



СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ С АВТОМАТИЗИРОВАННЫМИ СРЕДСТВАМИ КОРРЕКТИРОВКИ СУЖДЕНИЙ ЭКСПЕРТОВ

В. В. ЛОМАКИН
М. В. ЛИФИРЕНКО

*Белгородский
государственный
национальный
исследовательский
университет*

*e-mail:
lomakin@bsu.edu.ru,
lifirenko@bsu.edu.ru*

Разработано программное обеспечение для поддержки принятия управленческих решений. Приложение позволяет организовать совместную работу экспертов над решением проблемы на основе метода анализа иерархий. Ключевые функции – поддержка декомпозиции проблем для поиска наилучшего решения, проведение процедуры оценки группой экспертов, поиск и корректировка логических ошибок экспертов, нахождение рационального решения по выбранным экспертами критериям. Особенности программного продукта являются возможности получения решения на основе модифицированного метода анализа иерархий, нахождения и корректирования ошибочных суждений экспертов. Практическое применение программного продукта способствует повышению объективности и качества принимаемых управленческих решений, а также существенно сокращает время их нахождения. Разработанное программное обеспечение используется в учебном процессе НИУ «БелГУ».

Ключевые слова: система поддержки принятия решений, поддержка принятия решений, обработка экспертных данных, поиск оптимального решения.

В различных сферах деятельности человека требуется применение формализованных средств принятия решений. Качество принятия решения зависит от выбранного метода принятия решений. В качестве базовых инструментов решения управленческих задач нами используется метод анализа иерархий (МАИ)[1,2,3] и его модификаций[6,7]. МАИ широко применяем при решении слабоструктурированных многокритериальных задач[8,9] и имеет множество особенностей и преимуществ над другими методами, в частности:

- возможность оценки влияния неизмеримых факторов;
- поддержка относительно простой декомпозиции задачи на основе иерархии;
- возможность определения степени неточности в суждениях ЛПР или эксперта.

Процедура принятия решений на основе МАИ состоит из множества парных сравнений. Количество парных сравнений зависит от количества выбранных лицом принимающим решение (ЛПР) критериев и альтернатив, а также участвующих экспертов. Общее количество парных сравнений N может достигать большого значения и его можно рассчитать по формуле:

$$N = \frac{e \cdot k \cdot n \cdot (n - 1) + k \cdot (k - 1)}{2},$$

где e – общее количество экспертов, которое оценивает альтернативы решений по всем критериям, k – количество критериев, по которым производится сравнение альтернатив, n – количество альтернатив решений рассматриваемой проблемы.

Решение многих практических задач, например, в инновационной деятельности, технике, медицине, может потребовать большое количество критериев оценки альтернатив, а также привлечения группы экспертов. При этом получение достоверного управленческого решения может оказаться затруднительным по причине значительного увеличения количества парных сравнений. Ситуация ухудшается в случае, если получаемые матрицы после сравнений не удовлетворяют рекомендуемому отношению согласованности (менее 10% [2]), и может возникнуть необходимость их корректировки. Поэтому необходима разработка программного обеспечения (ПО) для поддержки процедур оценивания элементов иерархии и корректировки результатов.



Цель настоящего исследования состоит в разработке программного обеспечения для решения многокритериальных задач оптимизации с возможностями поддержки работы экспертных групп, поиска и проверке в практическом применении разработанного метода корректировки ошибочных суждений [6] и модифицированного метода анализа иерархий [4].

В настоящий момент существуют программные средства, решающие многокритериальные задачи на основе МАИ, в частности, ExpertChoice, Mpriority [13].

Отличие разработанного в работе программного продукта заключается в реализации нового подхода к корректировке матриц парных сравнений на основе построения корреляционных матриц и выборе наиболее достоверных суждений эксперта, наличии, кроме классического метода анализа иерархий, модифицированного подхода, поддержке работы экспертных групп и настраиваемом интерфейсе программы.

