{p_i} = 1. \quad (2)$$

Далее в блоке ранжирования выполняется итоговое ранжирование альтернатив и определение альтернативы-победителя. Проводится указанное итоговое ранжирование в соответствии целью решения задачи, например, применяя следующую формулу:

$$S_k = A\frac{C_{\min}}{C_k} + B\frac{T_k}{T_{\max}}, \quad (3)$$

где A – весовой коэффициент характеристики достижения цели (например, совокупная стоимость необходимых затрат); B – весовой коэффициент технической оценки альтернативы; A, $B \in [0; 1]$, $A + B = 1$; C_{min} – минимальная стоимость среди альтернатив, которые до этого не были отклонены; C_k – стоимость k-ой альтернативы; T_{max} – максимальная бальная техническая оценка альтернативы; T_k – балльная техническая оценка k-ой альтернативы.

В соответствии с полученными оценками S_k проводится ранжирование альтернатив. Альтернатива, получившая максимальную оценку, считается лучшим решением.

Применение СИП для оценки альтернатив позволяет существенно повысить обоснованность и оперативность решения слабоструктурированных задач, особенно в диалоговых системах оптимизации.

Заключение

Конечная цель СИП – повышение эффективности выполнения бизнес-функций системой управления. Достижение указанной цели реализуется возможностями, которые предоставляет СИП, а именно:

– обеспечение своевременного предоставления необходимой для принятия решения информации в форме, обеспечивающей наиболее быстрое и глубокое понимание сложившейся ситуации;

– достижение большей убедительности выводов и рекомендаций, повышение надежности и обоснованности выбранного решения – в итоге, обеспечение единого понимания целей и задач деятельности всеми участниками бизнес-процесса;

– снижение влияния субъективного фактора в оценке деятельности объекта управления – в итоге, повышение эффективности использования мотивационных механизмов управления;

– освобождение от рутинных операций по сбору, анализу, оформлению и передаче информации – в итоге, высвобождение временных и людских ресурсов для решения наиболее сложных задач организации функционирования объекта управления.

Предложенный подход был успешно применен при разработке и формировании СИП для решения практических задач в различных предметных областях [8–15].

Список литературы

1. Тихомирова Н. В. Современные проблемы управления в условиях информационного общества. – М.: ЮНИТИ, 2015. – 751 с.

2. Гаврилова Т. А., Муромцев Д. И. Интеллектуальные технологии в менеджменте: инструменты и системы: учеб. пособие, – 2-е изд. – СПб.: Изд-во «Высшая школа менеджмента»; Издат. Дом С.- Петерб. гос. ун-та, 2008. – 488 с.

3. Рутковский Л. Методы и технологии искусственного интеллекта / Пер. с польск. – М.: Горячая линия–Телеком, 2010. – 520 с.

4. Черноруцкий И. Г. Методы оптимизации и принятия решений: учеб. пособие. – СПб.: Издательство «Лань», 2001. – 384 с.

5. Соловьев Н. А., Чернопрудова Е. Н., Лесовой Д. А. Основы теории принятия решений для программистов: учебное пособие / Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2012. – 187 с.

6. Лапченко Д. А. Теория принятия решений: учебно-методическое пособие для студентов специальности 1-27 01 01 «Экономика и организация производства (по направлениям)». – Минск: БНТУ, 2021. – 62 с.

7. Теория систем и системный анализ. Краткий курс: учеб.-практ. пособие / В. Е. Крылов [и др.]; Владим. гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых. – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2021. – 192 с.

8. Искандеров Ю. М., Паутов М. Д. Модель интеллектуальной системы управления информационной безопасностью для цепей поставок на основе пространственных концепций акторно-сетевой теории // Информатизация и связь. – 2020. – № 5. – С. 94–106.

9. Искандеров Ю. М., Свистунова А. С., Хасанов Д. С., Чумак А. С. Интеллектуальная поддержка принятия решений в логистических системах // Морские интеллектуальные технологии. – 2021. – № 2-1(52). – С. 145–153.

10. Искандеров Ю. М., Чумак А. С., Шахнов С. Ф. Подсистема информационной безопасности интеллектуальной поддержки перевозки негабаритных грузов // В книге: Информационная безопасность регионов России (ИБРР-2023). XIII Санкт-Петербургская межрегиональная конференция. Материалы конференции. – СПб., 2023. – С. 201–202.

11. Искандеров Ю. М., Чумак А. С., Шахнов С. Ф. Интеллектуальная поддержка принятия решений по перевозке негабаритных грузов // Системный анализ в проектировании и управлении: сб. науч. трудов XXVI Междунар. науч.-практ. конф., Санкт-Петербургский политехн. ун-т Петра Великого, 13–14 октября 2022 г.: в 3-х частях. – СПб.: Изд-во «Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», 2023. – Ч. 1. – С. 319–323. – DOI:10.18720/SPBPU/2/id23-66.

12. Искандеров Ю. М., Ласкин М. Б. Формирование и использование интеллектуальной системы поддержки принятия решений в логистических системах // Системный анализ в проектировании и управлении: сб. науч. трудов XXV Междунар. науч. и учеб.-практ. конф., Санкт-Петербургский политехн. ун-т Петра Великого, 13–14 октября 2021 г.: в 3-х частях. – СПб.: Политех-Пресс, 2021. – Ч. 3. – С. 302–308. – DOI:10.18720/SPBPU/2/id21-381.

13. Искандеров Ю. М., Чумак А. С. Интеллектуальная поддержка перевозки тяжеловесных и негабаритных грузов // Системный анализ в проектировании и управлении: сб. науч. трудов XXIV Междунар. науч. и учеб.-практ. конф., Санкт-Петербургский политехн. ун-т Петра Великого, 13–14 октября 2020 г.: в 3-х частях. – СПб.: Изд-во «Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», 2020. – Ч. 2. – С. 243–250. – DOI:10.18720/SPBPU/2/id20-173.

14. Искандеров Ю. М., Паутов М. Д. Обеспечение информационной безопасности при управлении цепями поставок на основе интеллектуальной системы // В сборнике: Информационная безопасность регионов России (ИБРР-2019). Материалы конференции. – СПб., 2019. – С. 318–319.

15. Искандеров Ю. М., Ершов А. А. База знаний для интеллектуальной системы проактивного управления транспортно-логистическими процессами // В книге: Перспективные направления развития отечественных информационных технологий. Материалы V межрегиональной научно-практической конференции. Севастопольский государственный университет; Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН. – Севастополь, 2019. – С. 74–78.