Разработанное программное средство [2] структурировано в виде 5 взаимодействующих модулей, осуществляющих работу с БД, импорт или экспорт данных, математические расчеты, представление данных в интерфейсе, создание отчетов. ПО предоставляет возможности декомпозиции проблемы в виде иерархии, сравнения элементов иерархии, идентификации ошибочных суждений на основе корреляционных матриц, автоматической и экспертной корректировки матриц парных сравнений, получения рационального управленческого решения, создания отчетов. Диаграмма взаимодействия пользователей с программным продуктом в нотации UML представлена на рис. 1. ЛПР имеет полный доступ ко всем функциям при решении проблем, эксперты – только к операциям оценивания.

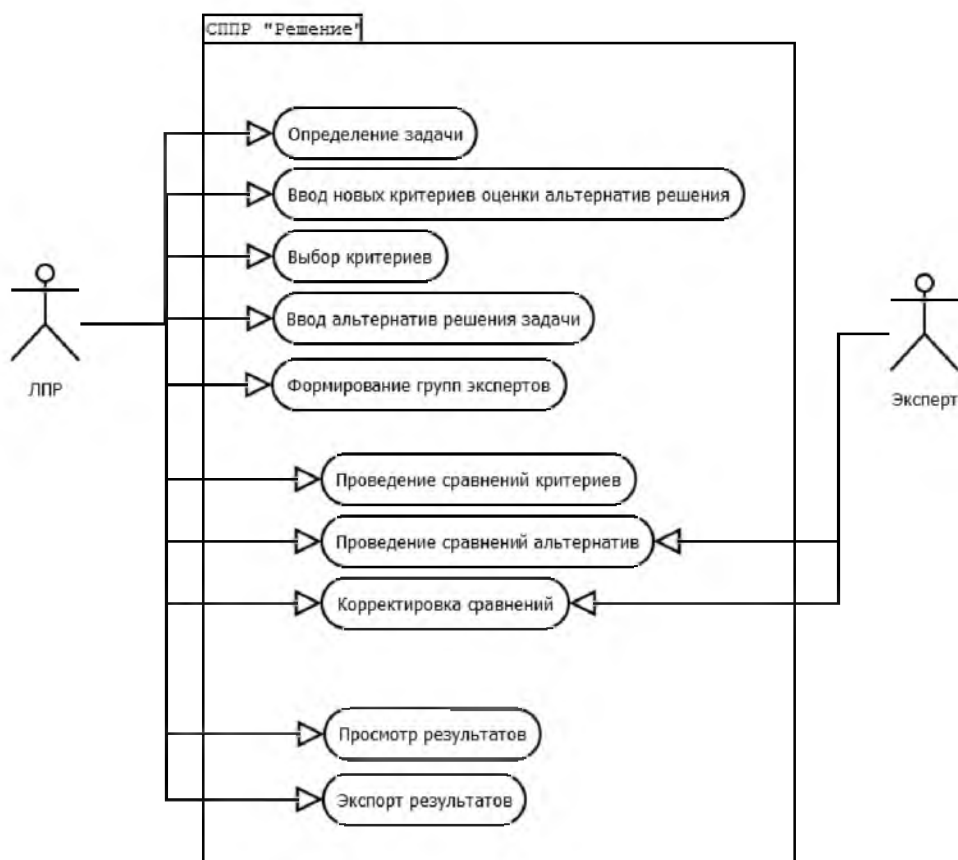


Рис. 1. Диаграмма взаимодействия пользователей с СППР «Решение»

Пошаговый процесс получения ЛПР оптимального решения в СППР «Решение» состоит из 6 этапов:

1. Идентификация проблемы
2. Декомпозиция проблемы



3. Формирование команды экспертов
4. Распределение решаемых задач по экспертам
5. Проведение процедуры сравнения элементов иерархии
6. Проверка и утверждение результатов оценки

При дистанционном принятии решений экспертами необходимо организовать поддержку работы через Интернет. Поэтому в разработанной СППР предусмотрены возможности как локального функционирования, так и с использованием Интернета. Это обеспечивается выбором следующих технологий реализации: языка программирования Java[12] для алгоритмической части решаемой задачи и СУБД ApacheDerby[11] для информационной части и хранения структур данных.

При выборе средств реализации мы руководствовались опытом эксплуатации и техническими особенностями инструментальных средств. Java – широко применяемый объектно-ориентированный язык программирования. Приложения, написанные на Java, компилируются в специальный байт-код, поэтому могут работать на любой виртуальной Java-машине (JVM) независимо от компьютерной архитектуры. Это обеспечит мобильность разработанного ПО от серверной архитектуры и персональных ЭВМ до мобильных устройств.

Выбор СУБД ApacheDerby обоснован тем, что данная СУБД имеет возможности встраивания в программное приложение и поддержки работы групп пользователей на сервере. Таким образом, СППР получает свойства как локального, так и удаленного хранения данных, при этом обеспечивается синхронизация локальных и серверной БД. Эта особенность важна с точки зрения возможности масштабирования системы до уровня глобального веб-сервиса поддержки принятия решений.

Необходимо отметить, что работа с СУБД ApacheDerby организована на основе технологии ORM с использованием библиотеки OrmLite[10]. Применение технологии ORM обеспечивает удобство адаптации программного обеспечения к структурным изменениям в БД. Кроме того, имеется дополнительная возможность сохранять объекты БД в виде XML-файлов.

С целью сохранения результатов оценивания и формирования средств описания информации о выполняемых и завершенных проектах принятия решений разработана и реализована БД, фрагмент схемы которой для основных сущностей представлен на рис. 2.

Опишем сущности приведенного фрагмента ER-диаграммы (рис. 2). Сущность «MAIPROCESSTABLE» описывает процессы решения проблем, формализованных с помощью МАИ. Предполагается, что каждый процесс решения состоит из поставленной для решения проблемы (сущность «PROBLEMTABLE»), критериев (сущность «CRITERYTABLE») и альтернатив решения (сущность «DECISIONTABLE»). Сущность «PROCESSCRITERYBUNDLETABLE» обеспечивает связь процессов и критериев для повторного использования набора критериев из одного процесса в другом. Для организации интерфейса пользователя при построении иерархии создана сущность категорий проблем и критериев «CATEGORYTABLE». Система поддерживает несколько видов критериев, и для определения типа критерия создана сущность «CRITERYTYPETABLE». Сущности «CRITERYCOMPARISONTABLE» и «DECISIONCOMPARISONTABLE» соответственно выполняют функции хранения оценок по критериям и альтернативам. Такой набор сущностей позволяет производить создание, хранение, редактирование и анализ решений, выполненных на основе МАИ.

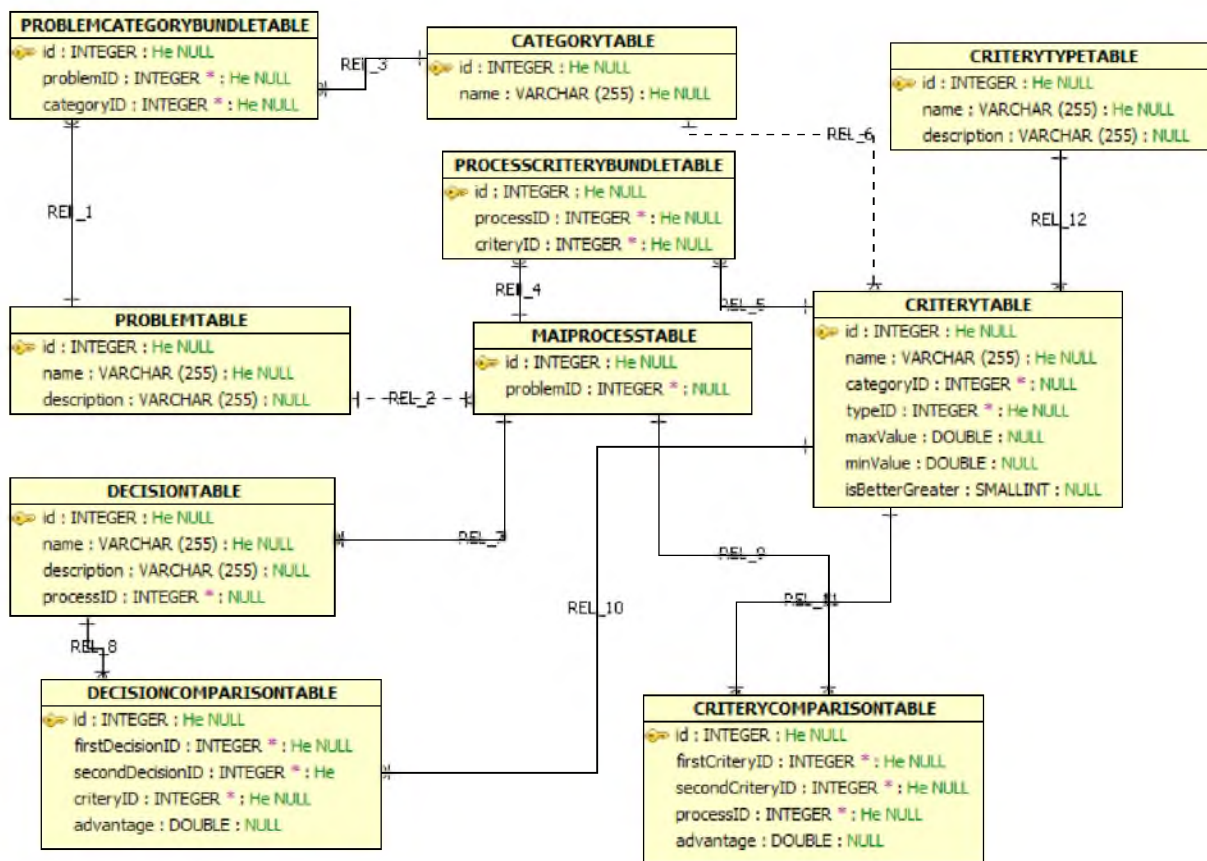


Рис. 2. ER-диаграмма основных сущностей БД СППР

На основе выбранных инструментальных средств СППР «Решение» реализовано взаимодействие клиентских и серверного приложений. С учетом специфики решаемых задач разработан интерфейс программного средства. Главное окно содержит 2 панели: графическую, где отображается результат декомпозиции проблемы на иерархию, и функциональную, где представлены функции по работе с иерархией, такие как редактирование иерархии, сравнение критериев и альтернатив решений, просмотр сведений о выбранном элементе иерархии (рис. 3).

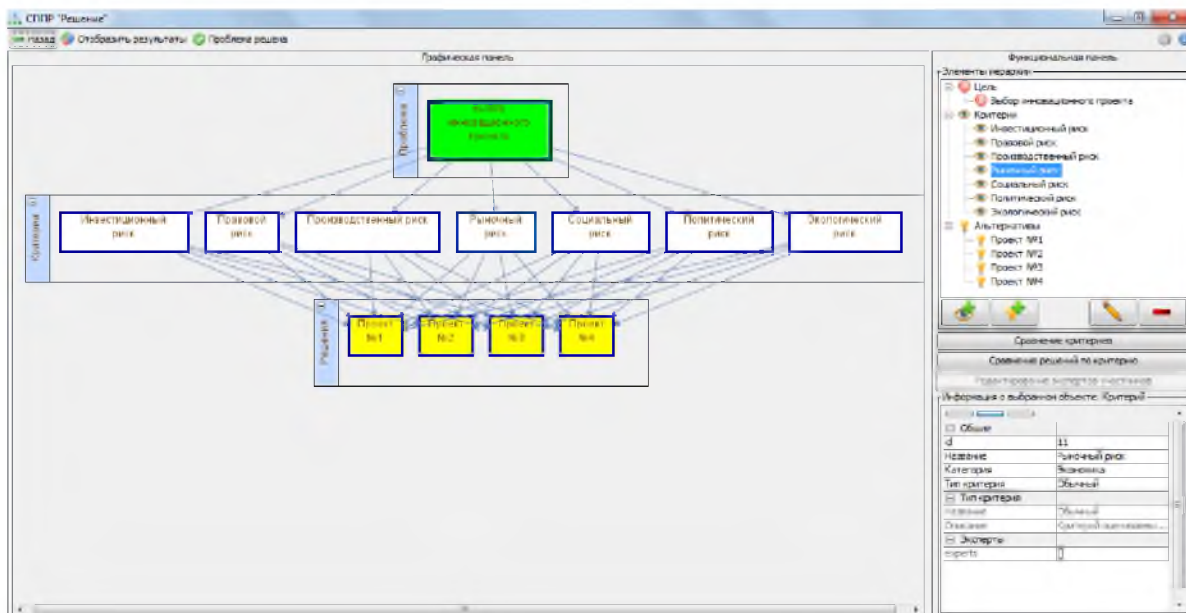


Рис. 3. Главное окно программы СППР «Решение»



На этапе проведения экспертных оценок возможны случаи, когда допущены логические ошибки в суждениях, и матрицы попарных сравнений получаются несогласованными. Для решения перечисленных задач предназначены автоматизированные средства корректировки суждений [6]. С их помощью ЛПР может самостоятельно в пошаговом режиме или автоматически скорректировать полученные суждения и получить более согласованный вариант матрицы. Для примера на рис. 4 приведены матрица с низкой степенью согласованности и результат её автоматической корректировки. Как видно, до корректировки матрица парных сравнений имела отношение согласованности (ОС), равное 18,6%. После того, как СППР по запросу пользователя провела автоматическую корректировку, значение ОС снизилось до 0,6%. Имеется возможность оценки получения рекомендуемых результатов для ОС без фактического изменения матрицы парных сравнений при значении, превышающем 10%, что соответствует требованиям к получению решений в МАИ.

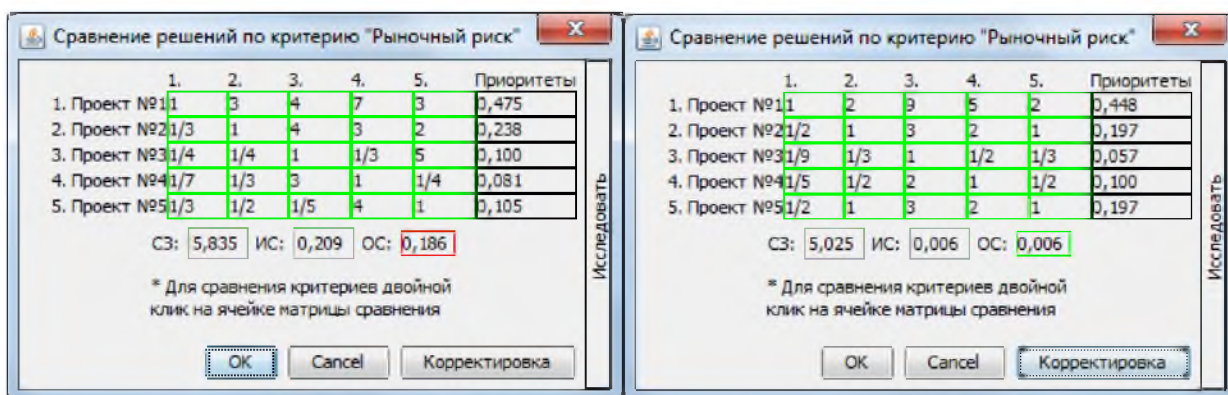


Рис. 4. Окна сравнения альтернатив решений с матрицей сравнения до и после корректировки

По окончании заполнения и корректировки всех матриц парных сравнений система получает результаты в численном виде или в виде диаграмм. Кроме того, имеется возможность создания отчета, отражающего последовательность, промежуточные и конечные результаты решения проблем с последующей распечаткой или экспортом в файл (рис.к 5).

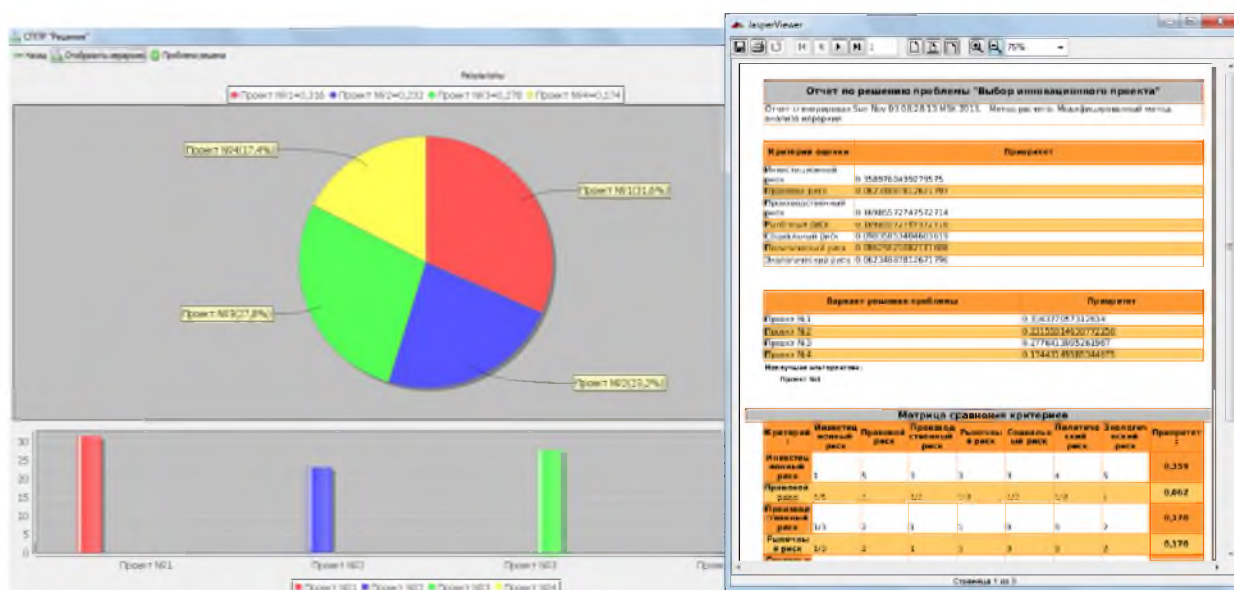


Рис. 5. Окна вывода результатов и отчета в СППР «Решение»



Заключение

Авторами разработано программное обеспечение для решения многокритериальных задач. С помощью ПО осуществляется ввод и редактирование иерархии для принятия решений, поддержка работы экспертных групп, идентификация ошибочных суждений на основе корреляционных матриц, автоматическая и экспертная корректировка матриц парных сравнений, получение рационального управленческого решения, создание отчетов. Используемые в СППР информационные технологии обеспечивают мобильность и возможность работы в локальном и удаленном режимах. За счет оригинальных подходов к автоматизации отдельных этапов процесса получения управленческих решений применение разработанного ПО позволяет уменьшить время, повысить степень обоснованности, организовать хранение и оценку отдельных элементов иерархии при принятии решений.

Список литературы

1. Saaty T.L. Multicriteria Decision Making. The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation. – University of Pittsburgh, RWS Publications, 1990.
2. Саати Т. «Принятие решений. Метод анализа иерархий»; пер. с англ. Р.Г. Вачнадзе. – М.: Радио и связь, 1993. – 278 с.
3. Ларичев О.И. Теория и методы принятия решений. – М.: Логос, 2000.
4. Лифиренко М.В. Программное обеспечение поддержки принятия решений на основе балльной шкалы оценки альтернатив [Текст]// Всероссийский конкурс НИР студентов и аспирантов в области информатики и информационных технологий: сб. науч. работ: в 3 т. – Белгород: ИД «Белгород», 2012. – Т. 2. – с. 526-536
5. Лифиренко М.В., Ломакин В.В. Система поддержки принятия управленческих решений на основе усовершенствованного аналитико-иерархического процесса//Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2013616249 от 2 июля 2013 года.
6. Ломакин В.В., Лифиренко М.В. Алгоритм повышения степени согласованности матрицы парных сравнений при проведении экспертных опросов. [Текст] // Фундаментальные исследования. – 2013. – №11. – С. 1798-1803.
7. Жилияков Е.Г. Адаптивное определение относительных важностей объектов на основе качественных парных сравнений. [Текст] / Е.Г. Жилияков // Экономика и математические методы, 2006, том 42, №2, с. 111-122.
8. Жилияков Е.Г. Об использовании метода парных сравнений для принятия решений при оценивании уровня профессиональных компетенций обучаемых [Текст]/Е.Г. Жилияков, С.В. Игрунова, С.Н. Девицына, Н.П. Путивцева, С.В. Мединцева, Ю.Г. Чашин//Научные ведомости БелГУ. Сер. История. Политология. Экономика. Информатика. – 2008. – № 10 (50). Вып. 8/1. – С. 65-73.
9. Ногин В.Д. Принятие решение в многокритериальной среде: количественный подход. – М.: Физматлит, 2002.
10. Библиотека Ormlite [Электронный ресурс]. URL:<http://ormlite.com/> (Дата обращения: 01.12.2013)
11. Сайт СУБД ApacheDerby[Электронный ресурс]. URL: <http://db.apache.org/derby/> (Дата обращения: 01.12.2013)
12. Официальный сайт Java [Электронный ресурс]. URL:<http://www.oracle.com/technetwork/java/javase/downloads/index.html> (Дата обращения: 01.12.2013)
13. Абакаров А.Ш., Сушков Ю.А. Диалоговая программная система поддержки принятия рациональных решений// Сайт Санкт-Петербургского Клуба консультантов и тренеров. URL: http://treko.ru/show_article_763. (Дата обращения: 01.12.2013)



DECISION SUPPORT SYSTEM WITH AUTOMATED MEANS OF EXPERT JUDGMENT CORRECTION

V.V. LOMAKIN
M.V. LIFIRENKO

*Belgorod National
Research University*

*e-mail:
lomakin@bsu.edu.ru,
lifirenko@bsu.edu.ru*

The software is developed for support of adoption of administrative decisions. The appendix allows to organize collaboration of experts over a solution on the basis of a method of the analysis of hierarchies. Key functions – support of decomposition of problems for search of the best decision, carrying out procedure of an assessment by the group of experts, search and correction of logical mistakes of experts, finding of the rational decision on the criteria chosen by experts. Features of the software product are possibilities of obtaining the decision on the basis of the modified method of the analysis of hierarchies, stays and correcting's of wrong judgments of experts. Practical use of the software product promotes increase of objectivity and quality of made administrative decisions, and also significantly reduces time of their stay. The developed software is used in educational process of National Research Belgorod State University.

Key words: decision-support system, decision support, processing expert data, searching optimal decision